جمهورية مصر العربية
وزارة الإسكان والمرافق والمجتمعات العمرانية
المركز القومى لبحوث الإسكان والبناء

الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط التنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحى ومحطات الرفع
كود رقم ١٠١ – ٢٠١٧
ECP 101 – 2017
(أربعة مجلدات)

المجلد الأول ٤/١
محطات الرفع – الصرف الصحى

قرار وزاري رقم ( ) لسنة ( )
اللجنة الدائمة لإعداد الكود المصرى
لأسس تصميم وشروط تنفيذ
محطات تنقية مياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع
طبعة ٢٠١٧

المحتويات	الصفحة
الباب الأول : الفصل الأول الدراسات الإبتدائية	١/١
١ – عدد السكان والأنشطة المختلفة	٢/١
١-١ مراحل النمو السكانى	٢/١
١-١-١ مرحلة البداية والإزدهار.	٢/١
١-١-٢ مرحلة الإستقرار	٣/١
١-١-٣ مرحلة التشبع	٣/١
٢ – الفترات التصميمية	٣/١
٢-١ الأعمال المدنية	٣/١
٢-٢ الأعمال الميكانيكية والكهربائية	٤/١
٣ – محطات الرفع	٤/١
٣-١ أنواع محطات رفع مياه الصرف الصحي	٥/١
٣-١-١ النوع الأول	٥/١
٣-١-٢ النوع الثاني	٦/١
٣-٢ البيارات	٩/١
٣-٣ الشكل	٩/١
٣-٤ القدرة الإستيعابية (السعة)	٩/١
٣-٤-١ التصرفات الصغيرة حتى ٤٠ لتر/ث.	٩/١
٣-٤-٢ التصرفات المتوسطة من ٤٠-٣٠٠ لتر/ث.	١٠/١
٣-٤-٣ التصرفات الكبيرة اكبر من ٣٠٠ لتر/ث.	١٠/١
٤- اختيار موقع محطة الرفع	١١/١
٥- تحديد المناطق المخدومة	١١/١
٦ – وسائل الحماية والتحكم	١١/١
٦-١ وسائل الحماية	١١/١
٦-٢ وسائل التحكم	١٢/١
٦-٢-١ وسائل التحكم الميكانيكية	١٢/١
٦-٢-٢ وسائل التحكم الكهربائية	١٢/١
٦-٢-٣ وسائل التحكم الهيدروليكية والبنيوماتيكية	١٣/١
٦-٢-٤ نظام الـ SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition "الاشراف والمراقبة وجمع البوابات والتحكم بها"	١٣/١
٧ – التصرفات التصميمية	١٣/١
٧-١ التصرفات الواردة لمحطة الرفع	١٣/١

٨ – المخطط العام ١٣/١
أولاً : محطات الرفع الرئيسية ١٤/١
ثانياً : محطات الرفع الفرعية ١٥/١
٩ – الأعمال المساحية ١٥/١
١٠– دارسات التربة ١٥/١
١١– التحكم فى الروائح (Odour Control). ١٦/١
الفصل الثانى: أسس التصميم ١/٢
٢–١ التصميم الهيدروليكى والميكانيكى. ١/٢
٢–١–٢ حساب حجم التخزين. Active Volume ١/٢
٢–١–٣ معدل التشغيل للطلمبات ٤/٢
٢–١–٤ تنقسم حسابات حجم التخزين إلى الحالات الثلاثة الآتية: ٥/٢
٢–١–٥ المسافات البينية لمناسيب التشغيل والإيقاف ٢٨/٢
٢–١–٦ أقل منسوب للمياه بالبيارة (منسوب الإيقاف). ٢٨/٢
٢–١–٧ أعلى منسوب للمياه بالبيارة (منسوب التشغيل). ٢٨/٢
٢–١–٨ تحديد عمق التخزين بالبيارة ٢٨/٢
٢–١–٩ تحديد مسطح البيارة المغمورة فى حالة البيارات المستديرة. ٢٩/٢
٢–١–١٠ حساب قطر البيارة المستديرة. ٣٠/٢
٢–١–١١ الطلمبات الطاردة مركزياً Centrifugal Pump ٣٠/٢
٢–١–١١–١ الرموز والمدلولات والوحدات. ٣٤/٢
٢–١–١١–٢ محددات الطلمبات Pump percepients ٣٦/٢
٢–١–١١–٢–١ تصرف الطلمبة Pump Flow Rate ٣٦/٢
٢–١–١١–٢–٢ رفع الطلمبة Pump Head ٣٦/٢
٢–١–١١–٢–٣ رفع المنظومة System Head ٣٦/٢
٢–١–١١–٢–٤ سرعة الدوران Speed ٣٧/٢
٢–١–١١–٢–٥ حساب القدرة المستهكلة للطلمبة (pump absorbed power) ٣٧/٢
٢–١–١١–٢–٦ منحنى أداء الطلمبة Pump Curve ٣٨/٢
٢–١–١١–٢–٧ خصائص منظومة المواسير Piping System Characteristic ٤٢/٢
٢–١–١١–٢–٨ نقطة التشغيل Duty (operating) Point ٤٣/٢
٢–١–١١–٢–٩ التشغيل على التوازى Parallel Operation ٤٥/٢
٢–١–١١–٢–١٠ التشغيل على التوالى Series Operation ٤٧/٢
٢–١–١١–٣ خواص السحب Suction Characteristic ٤٧/٢
٢–١–١١–٣–١ ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب NPSH required ٤٧/٢
٢–١–١١–٣–٢ ضغط السحب الموجب الصافى المتاح NPSH availalable ٤٨/٢

٢-١-١١-٤ فاقد الضغط (الرفع) (HJ) (Head loss)	٢/٥٠
٢-١-١١-٤-١ فاقد الضغط في المواسير المستقيمة	٢/٥٠
٢-١-١١-٤-٢ فواقد الضغط فى المحابس والقطع الخاصة	٢/٥٠
٢-١-١١-٤-٣ فواقد الضغط للسوائل اللزجة فى المواسير المستقيمة.	٢/٥٦
٢-١-١١-٥ تغيير أداء الطلمبة Changing The Pump Performance	٢/٥٦
٢-١-١١-٥-١ تغيير السرعةChanging The Speed	٢/٥٦
٢-١-١١-٥-٢ تشذيب (خرط) مروحة الطلمبة Trimming the impeller	٢/٥٨
٢-١-١١-٦ توصيف الطلمبات بمحطة الرفع Pumps Description	٢/٦٠
٢-١-١١-٦-١ عدد الطلمبات المركبة بالمحطة	٢/٦١
٢-١-١١-٦-٢ حساب تصرف الطلمبة Pump Flow Rate	٢/٦١
٢-١-١١-٦-٣ الرفع ومدى التشغيل للطلمبة Total Head& Working Range	٢/٦٣
٢-١-١١-٦-٤ متطلبات الإختيار للطلمبات Pump Selection Requirements	٢/٦٤
٢-١-١٢ إختيار مواسير السحب والطرد للطلمبات	٢/٦٧
٢-١-١٢-١ تصميم نظام مواسير السحب.	٢/٦٧
٢-١-١٢-٢ تحديد قطر ماسورة الطرد.	٢/٧١
٢-١-١٣ أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع	٢/٧٥
٢-١-١٣-١ الطلمبات الطاردة المركزية والطلمبات الحلزونية	٢/٧٦
٢-١-١٣-٢ الطلمبات موجبة الأزاحة	٢/٧٦
٢-١-١٣-٣ الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء	٢/٧٦
٢-١-١٤ تصميم مبنى محطة الرفع Design of Pump Station Building	٢/٧٧
٢-١-١٤-١ أبعاد المبنى	٢/٧٧
٢-١-١٤-٢ تهوية المبنى	٢/٧٨
٢-١-١٤-٣ إنارة المبنى	٢/٧٩
٢-١-١٤-٤ طلمبات النزح	٢/٧٩
٢-١-١٤-٥ الأوناش العلوية	٢/٨٠
٢-١-١٤-٦ السلالم ومشايات الصيانة	٢/٨٠
٢-١-١٥ المصافى Screens	٢/٨١
٢-١-١٥-١ المصافى اليدوية	٢/٨١
٢-١-١٥-٢ المصافى الميكانيكية	٢/٨٢
٢-١-١٥-٣ إختيار نوع المصافى فى محطات الرفع :	٢/٨٢
٢-١-١٦ المحابس والبوابات	٢/٨٢
٢-١-١٦-١ المحابس Valves	٢/٨٣
٢-١-١٦-١-١ محابس السكينة Sluice Valves	٢/٨٣

٢-١-١٦-١-٢ محابس عدم الرجوع Non – Return Valves	٨٣/٢
٢-١-١٦-١-٣ البوابات Penstocks	٨٣/٢
٢-١-١٧ أجهزة القياس	٨٤/٢
٢-١-١٨ نظام التحكم والمراقبة	٨٦/٢
٢-١-١٩ المطرقة المائية	٩٣/٢
٢-٢ تصميم الأعمال الكهربائية	٩٣/٢
٢-٢-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات الرفع	٩٣/٢
٢-٢-١-١ درجات العزل لملفات المحركات الكهربائية Elect. Motors Winding Insulation	٩٤/٢
٢-٢-١-٢ درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)	٩٤/٢
٢-٢-١-٣ شمعات التسخين للملفات.	٩٦/٢
٢-٢-١-٤ كراسى الإرتكاز للمحركات Bearings	٩٦/٢
٢-٢-١-٥ تصنيع المحركات Construction	٩٦/٢
٢-٢-١-٦ القدرات المقننة للمحركات Motor Ratings	٩٧/٢
٢-٢-١-٧ بدء الدوران للمحركات Motor Starting	٩٧/٢
٢-٢-١-٨ التحكم فى سرعة المحرك التأثيري AC Motor Drive	١٠٥/٢
٢-٢-١-٩ مهمات التحكم و الحماية للمحركات	١٠٩/٢
٢-٢-٢ معدات التشغيل الكهربائية (Switchgear)	١١٨/٢
٢-٢-٢-١ معدات تشغيل الضغط العالي (High Voltage Switchgear)	١٢١/٢
٢-٢-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (Switchboard Construction) (H.V)	١٢٧/٢
٢-٢-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض (Low voltage switchgear)	١٢٨/٢
٢-٢-٢-٣-٣ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار) (Thermal rating & enclosed rating	١٢٩/٢
٢-٢-٤ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت	١٣٢/٢
٢-٢-٥ نظام التحكم الأتوماتيكى(Automation system)	١٣٢/٢
٢-٢-٦ التأريض(Earthing)	١٣٩/٢
٢-٢-٦-١ مكونات نظام التأريض	١٣٩/٢
٢-٢-٦-٢ بئر الأرض	١٤١/٢
٢-٢-٣ المحولات الكهربائية	١٤٢/٢
٢-٢-٣-١ محولات التوزيع (Distribution Transformers)	١٤٢/٢
٢-٢-٣-٢ أنواع المحولات المستخدمة	١٤٢/٢
٢-٢-٣-٣ القدرات الشائعة للمحولات	١٤٣/٢
٢-٢-٣-٤ التقسيمة (Tappings)	١٤٣/٢
٢-٢-٣-٥ ملفات المحولات (Windings)	١٤٣/٢
٢-٢-٣-٦ أداء المحولات (Performance)	١٤٤/٢

٢-٢-٣-٧ الفواقد في المحولات (Losses)	٢/١٤٤
٢-٢-٣-٨ الإرتفاع في درجة الحرارة (Temperature Rise)	٢/١٤٥
٢-٢-٣-٩ دليل التحميل للمحولات (Loading Guide)	٢/١٤٧
٢-٢-٣-١٠ مقاومة الحريق (Fire Resistance)	٢/١٤٩
٢-٢-٣-١١ التوصيلات (Connections)	٢/١٥٠
٢-٢-٣-١٢ نهايات التوصيل (Terminals)	٢/١٥٣
٢-٢-٣-١٣ تبريد المحولات (Cooling)	٢/١٥٣
٢-٢-٣-١٤ تهوية مأوي المحولات (Ventilation of transformer enclosure)	٢/١٥٥
٢-٢-٣-١٥ قوة (شدة) العزل للمحولات (Insulation Strength)	٢/١٥٦
٢-٢-٣-١٦ تشغيل المحولات علي التوزاي (Parallel Operation)	٢/١٥٧
٢-٢-٣-١٧ حماية المحولات (Tranformers Protection)	٢/١٥٨
٢-٢-٤ الكابلات الكهربائية	٢/١٦١
٢-٢-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره	٢/١٦١
٢-٢-٤-٢ معاملات الخفض (Derating Factors)	٢/١٦٤
٢-٢-٤-٣ الفقد فى الجهد (Voltage Drop)	٢/١٧٠
٢-٢-٤-٤ تيار قصر الدائرة للكابلات	٢/١٧٧
٢-٢-٥ محطه التوليد الكهربائي	٢/١٧٨
٢-٢-٥-١ قدرة محطة التوليد الإحتياطية	٢/١٧٨
٢-٢-٥-٢ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية	٢/١٧٩
٢-٢-٥-٣ تحسين معامل القدرة للأحمال	٢/١٧٩
٢-٢-٥-٢-٢ التوافقيات	٢/١٧٩
٢-٢-٥-٢-١ المواصفات المطلوبة لمحركات التوليد	٢/١٧٩
٢-٢-٥-٤ ملحقات محرك الديزل	٢/١٨٠
٢-٢-٥-٥ نظام الوقود	٢/١٨١
٢-٢-٥-٦ نظم بدء إدارة محرك التوليد	٢/١٨٣
٢-٢-٥-٧ نظم الإنذار للحريق:	٢/١٨٤
٢-٣ التصميم المعماري والانشائي	٢/١٨٥
٢-٣-١ الأعمال المعمارية	٢/١٨٥
٢-٣-١-١ الموقع العام	٢/١٨٥
٢-٣-١-٢ وحدات المشروع	٢/١٨٦
٢-٣-٢ الأعمال الانشائية	٢/١٨٨
٢-٣-٢-١ الأعمال الكهروميكانيكية بالمنشآت	٢/١٨٨
٢-٤ إعداد مستندات الطرح	٢/١٨٨

٢-٤-١ مكونات مستندات الطرح	١٨٨/٢
٢-٤-١-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع	١٨٩/٢
٢-٤-١-٢ نماذج التأمين	١٩٠/٢
٢-٤-٢ التعاقد بين المالك والمقاول	١٩٠/٢
٢-٤-٣ شروط التعاقد	١٩١/٢
٢-٤-٣-١ الشروط العامة	١٩١/٢
٢-٤-٣-٢ الشروط الخاصة المكملة	١٩٥/٢
٢-٤-٣-٣ ألبوم الرسومات	١٩٥/٢
٢-٤-٣-٤ المواصفات الفنية	١٩٦/٢
٢-٤-٣-٥ جداول الكميات التقديرية	١٩٧/٢
الفصل الثالث : شروط التنفيذ	١/٣
٣-١ إدارة تنفيذ المشروع	١/٣
٣-١-١ مدير (المشروع)	٣/٣
٣-١-٢ الشئون الفنية	٣/٣
٣-١-٢-١ مهندسو التصميم	٣/٣
٣-١-٢-٢ مهندسو التنفيذ	٣/٣
٣-١-٣ الشئون الإدارية	٤/٣
٣-١-٣-١ المدير المإلى والإدارى	٤/٣
٣-١-٣-٢ المراجعة المالية	٤/٣
٣-١-٣-٢ حسابات المخازن	٥/٣
٣-١-٤ الإستشاري	٥/٣
٣-١-٤-١ الإشراف الفني	٦/٣
٣-١-٤-٢ ضبط الجودة	٧/٣
٣-١-٤-٣ الوحدة المحاسبية	٧/٣
٣-١-٥ المقأول	٧/٣
٣-١-٦ المهندس المقيم	٨/٣
٣-١-٦-١ المكتب الفني	١٠/٣
٣-١-٦-١-١ المراجعة الفنية وتختص بالآتي:	١٠/٣
٣-١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء	١١/٣
٣-١-٦-١-٣ ضبط الجودة	١١/٣
٣-١-٦-٢ الجهاز الفنى	١١/٣
٣-١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ	١١/٣
٣-١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين	١٢/٣

٣-١-٦-٢-٣ العمالة الفنية	١٣/٣
٣-١-٦-٢-٤ الصيأنة والحماية الميكانيكية	١٣/٣
٣-١-٦-٢-٥ المخازن	١٣/٣
٣-١-٦-٣ الشئون المالية والإدارية	١٤/٣
٣-١-٦-٣-١ الشئون الإدارية	١٤/٣
٣-١-٦-٣-٢ شئون الأفراد	١٤/٣
٣-١-٦-٣-٣ خدمات معأونة	١٥/٣
٣-١-٦-٣-٤ الشئون المالية	١٥/٣
٣-١-٦-٤ الأمن	١٧/٣
٣-١-٦-٤-١ الأمن الإدارى	١٧/٣
٣-١-٦-٤-١-٢ الأمن الصناعى	١٧/٣
٣-٢ تخطيط وتجهيز الموقع	١٧/٣
٣-٢-١ تحديد وإستلام الموقع وأعمال	١٨/٣
٣-٢-١-١ تحديد إستلام الموقع	١٨/٣
٣-٢-١ تحديد وإستلام الموقع وأعمال الرفع المساحى وإعداد الدارسات	١٨/٣
٣-٢-١-٢ أعمال الرفع وإعداد الدراسات والتجهيز	١٨/٣
٣-٢-٢ أعمال التخطيط والتنسيق وتجهيز الموقع العام	٢٠/٣
٣-٢-٢-١ الدراسات المطلوبه لعمل تخطيط سليم للموقع	٢٠/٣
٣-٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل تخطيط سليم للموقع:	٢٢/٣
٣-٢-٣ أعمال المنشآت المؤقتة	٢٢/٣
٣-٢-٣-١-العوامل الموثرة في أنشاء المنشأت المؤقتة:	٢٤/٣
٣-٣ تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية	٢٤/٣
٣-٣-١ طرق تنفيذ البيارات	٢٤/٣
٣-٣-١-١ الطرق الأسترشادية لتنفيذ البيارات (مستديرة – مربعة – مستطيلة)	٢٦/٣
٣-٣-١-١-١ طريقة الحفر بالتغويص	٢٦/٣
٣-٣-١-١-٢ طريقة الحفر بالتجريف	٣٢/٣
٣-٣-١-١-٣ طريقة الحفر بالهواء المضغوط	٣٣/٣
٣-٣-١-٢ طريقة الحفر المكشوف مع صلب جوانب الحفر	٣٨/٣
٣-٣-١-٢-١ الستائر المعدنية	٣٩/٣
٣-٣-١-٢-٢ الشدات المختلطه	٤٦/٣
٣-٣-١-٢-٣ الشدات المترابطه	٤٧/٣
٣-٣-١-٢-٤ الحوائط اللوحية	٥١/٣
٣-٣-١-٢-٤-١ طريقة الحوائط اللوحيه سابقه الصب:	٥١/٣

٣-٣-١-٢-٤-٢ طريقة تنفيذ الحوائط اللوحيه المصبوبه على بيتها	٣/٥٢
٣-٣-١-٢-٥ الحوائط الخازوقيه	٣/٥٥
٣-٣-١-٢-٥-١ طريقة التنفيذ	٣/٥٥
٣-٤ إشتراطات تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية	٣/٥٨
٣-٤-١ الطلمبات	٣/٥٨
٣-٤-٢ المحركات الكهربائية	٣/٥٩
٣-٤-٢-١ ضبط المحورية Alignment	٣/٦٢
٣-٤-٢-٢ بدء التشغيل	٣/٦٣
٣-٤-٣ لوحات التحكم للمحركات MCC	٣/٦٣
٣-٤-٤ الكابلات	٣/٦٥
٣-٤-٥ المحولات	٣/٧٢
٣-٤-٦ لوحات التوزيع	٣/٧٢
٣-٥ الإختبارات	٣/٧٤
٣-٥-١ المواد	٣/٧٤
٣-٥-٢ الملحقات المعمارية (الخردوات)	٣/٧٥
٣-٥-٣ المهمات	٣/٧٥
٣-٥-٣-١ إختبار المهمات بمواقع الأنتاج Tests at Manufactures	٣/٧٦
٣-٥-٣-١-١ إختبارات الضغط الهيدروليكي Hydraulic Pressure Tests	٣/٧٦
٣-٥-٣-١-٢ إختبارات المواد والأجهزة Tests of Materials and Apparatus	٣/٧٧
٣-٥-٣-١-٢-١ المصافى الميكانيكية	٣/٧٧
٣-٥-٣-١-٢-٢ البوابات	٣/٧٧
٣-٥-٣-١-٢-٣ إختبار المحركات الكهربائية	٣/٧٩
٣-٥-٣-١-٢-٤ الإختبارات على لوحات التوزيع الكهربائية (المجمعة)	٣/٨١
٣-٥-٣-١-٣-٥ وحدات التوليد	٣/٨١
٣-٥-٣-١-٣ الطلمبات المغموره Submerged Pumps	٣/٨٢
٣-٥-٣-٢ إختبارات المهمات بمواقع التنفيذ Tests at site	٣/٨٣
٣-٥-٣-٢-١ إختبار المهمات الميكانيكية	٣/٨٣
١ – المحركات الكهربائية	٣/٨٣
٢ – لوحات التوزيع الكهربية	٣/٨٣
٣ – الكابلات الكهربائية	٣/٨٤
٤ – الطلمبات	٣/٨٤
٤-١ بالنسبة للطلمبات المركبة بالبئر الجاف	٣/٨٤
٤-٢ بالنسبه للطلمبات الغاطسة Submersible Pumps	٣/٨٥

٣-٤ الطلمبات الحلزونية Screw Pumps	٨٦/٣
٥- المصافى الميكانيكية Mechanical Screens	٨٦/٣
٦- مهمات وحدات الرفع Lifting Units Equipment	٨٦/٣
٣-٥-٣-٢-٢- معدات التشغيل الكهربائية Electrical Switchgear	٨٧/٣
١- قائمة المراجعة Check List	٨٧/٣
٢- القياسات الواجب إجراؤها	٨٨/٣
٣- التفتيش على الآتى:	٨٨/٣
٤- إختبار الضغط العالي للوحات التشغيل	٨٩/٣
٥- إختبار المحولات	٨٩/٣
٣-٦ تجارب الأداء والإستلام	٩٠/٣
٣-٦-١ خطوات تجارب الأداء والمعايير المسموح بها	٩١/٣
٣-٦-١-١ شروط عامة	٩١/٣
١ - المواد	٩٢/٣
٢ - الملحقات المعمارية (الخردوات)	٩٢/٣
٣ - المهمات الميكانيكية والكهربائية	٩٢/٣
١ - قبل تركيب المهمات	٩٣/٣
٢ - أثناء التركيب	٩٤/٣
٣ - بعد إتمام التركيب	٩٤/٣
٣-٦-٢ الإختبارات الكهربائية قبل التشغيل وإطلاق التيار	٩٥/٣
٣-٦-٣ الإختبارات بعد إطلاق التيار الكهربائي	٩٦/٣
٣-٦-٤ إختبارات الطلمبات	٩٧/٣
٣-٦-٥ تجارب الإستلام الابتدائي لوحدات الرفع	٩٧/٣
٣-٧ الأعمال المدنية	٩٧/٣

الفصل الأول

الدراسات الإبتدائية

الفصل الأول
الدراسات الإبتدائية

عند البدء فى تصميم أعمال محطات رفع المخلفات السائلة (Pumping Stations) الواردة من مدينة أوقرية أو تجمع سكانى فان ذلك يقتضى القيام بالدراسات التالية:

١. عدد السكان والأنشطة المختلفة.
٢. تحديد الفترة التصميمية.
٣. إختيار موقع محطة الرفع.
٤. تحديد المناطق المخدومة.
٥. وسائل التحكم والحماية.
٦. نظام الـ Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA
٧. حساب التصرفات التصميمية.
٨. المخطط العام لشبكة الصرف الصحى.
٩. الأعمال المساحية.
١٠. دراسات التربة.
١١. التحكم في الروائح.

١ – عدد السكان والأنشطة المختلفة

١-١ مراحل النمو السكانى

عند دراسة التعداد السكاني للمدينة أوالقرية أوالتجمع السكانى بهدف تصميم محطات الرفع يتم دارسة النمو السكانى طبقا للمراحل التاليه:

١-١-١ مرحلة البداية والإزدهار

وتتسم هذه المرحلة بمعدل زيادة سكائية متزايدة على صورة زيادة هندسية.

١-١-٢ مرحلة الإستقرار

وهى التى تستقر فيها عوامل جذب السكان مما يستدعى معه توسع سكانى بمعدل ثابت ويكون حساب نمو التجمع السكنى طبقا للطريقة الحسابية.

١-١-٣ مرحلة التشبع

وهى مرحلة الوصول إلى الزيادة المتناقصة للنمو السكانى نتيجة توقف عوامل الجذب أونتيجة إنشاء تجمعات سكنية أخرى مجاورة ذات عوامل جذب أقوى. وعلى المصمم الأخذ فى الإعتبار الفرق بين التنبؤ فى النمو السكانى لمجتمع عمرانى قائم ومجتمع عمرانى جديد.

٢ – الفترات التصميمية

٢-١ الأعمال المدنية

يتم تصميم الأعمال المدنية لمحطات الرفع ومبانى الخدمات بالتنسيق مع الأعمال الكهروميكانيكية وتوريداتها لتحقيق متطلبات الخدمة حتى سنة الهدف والتى تتراوح بين ٤٠-٥٠ سنة.

٢-٢ الأعمال الميكانيكية والكهربائية

يعتمد تحديد الفترات التصميمية لمحطات الرفع على طبيعة تدرج التصرفات الحالية والمستقبلية الواردة لهذه المحطات حتى سنة الهدف وذلك على النحو التالى:

أ – بالنسبة للمحطات التى تخدم تجمعات سكنية قائمة ولها زيادة سكانية ثابتة تقريبا" بالإضافة إلى زيادة معدلات إستهلاك المياه فإن هذه المحطات تتزايد تصرفاتها بصورة متدرجة على مدى الفترة التصميمية وبمعدل محدود وعلى ذلك يتم تصميم وحدات الرفع على أساس فترة تصميمية تتناسب مع العمر الإفتراضي لهذه الوحدات ويؤخذ ١٥ سنة مضافا إليها فترة التصميم والتنفيذ (بدء التشغيل). ويتم بعدها إستبدال هذه الوحدات بأخرى جديدة يراعى فيها التصرفات الخاصة بالفترة التصميمية التالية.

ب- بالنسبة للمحطات التى تخدم تجمعات سكنية جديدة فإن الزيادة السكانية لها تكون مضطردة مما يترتب عليه تغييرات غير منتظمة فى التصرفات الواردة بالمحطة على الفترات الزمنية المتتابعة مما يستدعى مراعاة وجود مراحل تنفيذية لتركيب وحدات الرفع لمجابهة تطور ورود التصرفات حتى سنة الهدف مع مراعاة العمر الإفتراضى للطلمبات.

جـ- بالنسبة للمحطات التى تخدم مناطق لها طابع خاص والمحطات الرئيسية التى يصعب معها التغيير المستمر لوحدات الرفع أوالقرى السياحية والتى تختلف فيها التصرفات الواردة للمحطة إختلافا كبيرا خلال فصول العام وفى هذه الحالة يتم تركيب مجموعات مختلفة التصرفات من وحدات الرفع تعمل فى الفصول المصممة لها ويترتب على ذلك زيادة سنوات العمر الإفتراضى للمعدات وتكون الفترة التصميمية ٢٠ – ٣٠ سنة.

٣ – محطات الرفع

حيث أن مواسير الصرف الصحى تقوم بتجميع مياه الصرف الصحى من المنازل والمنشآت والمصانع والوحدات المختلفة وتنقلها بعيداً عن التجمعات السكنية بالإنحدار الطبيعى فإن هذه المواسير تكون مائلة بدرجة كافية تسمح بسريان تلك المياه خلالها بسرعة مناسبة.

وكلما زادت أطوال خطوط الشبكة إزداد عمق المواسير تحت الأرض وعندما يصل عمق المواسير إلى الحد الذى ترتفع فيه تكلفة تركيبها وتتعذر معه إجراءات صيانتها يتم إنشاء محطة رفع فى هذا الموقع لضخ المياه فى مواسير طرد حتى تصل إلى محطة المعالجة. تصب شبكات الصرف الصحى تصرفاتها فى بيارة تجميع حيث يتم تركيب الطلمبات إما مباشرة فى هذه البيارة (بئر مبتل) أويخصص جزء من البيارة لتركيب الطلمبات (بئر جاف) وتؤخذ العوامل الآتية عند تحديد نوع المحطة:

أ. المساحة المتاحة لمحطة الرفع.
ب.نوع التربة بموقع المحطة.
ت.كمية التصرفات الواردة للمحطة.

٣-١ أنواع محطات رفع مياه الصرف الصحي

وهناك نوعان من محطات الرفع يمكنها إستقبال المخلفات السائلة وضخها بواسطة الطلمبات إلى محطة معالجة مياه الصرف الصحى عن طريق خط الطرد.

وبذلك تقسم محطات الرفع لمياه الصرف الصحى إلى نوعان طبقا لنوع البيارة وشكلها والقدرة الإستيعابية كالتالى:

٣-١-١ النوع الأول

وتستخدم فى محطات الرفع ذات التصرفات المتوسطة والصغيرة. بيارة البئر المبتل Wet well وبداخلها الطلمبات الغاطسة.

أ. المكونات

تتكون من البئر المستقبل للمخلفات السائلة والغرض منه هو تخزين مؤقت ولفترة قصيرة للمخلفات السائلة التى ترد إلى محطة الطلمبات بحيث تعمل الطلمبات بإنتظام قدر الإمكان ولفترات كافية ويفضل أن تكون البيارة أصغر ما يمكن وبما لا يعوق أعمال التركيبات الميكانيكية وذلك إقتصادا للتكاليف الإنشائية وكذلك لمنع بقاء المخلفات فى البيارة مدة طويلة حتى لايحدث فيها ترسيب للمواد العالقة إلى القاع حيث تبقى فيها لتتحلل وليتصاعد منها الروائح الكريهة وفي هذا خطورة على العاملين وتلوث بيئي للمباني المحيطة وقد تسبب تغيراً فى خصائص المخلفات السائلة. وأيضاً تزود بفتحات للتهوية وتغذى البيارة من ماسورة الإنحدار التى يركب عليها محبس سكينة أوبوابة للتحكم كما توفر للبيارة الإضاءة اللازمة لها.

ب. الطلمبات المستخدمة

الطلمبات المستخدمة من النوع الغاطس وهى عبارة عن وحدة واحدة تشمل الطلمبة والمحرك والطلمبة تكون من النوع الطاردة المركزية لضخ المياه الخام وتكون ذات غلاف خارجى محكم يحتوى بداخله المروحة (داخل الجسم الحلزونى) والمحرك الكهربائى وذلك بعكس الطلمبات الرأسية التى يرتبط أجزائها عن طريق أعمدة الكردان أويتصلا أتصالاً مباشراً عن طريق كوبلنج.

الطلمبة الغاطسة يتم تبريدها عن طريق الوسط المحيط بها أو تزود بقميص خارجي عن طريق مياه من الوسط المحيط أوالمياه النقية أوتبريد بالزيت.

٣-١-٢ النوع الثاني

وتستخدم فى محطات الرفع ذات التصرفات الكبيرة والمتوسطة. بيارة البئر المبتل والجاف.

أ – مكونات محطة الرفع

تنقسم محطة الرفع إلى جزئين هما:

أ – البئر المبتل (Wet Well) أوبيارة المحطة.

ب – البئر الجاف (Dry Well) أوعنبر الطلمبات.

البئر المبتل

وهو الذى يستقبل مياه الصرف الصحى والغرض منه هو التخزين المؤقت للمياه التى ترد إلى المحطة قبل رفعها بالطلمبات وعادة لا تبقى المياه فى البيارة مدة طويلة حتى لايحدث ترسيب للمواد العالقة إلى القاع مما يؤدى إلى تحللها وتصاعد الروائح الكريهة وفى هذا خطورة على العاملين والبيئة المحيطة.

ويتم تزويد البيارة بغطاء ذو فتحة لعمل الإصلاحات اللازمة وأيضاً تزود بفتحة للتهوية وينشأ قاع البيارة بحيث يكون مائلاً بدرجة كبيرة ويتراوح الميل من (١ :١٠) إلى (١:٢٠) ومنحدراً نحو مواسير المص وذلك لمنع أى ترسيب بقاع البيارة وتغذى البيارة من ماسورة الإنحدار التى يركب عليها محبس سكينة للتحكم فى كميات المياه الداخلة للمحطة كما توفر للبيارة الإضاءة اللازمة لها ويجب مراعاة أن تكون مواسير المص لكافة الطلمبات فى منسوب واحد ومنخفض عن منسوب ماسورة الدخول بما لا يقل عن ١.٥ متر مع مراعاة عمق مياه الغمر اللازم لتشغيل الطلمبات حتى لا تنقطع المياه عن بعض الطلمبات عند إنخفاض المنسوب والمسافة المسموح بها بين قاع البيارة وفتحة كوع السحب تساوى حوالى ٣٠سم أو نصف قطر ماسورة المص أيهما أكبر حتى لا تدخل الرواسب إلى الطلمبات وتسبب مشاكل بها.

البئر الجاف

يحتوى على الطلمبات والمحركات ومعدات التحكم فى التشغيل وفى المحطات الصغيرة ينشأ البئر الجاف تحت سطح الأرض ملاصقاً للبئر المبتل (البيارة) وفيه توضع الطلمبات والمحركات معاً. وفى هذه الحالة يزود سقف البئر الجاف بفتحة مناسبة إلا أنه فى محطات الرفع ب الكبيرة يقام مبنى المحركات فوق البئر الجاف ومنه يمكن النزول إلى مكان الطلمبات ويتم وضع الطلمبات الإحتياطية ولوحة التحكم والونش الخاص برفع المهمات داخل غرفة المحركات.

ب – الطلمبات المستخدمة

يتم إستخدام الطلمبات الرأسية أوالأفقية فى محطة الرفع حيث تركب داخل الحجرة الجافة وتسحب المياه لرفعها من البئر المبتل . وتتميز الطلمبات الرأسية بالآتى:

- يحفظ منسوب المياه فى البيارة بصفة مستمرة أعلى من منسوب ريشة الطلمبة .
- تحتاج الطلمبات الرأسية إلى حيز أقل من اللازم للطلمبات الأفقية مما يوفر فى تكاليف إنشاء عنبر الطلمبات.
- تدار الطلمبة الرأسية بعمود رأسى (عمود كردان) متصل بمحرك كهربائى مركب أعلى غرفة الطلمبات على المنسوب الذى يحمى هذه المحركات من تسرب أى مياه رشح إليها وتصبح المحركات عندئذ فى مأمن فى حالة غرق الطلمبات لأى سبب كما تبقى بعيدة عن جلندات مواسير المص أوالطرد وبالتبعية عن أى خلل أوكسر يحدث بها وبذلك تضمن أن المحركات مركبة فى غرفة جافة نظيفة بعيدة عن الرطوبة. كما يزود البئر الجاف بطلمبات غاطسة بتصرف من ٥ إلى ١٠ لتر / ثانية ورفع مانومترى من ٦ إلى ١٥ متر لنزح المياه المتسربة من جلندات الطلمبات الرئيسية أو المتراكمة أثناء أعمال الصيانة وترفع هذه الطلمبات المياه إلى البيارة المبتلة.

جـ– إختيار البديل المناسب

جدول (١–٢) يوضح المميزات والعيوب للأنواع السالفة الذكر من محطة الرفع.

جدول رقم (١-٢) المميزات والعيوب للأنواع المختلفة من محطات الرفع

م	المقارنة	النوع الاول	النوع الثانى
١	الطلمبات	طلمبات غاطسة	طلمبات رأسية أوأفقية
٢	قطر البيارة	حوالى (٣/٢ ق) لنفس التصرف	(ق) لنفس التصرف
٣	التكلفة	تقل التكلفة بحوالى ٤٠% عن النوع الثانى	تزيد التكلفة بحوالى ٤٠%عن النوع الأول
٤	التشغيل والصيانة	صعوبة أعمال التشغيل والصيانة لوجود الطلمبات الغاطسة يتطلب عمالة مدربة	سهولة أعمال التشغيل والصيانة بالاضافة إلى خبرة القائمين على أعمال التشغيل والصيانة
٥	التركيب	يكون أسهل	تحتاج إلى دقة وخبرة في التركيب
٦	نظام مواسير الغسيل	لا يوجد	تحتاج إلى عمل نظام غسيل عن طريق ربط خط مواسير الطرد الرئيسى بخطوط مواسير سحب الطلمبات

ومن خلال إستعراض الخصائص المختلفة لنوعي محطات الرفع فإن إستخدام بيارة الطلمبات الغاطسة (النوع الأول) للتصرفات الصغيرة وإستخدام بيارة البئر الجاف والمبتل (النوع الثانى) للتصرفات الكبيرة مع مراعاة الإقتصاد فى تكاليف الإنشاء بقدر الإمكان.

٣-٢ البيارات

- يتوقف إختيار الأبعاد البينية لمواسير سحب الطلمبات فى البيارة على أقصي معدل تصرف للطلمبة Q مع مراعاة أن تكون أقطار مواسير السحب بحيث تكون سرعة المياه فيها آمنة لتشغيل الطلمبة بدون حدوث ظاهرة التكهف وبحيث لا تزيد عن ٣ متر/ثانية. يتوقف أختيار أبعاد البيارة على أساس التصرفات الواردة اليها.

١ - البيارة المبتلة بطلمبات غاطسة وذلك للتصرفات الآتية:

٢٠ ل/ث – ١٠٠ ل/ث قطر (٣-٤) م.

١٠٠ ل/ث – ١٥٠ ل/ث قطر ٥م.

١٥٠ ل/ث – ٢٠٠ ل/ث قطر ٦م.

٢ – البيارات الجافة/مبتلة طلمبات رأسية (إتصال مباشر أو عامود كردان) للتصرفات الآتية:

٢٥٠ ل/ث – ٣٠٠ ل/ث قطر ١٠م.

٣٠٠ ل/ث – ٤٠٠ ل/ث قطر ١٢م.

ويتم الرجوع فى ذلك إلى الحسابات المذكورة بالفصل الثانى (بند ٢-١-١٠)

ملحوظة:

– يتم تصميم أقطار البيارات طبقا" للتصرفات القصوى للمرحلة النهائية للمشروع.

٣-٣ الشكل

يتم تحديد شكل البيارة مستطيلة أومستديرة طبقا لنوعية التربة ومنسوب المياه الجوفية وأسلوب الإنشاء المتبع ويمكن تقسيم البيارة من الداخل حسب نوع الطلمبات المستخدمة.

٣-٤ القدرة الإستيعابية (السعة)

– التصرفات الصغيرة حتى ٤٠ لتر/ث
– التصرفات المتوسطة من ٤٠-٣٠٠ لتر/ث
– التصرفات الكبيرة اكبر من ٣٠٠ لتر/ث

ملحوظة : للتصرفات فى حدود ١٠لتر/ث يكتفى بمطبق أو يتم إستخدام بيارة قطر ٣متر على الأقل لمراعاة أعمال التنفيذ المدنى والميكانيكى بميول (١:١).

٤ – إختيار موقع محطة الرفع

يلزم أن تتوافر فى الموقع الشروط الآتية:

- أن يكون الموقع بالأماكن ذات المناسيب المنخفضة لتقليل تكاليف الإنشاء سواء للشبكات أوللمحطة ويفضل أن تتوسط بقدر المستطاع منطقة الصرف.
- يفضل أن يكون الموقع فى أراضى مملوكة للدولة لتفادى إجراءات نزع الملكية.
- مراعاة أن يكون مسارات شبكة الإنحدار التى تخدم هذا الموقع لاتتقاطع مع العوائق المائية ذات الأعماق الكبيرة كلما أمكن ذلك.
- أن يكون الطريق المؤدى للمحطة والمار به خطوط الإنحدار المؤدية إليها وخطوط الطرد بعرض كاف لإستيعاب هذه الخطوط مع سهولة الوصول للمحطة وتجنب الطرق السريعة كمسارات للخطوط قدر الإمكان.
- عدم وجود عوائق بالموقع (أنابيب غاز – خطوط كهرباء .....).
- أن يكون الموقع قريب قدر الإمكان من أماكن التغذية بالكهرباء والمياه.
- يراعى ألايزيد عمق ماسورة الداخل للمحطة على ٦,٥متر فيماعدا الحالات التى تتطلب الدارسة الفنية والأقتصادية لها زيادة العمق عن ذلك.
- أن يكون الموقع بعيدا" عن المنشآت القائمة بمسافة كافية.
- مراعاة النواحى البيئية مع تجنب تداخل موقع المحطة مع مواقع منشآت التغذية بمياه الشرب على درجة الخصوص.
- أن يكون الموقع مطابق للإشتراطات الصحية الواردة بقرار وزير الصحة ٢٧ لسنة ١٩٩٧.

٥ – تحديد المناطق المخدومة

يعتمد إعداد المخطط العام لشبكات الصرف الصحى للمدينة أوللقرية على المخطط العمرانى والتخطيط الهيكلى وطبوغرافية المنطقة ويراعى عند إعداد المخطط العام لشبكات الصرف الصحى الإستفادة الكاملة من طبوغرافية المنطقة لتقليل عدد محطات الرفع إلى أقل عدد ممكن، وتخدم كل محطة منطقة ويفضل أن تكون خالية من العوائق(سكة حديد– ترع) وتصب هذه المحطات مباشرة إلى محطات المعالجة (محطات رئيسية) أو إلى محطة أخرى قريبة أوإلى المجمعات الرئيسية.

٦ – وسائل الحماية والتحكم

٦-١ وسائل الحماية

الغرض من إستخدام وسائل الحماية هو:

أ. حماية البيئة من التلوث بفعل المخلفات السائلة ورواسبها والغازات المبنعثة منها وذلك بتغطية جميع الفتحات الموجودة بالمحطة بالطرق المناسبة مع عمل الحواجز والدرابزينات حول المحطة لمنع الأفراد من الدخول إليها لغير المختصين مع مراعاة وسائل التهوية المناسبة والتى لاتسبب تأثيرا مباشرا على البيئة المحيطة بالمحطة.

ب. حماية الأفراد العاملين بالمحطة من الأخطار الناتجة عن تعاملهم المباشر مع المخلفات السائلة وما قد تسببه من إختناق وأمراض وأوبئة وذلك بإستخدام أجهزة الوقاية من أسطونات أكسجين والبدل العازلة والفقازات والأحذية العازلة وخلافه.

ت. حماية وحدات الرفع وخطوط الطرد من الإنسداد والتآكل بإستخدام المصافى وأحواض ترسبب الرمال ووحدات تصفية وترسيب إذا لزم الأمر.

ث. الحماية ضد أخطار التعرض للصدمات الكهربائية الناتجة عن ملامسة الواحدات المتصلة بالتيار الكهربائى وأخطار الحوادث الناتجة عن الأجزاء الدوارة بالمهمات الميكانيكية للمحطة وذلك بتطبيق تعليمات ومقتضيات الأمن الصناعى.

ج. حماية المعدات الميكانيكية والأجهزة الكهربائية بإستخدام مبينات التيار والجهد وإستخدام وسائل الفصل التلقائى – فى حالة زيادة الحمل أوإختلاف الجهد أوقصر الدائرة.

ح. الحماية ضد إنخفاض أوإرتفاع مناسيب المخلفات السائلة فى بيارة التجميع بإستخدام وسائل الإنذار الصوتى والضوئى المناسبة.

خ. الحماية ضد التشغيل الجاف للطلمبات.

د. الحماية ضد إرتفاع درجة حرارة كراسى الإرتكاز وملفات المحركات الكهربائية.

٦-٢ وسائل التحكم

تستخدم وسائل التحكم فى محطات الرفع بغرض تنظيم إستخدام المعدات للحصول على أحسن أداء بما يضمن التشغيل الأمثل لهذه المعدات مع عدم حدوث خلل فى معدلات التشغيل للمحطة يؤدى إلى ظاهرة الطفح أوتخزين المخلفات بالشبكة (مواسير الأنحدار) مما يسبب إنسدادها وتآكلها نتيجة

تراكم الرواسب بها أو بالبيارات وغرف التفتيش علاوة على إنبعاث روائح كريهة والتلوث البيئى. وعادة يتم الجمع بين نظم التشغيل اليدوى والأوتوماتيكى فى جميع المحطات لتحقيق هذا الغرض. ويتم إختيار نظام التشغيل والتحكم طبقا للحالة سواء كانت تشغيل مستمر متوافق بالمضخات والأجهزة الملحقة بها أوحدوث أعطال مفاجئة أومواجهة أحمال كبيرة غير طبيعية سواء عند تصرفات الذروة أوالأمطار الغزيرة أوحدوث كسور بخطوط المواسير وتنقسم نظم التحكم المختلفة إلى الآتى:

٦-٢-١ وسائل التحكم الميكانيكية

كالمبينات الميكانيكية والمنظمات والعوامات مبينات الضغط والتصرف وأنظمة الحماية من المطرقة المائية.

٦-٢-٢ وسائل التحكم الكهربائية

مثل أجهزة التحكم ونقل الأشارات والحاسبات الآلية وأجهزة التحكم المبرمج والأجهزة الذكية للتحكم فى تشغيل وحدات الرفع والمحابس.

٦-٢-٣ وسائل التحكم الهيدروليكية والبنيوماتيكية

كأجهزة تشغيل المحابس والبوابات والتحكم فى المناسيب والقياس.

٦-٢-٤ نظام الـ Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA

"**الاشراف والمراقبة وجمع البوابات والتحكم بها**"

وتقوم هذه الأنظمة بنقل البيانات إلى قلب النظام والذي هو عبارة عن حاسب رئيسي يتلقى الأوامر من عدد مِن الوحداتِ الطرفية البعيدةِ أوالمتحكمات المنطقية المبرمجة وسيتم تناول هذا النظام تفصيليا بالفصل الثانى.

٧ – التصرفات التصميمية

٧-١ التصرفات الواردة لمحطة الرفع

يتم حساب التصرفات كما ورد بالكود المصرى لتصميم وتنفيذ خطوط المواسير لشبكات مياه الشرب والصرف الصحى.

٨ – المخطط العام

بعد تحديد وإختيار الموقع يتم إعداد المخطط العام للمحطة بهدف توزيع مكوناتها الرئيسية حسب نوع المحطة رئيسية أو فرعية آخذا فى الإعتبار العناصر المساحية والهيدروليكية والإنشائية والميكانيكية والكهربائية على النحو التالي:

- الرفع المساحى للموقع ومناسيبه.
- ربط الموقع بالطرق العمومية.
- إتجاه دخول خطوط الإنحدار وخروج خطوط الطرد.
- توزيع وحدات المحطة وارتباطها بما يساعد على سهولة التشغيل واداء الغرض منها مع ترك المسافات المناسبة بين وحدات المحطة والمبانى الملحقة لضمان سهولة الأعمال الأنشائية وتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة للمهمات الميكانيكية والكهربائية وإمكانية التخلص من المخلفات الناتجة من أعمال التطهير والتصفية داخل بيارة التجميع.
- تزويد الموقع بالمرافق اللازمة مثل شبكات التغذية بمياه الشرب والصرف الصحى للمبانى الإدراية ومكافحة الحريق ورى المسطحات الخضراء وإنارة الموقع والاتصالات.
- إقامة سور خارجى لحماية الموقع من المؤثرات الخارجية شاملا" الحراسة والاستعلامات.
- توفير المبانى الإدراية ومبانى الخدمات والمسطحات الكافية للخزانات (الوقود والتبريد) والمعدات التى تركب خارج المبنى.
- تحقيق التنسيق المعمارى بين وحدات ومبانى المحطة من حيث الارتفاعات والابعاد والمسافات اللازمة للتهوية والإضاءة الطبيعية مع تجميل الموقع.
- إنشاء الطرق الداخلية المناسبة مع تزويدها بالميول اللازمة وتصميم شبكات للتخلص من مياه الأمطار.

المخطط العام لمحطات الرفع

تتضمن أنواع محطات الرفع المقترح إستخدامها وتنقسم إلى نوعين رئيسين وهما:

أ – محطات الرفع الرئيسية.

ب – محطات الرفع الفرعية.

أولاً : محطات الرفع الرئيسية

وهى تقوم برفع مياه الصرف الصحى مباشرة من خلال خط الطرد حتى محطة المعالجة. ومن المقترح تخطيط الموقع العام لها بحيث يستوعب مبانى الخدمات الضرورية واللازمة لأعمال التشغيل والصيانة والحماية وهى كالتالى:

- مبنى الإدارة الرئيسى ويحتوي على مبنى البيارة وعنبر التشغيل والمحركات ولوحات التوزيع الكهربائية.
- مبنى المخزن والورشة ويحتوى على:
  - الورشة بكامل تجهيزاتها.
  - المخزن.
- مبنى المولد والمحولات.
- غرفة الأمن.

هذا بالإضافة إلى المكونات المطلوبة للموقع العام من سور وبوابة وطرق وشبكة إنارة وتغذية مياه وصرف صحى وخلافه.

ثانياً : محطات الرفع الفرعية

وهى التى تقوم بتجميع مياه الصرف الصحى ورفعها من خلال خط الطرد وحتى محطات الرفع الرئيسية. ومن المقترح تخطيط الموقع العام لها بحيث تستوعب مبانى الخدمات الضرورية واللازمة لأعمال التشغيل والصيانة والحماية وهى كالتالى:

- مبنى الإدارة ومبنى البيارة وعنبر التشغيل ولوحات التوزيع الكهربائية.
- مبنى المحولات.
- مبنى المولد.
- مبنى المخزن.
- غرفة الأمن.

هذا بالإضافة إلى المكونات المطلوبة للموقع العام من سور وبوابة وطرق وشبكة إنارة وصرف صحى وتغذية بالمياه وخلافه.

٩ – الأعمال المساحية

تجرى الأعمال المساحية بموقع محطات الرفع بهدف الآتى:

- رفع المعالم الرئيسية المحيطة بالموقع من طرق – مصارف – ترع ....وخلافه.
- تحديد نقطة ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى مكان مناسب مع توصيفه للرجوع إليه.
- تحديد المنسوب المطلق للمحطة لحساب الرافع الإستايتكى للمحطة.
- تحديد التسوية المطلوبة لموقع البيارة بالنسبة لطريق الخدمة للمحطة.

١٠– دارسات التربة

يلزم عند تصميم وتنفيذ محطات الرفع إجراء أبحاث التربة والأساسات بهدف الآتى:

- تحديد الأجهادات الازمة لتصميم أساسات محطة الرفع ومبانى الخدمات.
- تحديد نوعية وأعماق الأساسات.
- تحديد أسلوب تنفيذ البيارة وأسلوب الإنشاء.

- تحديد منسوب المياه الجوفية ونوعيتها ونوعية التربة لتحديد كمية ونوعية الأسمنت المستخدم والمواد العازلة لحماية المنشآت.

ويراعى ذلك بالإضافة إلى ذلك ماجاء بالكود الخاص بالأساسات وإختبارات التربة.

١١- التحكم فى الروائح (Odour Control)

- تنتج الروائح من الهيدروجين سلفيد (تحلل المركبات العضوية وتصاعد أبخره أخرى لعمليات كيميائية مختلفة) التحلل ينتج من الميركبتانتس للكبريت العضوى ويمكن التنبؤ به عند 005. جزء فى المليون وهو له تأثير سام على التنفس عند تركيز ١٠جزء فى المليون ويوجد أعلى تركيز للروائح فى أماكن تجمع الصرف الخام والمصافى وتجمعات المخلفات الصلبة والحمأة المغلظة ومعدات المعالجه الأولية.
- وكذلك تمثل كمصدر ثانوى للروائح فى محطات الرفع وفلاتر التغليظ ويلزم أن يكون معدلات التهويه فى أماكن الأنبعاثات (البيارة الرطبة والمصافى) لهذه الروائح من ٦-٢٠ مرة فى الساعة.
- ويوجد العديد من النظم والمعدات للتحكم فى الروائح منها نظم الامتصاص (Adsorption)، النظم العضوية (Biological)، وكذلك الفلاتر المبتله (Wet scrubbers) هذا ونظراً لمصاحبة هذه الروائح لكميات عاليه من الرطوبه والاحتمالات العاليه لحدوث صدأ نتيجة وجود كبريتات الهيدروجين ينبغى أن تكون نافخات الهواء / المراوح (Blowers) ومجارى الهواء والمواسير مصنوعة من مواد ضد الصدأ مثل البلاستيك والفيبر جلاس أو من الصلب المعالج ضد الصدأ.

نظم الامتصاص

وتستخدم عادة جرايتول من الكربون النشط والذى يمتص المركبات العضوية والغير عضوية ويكون الجرايتول داخل خزان به مصفاه ومروحة لدفع الهواء داخل الخزان ويخرج الهواء غير محملا بالروائح.

النظم البيولوجية

وتستخدم للتخلص من الروائح العضوية والغير عضوية وفى ذلك يسحب الهواء المحمل بالروائح بواسطة مراوح التهوية (aeration blowers) وعندئذ يستخدم نظام الحمأة النشطة لإزالة الروائح وفى هذا النظام يجب مراعاة ظاهرة حدوث صدأ فى معدات التهوية مثل النافخات (Blowers) جراء وجود أبخرة رطبة محملة بمؤكسدات، أيضاً يمكن أستخدام التركلنج فلتر العضوى للتخلص من الروائح من خلال مروره على فرشة مركبه من الرمال ومواد كومبوزت وبها مواسير مثقبه (Perforated pipes).

الفلتر الرطب (Wet Scrubbers)

وهى عبارة عن فلاتر مرطبة تستخدم مياه معالجة كميائية لإذابة وتقليل الروائح ويستخدم الصوديوم هيروكسيد لتقليل نسبة pH وزيادة الإذابه أما الهيبوكلوريد والصوديوم هيبوكلوريد لتقليل الروائح كطريقة كيميائية، وتتكون منظومة الفلتر الرطب من برج فلترة (مفتوح أومغلق) وبه فرش مواد بلاستيكية ونظام تغذية كيميائية وبئر مبتل بقاع البرج ومضخة تدوير ومجموعة رشاشات فى أعلى البرج ويرفع الهواء إلى أعلى عند نزول المياه من أعلى عليه.

الفصل الثانى

أسس التصميم

الفصل الثانى
أسس التصميم

٢-١ التصميم الهيدروليكى والميكانيكى

٢-١-١ تحديد حجم بيارة التخزين Sump Volume

يعتبر حجم التخزين الذى يتم حسابه هو الحد الأدنى للتشغيل الآمن تحت أصعب الظروف بإعتبار عدد مرات التشغيل لوحدات الرفع فى الساعة (أومعدل التشغيل). وعند تحديد حجم بيارة التخزين فى محطة الرفع فإن هناك عدة عوامل يجب مراعاتها وهى:

١ – العلاقة بين التصرفات الواردة وسعة الطلمبات العاملة بالإضافة إلى عدد مرات التشغيل والإيقاف فى الساعة والمقننة لمحركات الطلمبات وأجهزة بدء الحركة لها.

٢ – التصرفات الزائدة الفجائية لمنع حدوث الإرتجاع الهيدرليكى إلى شبكة الصرف الخاصة بالمحطة (adverse hydraulic conditions) أو أى أحمال إضافية عليها (surcharge).

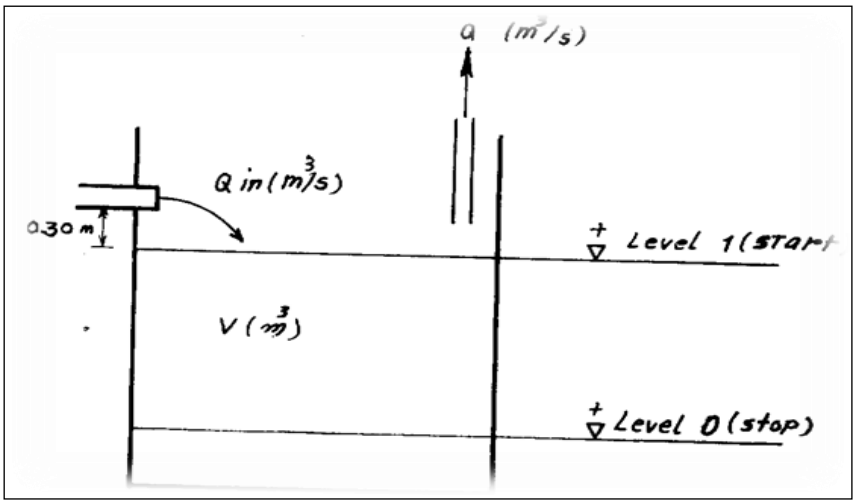
٣ – تصميم أبعاد وأماكن توزيع الطلمبات والمواسير والمحابس داخل البيارة.

٤ – توفير حجم تخزين إحتياطى والذى قد يحتاج إليه فى حالة الأعطال لإستيعاب تصرفات الذروة الواردة إلى المحطة.

ويعتبر العامل الأول هو أساس الحسابات الخاصة بتحديد حجم التخزين باليبارة ويتم التحقيق بعد ذلك من توفير العوامل الأخرى السابقة لضمان التشغيل الآمن.

٢-١-٢ حساب حجم التخزين الفعال Active Volume

يتم حساب حجم التخزين الفعال للبيارة فى محطة الرفع على أساس عدد مرات التشغيل والإيقاف لوحدات الرفع فى الساعة طبقا للقاعدة الآتية والموضحه بالشكل رقم (٢-١).



شكل (٢-١) مستويات التشغيل والإيقاف

$$T = \frac{V}{Qin} + \frac{V}{Q-Qin} \quad \text{..... (1)}$$

حيث:

- T = الزمن بين وضعى تشغيل متتاليين وهو زمن دورة التشغيل للطلمبة (ث).
- V = الحجم الفعال لبيارة التخزين وهو حجم التخزين بين منسوبى التشغيل والإيقاف للطلمبات العاملة بالمحطة (م^3) .
- Q = سعة الوحدات العاملة بالمحطة (حجم التصرفات التى يتم رفعها بواسطة هذه الوحدات) (م^3/ث)
- Q_{in} = التصرف الأقصى الوارد للمحطة (م^3/ث). وهو (التصرف المتوسط X معامل الذروة المناظرة)

يقسم زمن دورة التشغيل (T) إلى زمن العمل للطلمبات (Operating) (T_p) وزمن توقف الطلمبات لملئ البيارة (T_s) (Off Time).

$$T = T_p + T_s \quad \text{..... (2)}$$

$$Ts = \frac{V}{Qin} \quad \text{..... (3)}$$

حيث :

- T_s = وهو الزمن اللازم لملئ حيز التخزين بالبيارة بين منسوب الإيقاف (level-0) ومنسوب التشغيل (level-1).

$$T_p = \frac{V}{Q-Qin} \quad \text{..... (4)}$$

حيث :

- T_p = الزمن اللازم لتفريغ البيارة بين منسوب التشغيل (level-1) ومنسوب الإيقاف (level-o) وذلك عندما يكون $Q \geq Q_{in} \geq O$

أما عندما يكون $Q < Q_{in}$ فإن منسوب المياه داخل البيارة سوف يزادد حتى حالة تشغيل الطلمبات بصفة دائمة.

ويمكن إعادة كتابة المعادلة (1) على الصورة الآتية:

$$\mathbf{T= V \{} \frac{1}{Q_{in}} + \frac{1}{Q-Q_{in}} \mathbf{\}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

ومنها يتضح ان زمن دروة التشغيل (T) هو دالة فى التصرفات الواردة (Q_{in}) عند حجم تخزين محدد (V) وسعة الطلمبات العاملة (Q).

ويمكن الحصول على التصرفات الواردة والتى عندها يكون زمن دورة التشغيل أقل مايمكن عندما يكون

$$dT/dQ_{in} = 0$$

بالتعويض فى المعادلة (5) فإن:

$$Q_{in} = \frac{Q}{2} = \varphi \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

وتسمى ϕ التصرف الحرج (Critical inflow).

أى أن زمن دورة التشغيل يكون أقل مايكون عندما تكون التصرفات الواردة Q_{in} نصف سعة الرفع للطلمبات Q وبالتعويض فى المعادلة (5) من المعادلة (6) فإن أقل زمن لدورة التشغيل:

$$T_{min} = \frac{4V}{Q} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

ومن ثم يتم تحديد أقل زمن لدورة التشغيل مقدما" وبناء عليه يتم حساب حجم بيارة التخزين التى تحقق زمن دورة T اكبر من T_{min} للتصرفات الواردة للمحطة بذلك يكون أقل حجم فعال لبيارة التخزين

$$V_{min} = \frac{T\min .Q}{4} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

ومن هذه العلاقة يمكن حساب أقل حجم تخزين فعال للبيارة لعدد محدد من مرات التشغيل للطلمبات فى الساعة.

ويمكن إستخدام نفس العلاقة (8) على الصورة الآتية:

$$V_{min} = \frac{0.9Q}{Z} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث :

Vmin = اقل حجم فعال لبيارة التخزين (متر مكعب).

Z = عدد مرات تشغيل الطلمبات فى الساعة (معدل التشغيل).

Q = تصرف الطلمبات العاملة (لتر /ثانية).

ويتوقف تحديد عدد مرات التشغيل للطلمبات فى الساعة على سعة الطلمبات ونوعها والرفع المانومترى التى تعمل ضده. ويؤخذ فى الإعتبار أنه كلما زاد عدد مرات التشغيل المطلوبة فى الساعة كلما إرتفعت تكلفة المحركات الكهربائية وأجهزة التحكم بصورة كبيرة .

وبناءا علية فإنه كلما زادت سعة الطلمبات وزاد الرفع المانومترى وبالتالى قدرة المحركات الخاصة بها فإن ذلك يستلزم تقليل عدد مرات التشغيل فى الساعة (معدل التشغيل) وذلك حفاظا على الناحية الإقتصادية فى إنشاء المحطة.

٢-١-٣ معدل التشغيل للطلمبات

تكون عدد مرات التشغيل/الساعة المسموح بها فى الحدود التالية (طبقا" لقدرات المحركات الكهربائية اللازمة لإدارة الطلمبات):

حتى ٢٠ كيلو وات	٢٠ مرة / الساعة
من ٢٠-١٠٠ كيلووات	١٠ مرة / الساعة
من ١٠٠-٢٠٠ كيلووات	٦ مرة / الساعة
أكبر من ٢٠٠ كيلووات	٣ مرة / الساعة

ويجب عند إعداد المواصفات الخاصة بالمحركات الكهربائية ذكر عدد مرات التشغيل المطلوبة فى الساعة.

والشكل رقم (٢-٢) يبين العلاقة بين زمن دورة التشغيل T (أوعدد مرات التشغيل فى الساعةZ) وبين النسبة بين التصرفات الواردة للمحطة Q_{in} إلى تصرف الطلمبات العاملة بالمحطة Q وأزمنة الإيقاف T_S والتشغيل T_P للطلمبات فى الحالات الثلاثة:

$$Q_{in}/Q = \varphi , Q_{in} < \varphi , Q_{in} > \varphi$$

٢-١-٤ تنقسم حسابات حجم التخزين إلى الحالات الثلاثة الآتية:

- محطة رفع بها طلمبة واحدة عاملة. (Single pump P.S)
- محطة رفع بها طلمبتين تعملان بالتبادل. (Alternating use of two pumps)
- محطة رفع بها أكثر من طلمبتين عاملتين. (Multi pump system)

أ - محطة الرفع ذات الطلمبة الواحدة

حجم التصرفات الواردة للمحطة خلال دورة واحدة:

$$V = Q_{in} . T$$

وبما انه يجب ان يتم رفع نفس الحجم من المحطة خلال زمن التشغيل فان:

$$V = Q\,t$$

حيث :

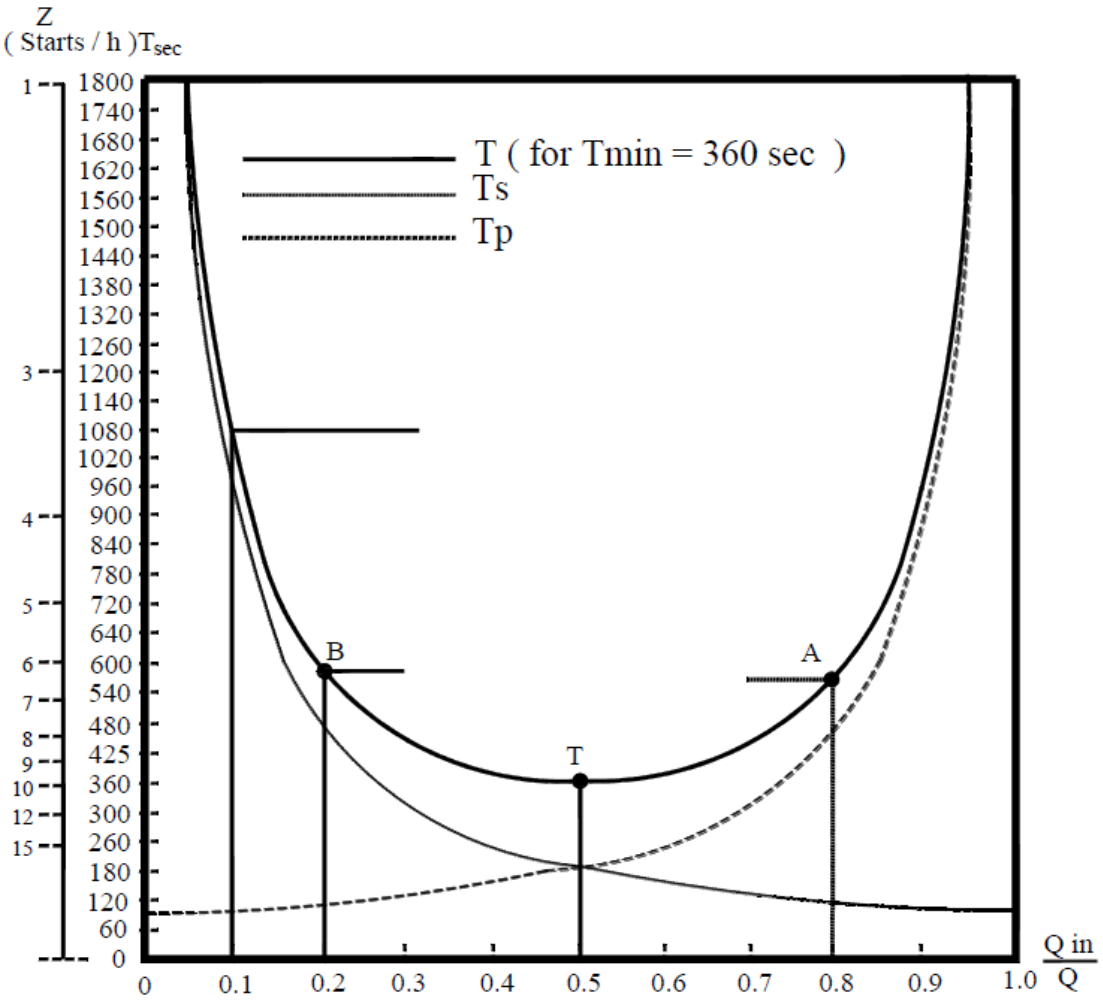
Q = معدل تصرف الطلمبة.

T = زمن عمل الطلمبة.

وعلى ذلك يكون:

$$Q_{in}.T = Q\,t$$

$$t = \frac{Q_{in}.T}{Q}$$



شكل (٢-٢) العلاقة بين زمن دورة التشغيل T وبين التصرفات الواردة للمحطة Q_{in} إلى تصرفات الطلمبات العاملة بالمحطة Q

وعند توقف الطلمبة فان الحجم V_h والمكافىء للحجم الفعال بين منسوبى التشغيل والإيقاف يتم ملؤه خلال زمن قدره (T - t)

ومن ذلك فإن زمن الدورة:

$$T = \frac{VhQ}{Q_{in}\,Q - Q_{in}^{2}}$$

ويكون معدل التشغيل (z) هو معكوس (T)

$$Z = \frac{Q_{in}\, Q - Q_{in}^{\,2}}{VhQ}$$

ومنه يتضح أن معدل التشغيل Z دالة في النسبة: Q/Q_{in}

والشكل رقم (٢–٣) يوضح العلاقة بين معدل التشغيل وتصرف الطلمبات ويمكن حساب أقصى معدل للتشغيل بإجراء التفاضل للعلاقة السابقة.

$$\frac{dZ}{dQ_{in}} = \frac{Q - 2\,Q_{in}}{VhQ}$$

وهذه النسبة تساوى صفرا عندما يكون: $Q_{in}=½\ Q$

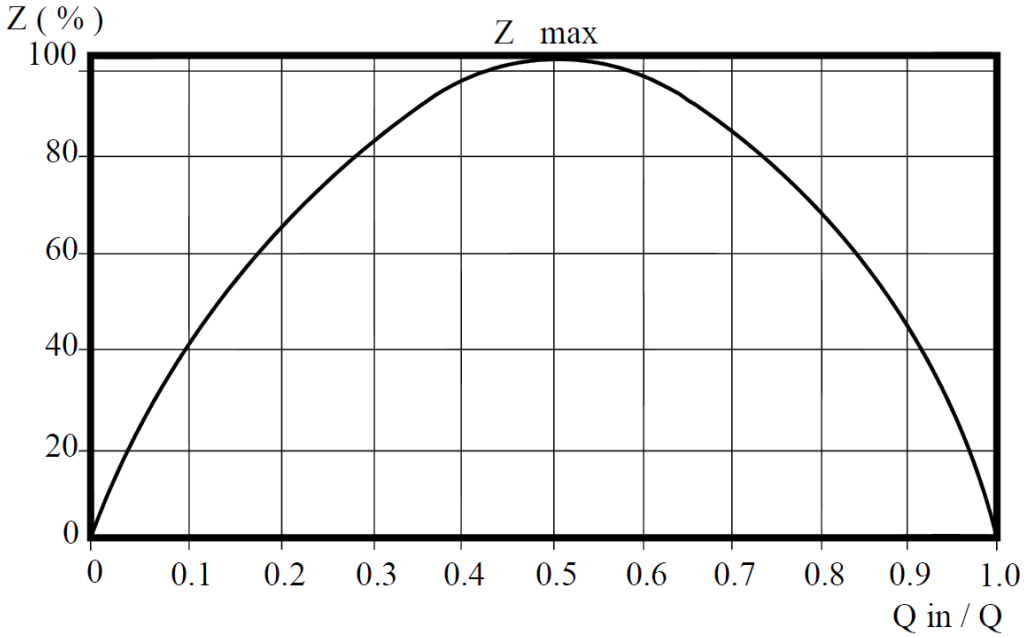
وبالتعويض بهذه القيمة للتصرفات الورادة Q_{in} فى المعادلة الخاصة بمعدل التشغيل.

ويوضح شكل رقم (٢–٣) العلاقة بين معدل التشغيل (Z) والنسبة بين التصرفات الواردة للمحطة إلى تصرف الطلمبة.

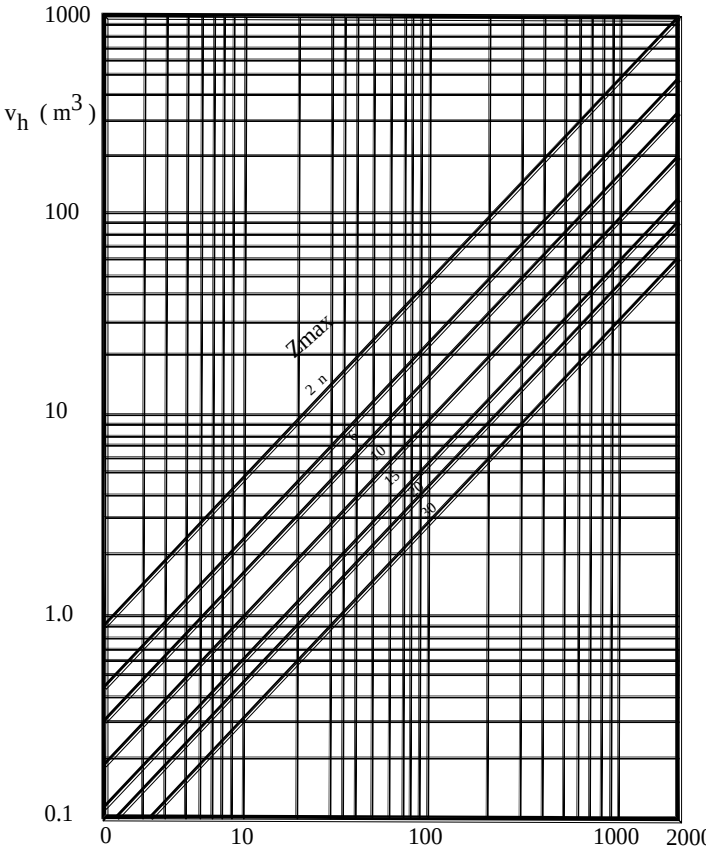
$$Z_{max} = \frac{q}{4\,Vh}$$

ومن ثم يكون الحجم الفعال vh المكافئ لأقصى معدل للتشغيل

$$\mathbf{v_h} = \frac{Q}{4\,Z_{max}}$$



شكل (٢-٣) يوضح العلاقة بين معدل التشغيل وتصرف الطلمبات



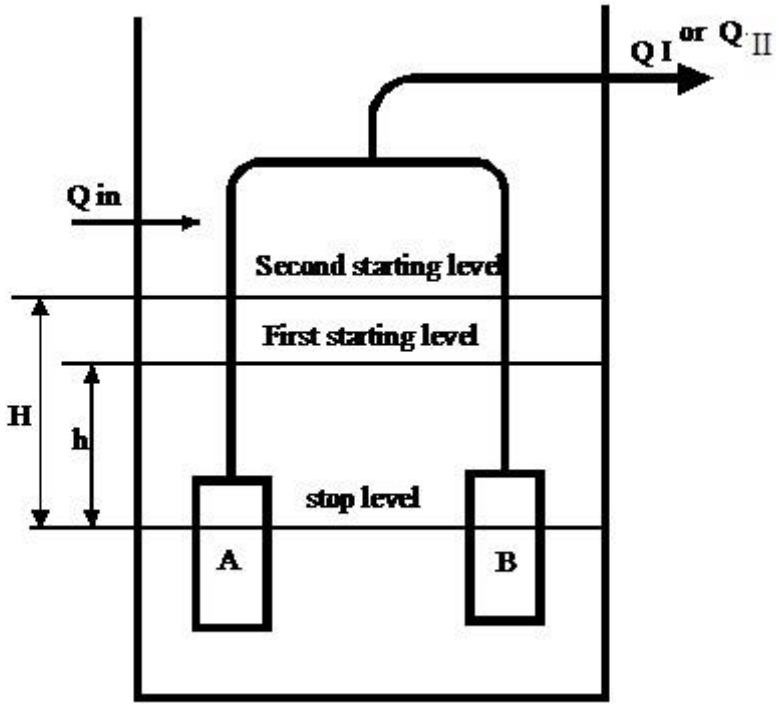
شكل (٢-٤) العلاقة بين حجم التخزين الفعال وتصرف الطلمبات عند معدلات التشغيل المطلوبة

ب – حالة تشغيل طلمبتين بالتبادل.

الشكل رقم (٢–٥) رسم توضيحى لتشغيل طلمبتين متماثلتين بمحطة الرفع .

عندما يصل منسوب المياه بالبيارة إلى مستوى التشغيل الأول فإن إحدى الطلمبتين (الطلمبةA) تبدأ فى العمل وإذا كان معدل تصرف الطلمبة Q_1 أكبر من معدل التصرفات الواردة للمحطة Q_{in} فإن منسوب المياه يستمر فى الهبوط حتى مستوى الإيقاف وعندها تتوقف (الطلمبةA) عن العمل ثم يبدأ مستوى المياه فى الإرتفاع من جديد حتى يصل إلى مستوى التشغيل الأول وعندها تبدأ الطلمبة الثانية B فى العمل أو بعبارة اخرى فإن الطلمبتين تعملان بالتبادل.

وإذا كان معدل التصرفات الواردة للمحطة Q_{in} أكبر من معدل تصرف الطلمبة الواحدة Q_1 فإن منسوب المياه يرتفع إلى منسوب التشغيل الثانى حيث تبدأ الطلمبة الأخرى فى العمل. وإذا كان معدل تصرف الطلمبتين معا" (التصرف المجمع للطلمبتين) Q_{11} أكبر من معدل التصرفات الواردة فإن منسوب المياه يهبط حتى الوصول الى منسوب الإيقاف وعندها تتوقف الطلمبتين معا" عن العمل.



شكل (٢–٥) رسم توضيحى لتشغيل طلمبتين متماثلتين بمحطة الرفع

ومن الشكل رقم (٢-٦) يتضح ما يلى:

١ – عندما يكون $Q_{in} / Q_1 < 1$

فى هذه الحالة فإن حجم التخزين الفعال V_h يمكن حسابه من العلاقة التالية بإعتبار أن هناك طلمبتين تعملان بالتبادل:

$$V_h = \frac{Q_1}{8Z_{1\ max}}$$

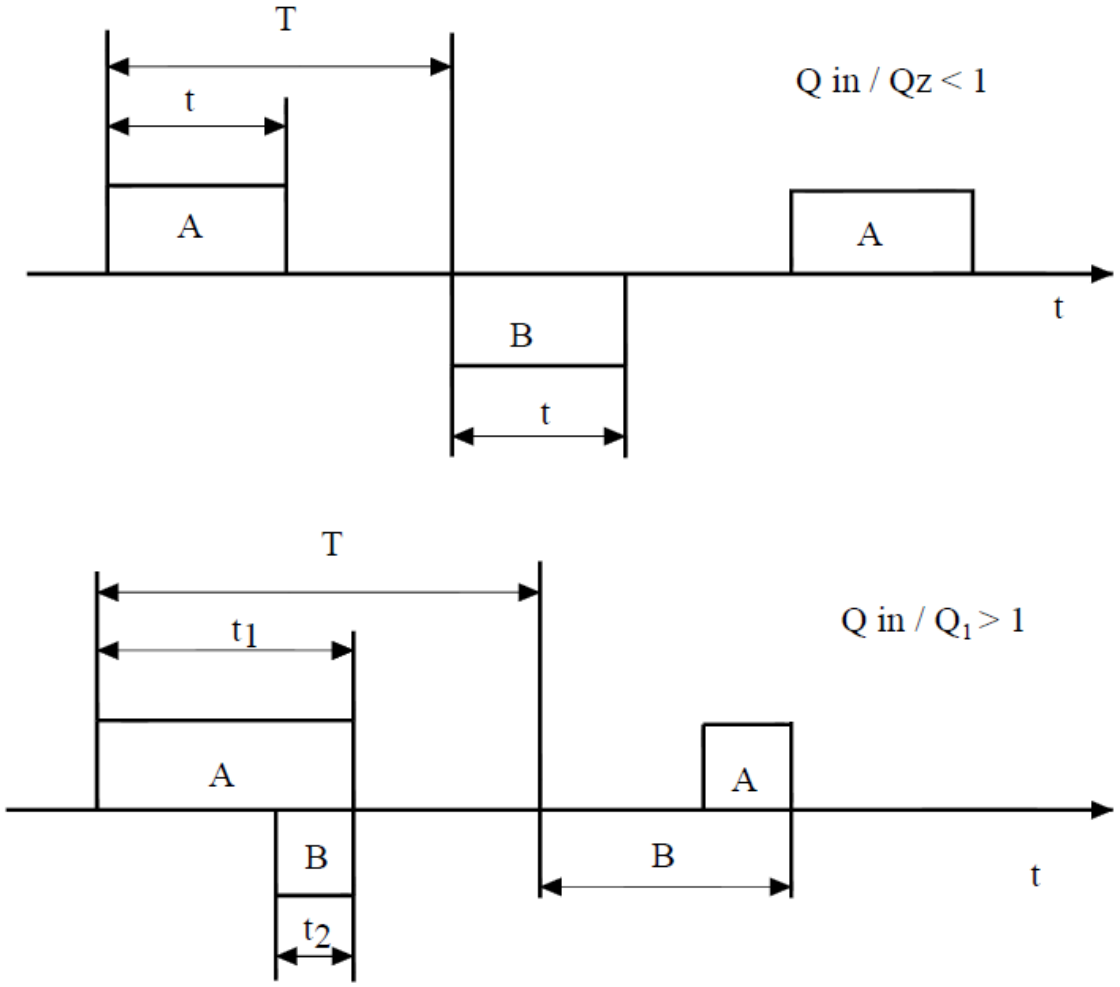
الشكل رقم (٢-٧) يوضح الأتى:

١ – عندما يكون $Qin/Q_1 > 1$

وفى هذه الحالة فإن عاملين آخرين يؤثران فى معدل التشغيل وهى النسبة V_h/V_H والتصرف المجمع للطلمبتين معا" Q_{11} (والذى يحدده الفقد بالإحتكاك داخل ماسورة الطرد). والحجم V_H يناظر الإرتفاع H فى الشكل (٢-٥).

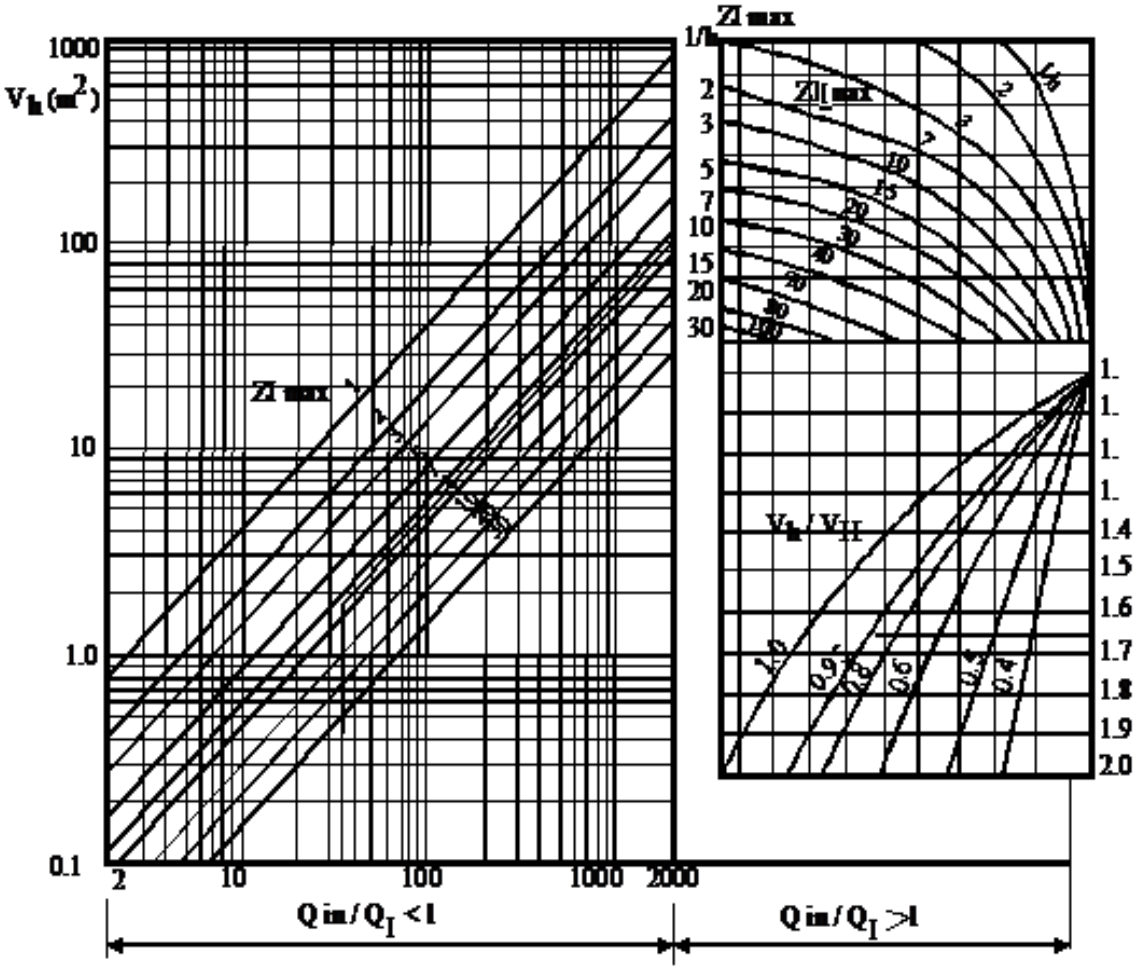
وعلى ذلك فيمكن إستنباط العلاقة التالية:

$$Z_{11} = \{ \frac{Q1\{VH - Vh\}}{Qin^2 - Q1Qin} + \frac{Q11VH}{Qin\,Q11 - Qin^2} \}$$



شكل (٢-٦) رسم توضيحى لعمل طلمبتين بالتبادل بمحطة الرفع

ويبين الجانب الأيمن من النوموجرام بالشكل رقم (٢-٧) قيم معدل التشغيل الأقصى Z_{IImax} وذلك بحل المعادلة السابقة بإستخدام الحاسب الآلي.



شكل (٢–٧) نوموجرام معدل التشغيل لطلمبتين تعملان معاً بالتبادل

- الشكل رقم (٢–٨) يوضح العلاقة بين معدل التشغيل والنسبة Q_{in}/Q_1 ومنه يتضح أن معدل التشغيل يرتفع بحدة عند تشغيل الطلمبتين معا" على التوازى وتكون القيمة القصوى لمعدل التشغيل Z_{IImax} حرجة جدا".

- الشكل رقم (٢–٩) يوضح تأثير النسبة V_h/V_H على منحنى معدل التشغيل Z عندما يكون V_H ثابت وقيمة V_h متغيرة.

- الشكل رقم (٢–١٠) يوضح تأثير النسبة Q_{II}/Q_I على منحنى معدل التشغيل Z عندما تكون النسبة V_h/V_H تساوى ٠,٨ ويتضح منها أن قيم $Z_{II\ max}$ تقل بزيادة فواقد ماسورة الطرد.

جـ- حالة تشغيل اكثر من طلمبتين

هناك نظامين للتشغيل فى هذه الحالة:

- عندما يكون للطلمبات العاملة منسوب مشترك للإيقاف

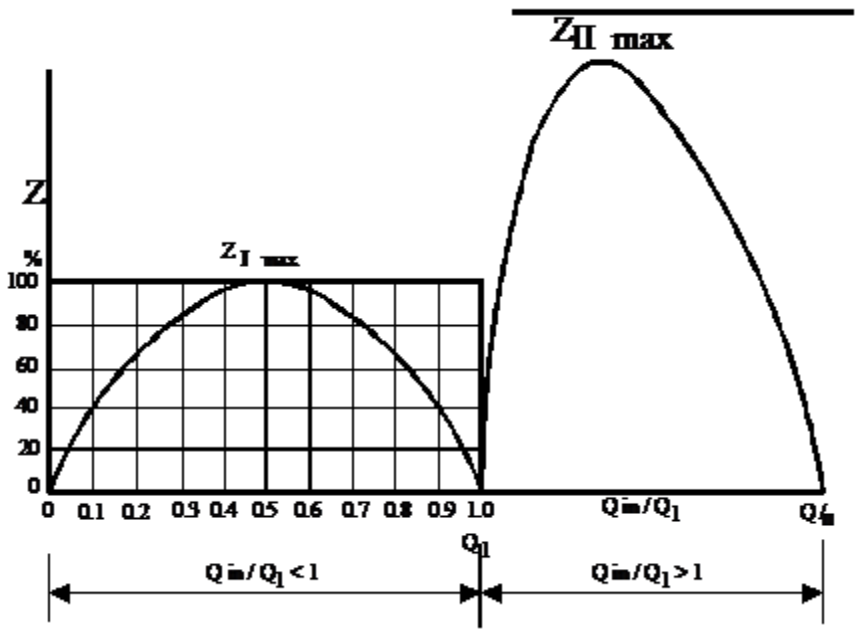
(Common stop level)

- عندما يكون مناسيب الإيقاف للطلمبات العاملة متدرجة

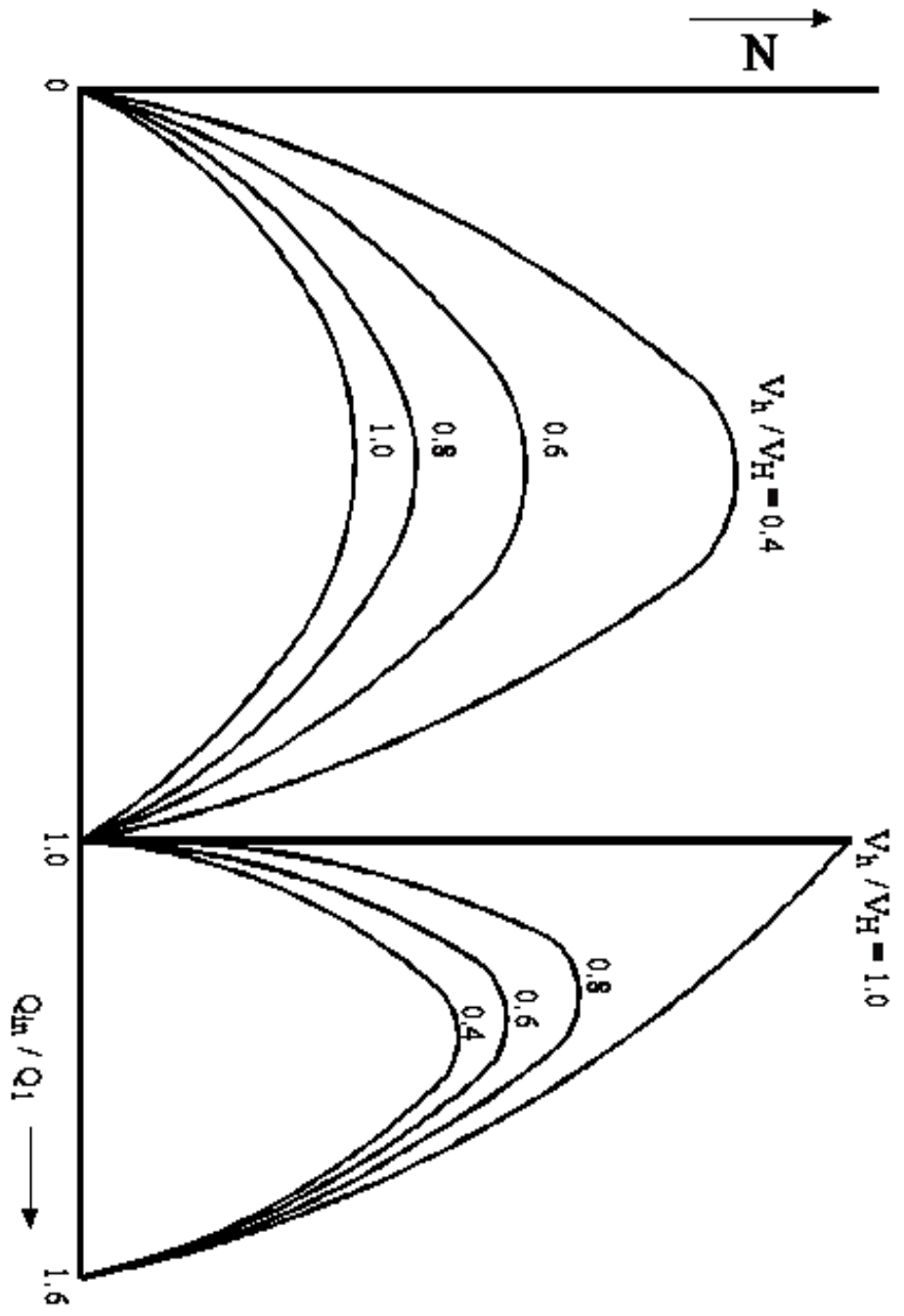
(Stepped stop levels)

أ - النظام الاول وجود مستوى إيقاف مشترك

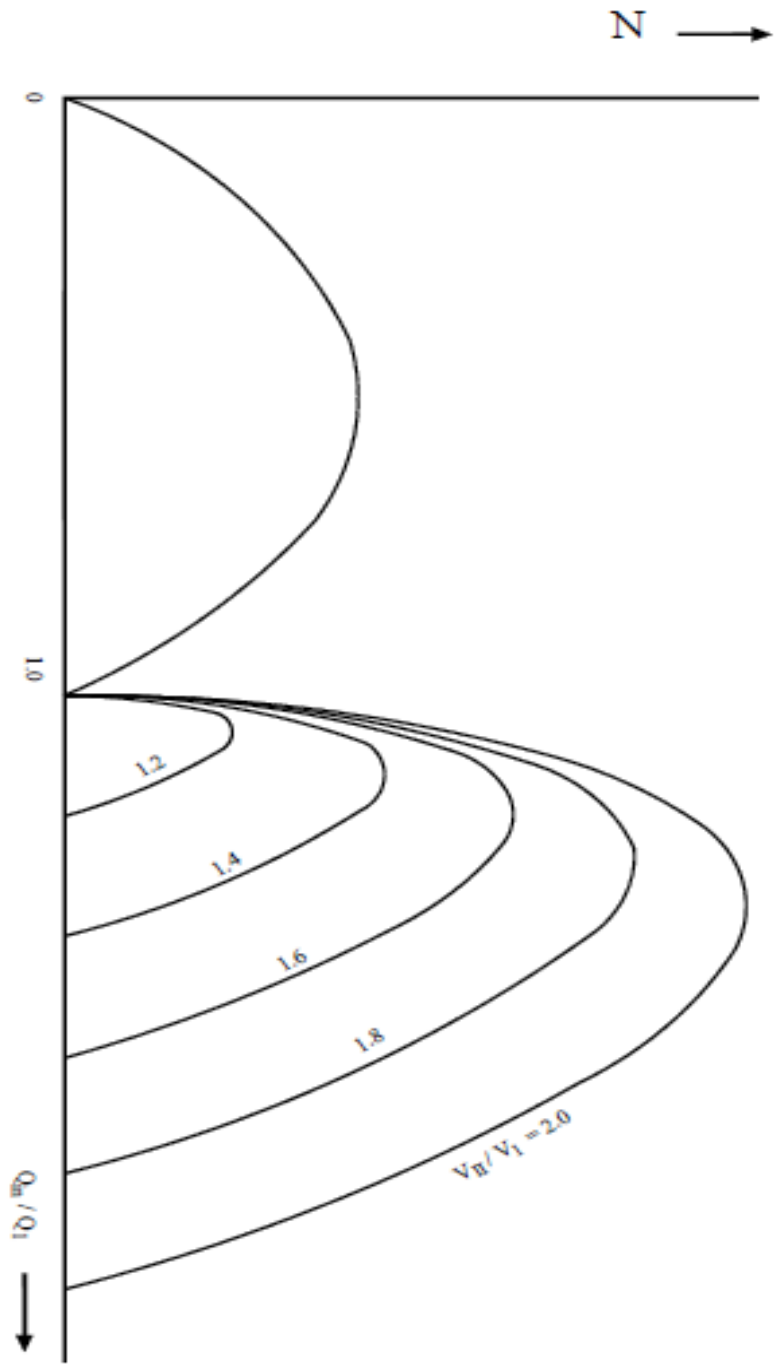
الشكل رقم (٢-١١) يوضح النظام الأول عندما يتم تشغيل الطلمبات على مراحل (Stepped starting levels) ولكن الإيقاف يكون لها جميعا عند منسوب مشترك (ويراعى فى هذه الحالة أن يكون هناك تشغيل بالتبادل للطلمبات العاملة حتى يكون عدد ساعات التشغيل متساويا" بين الطلمبات جميعا").



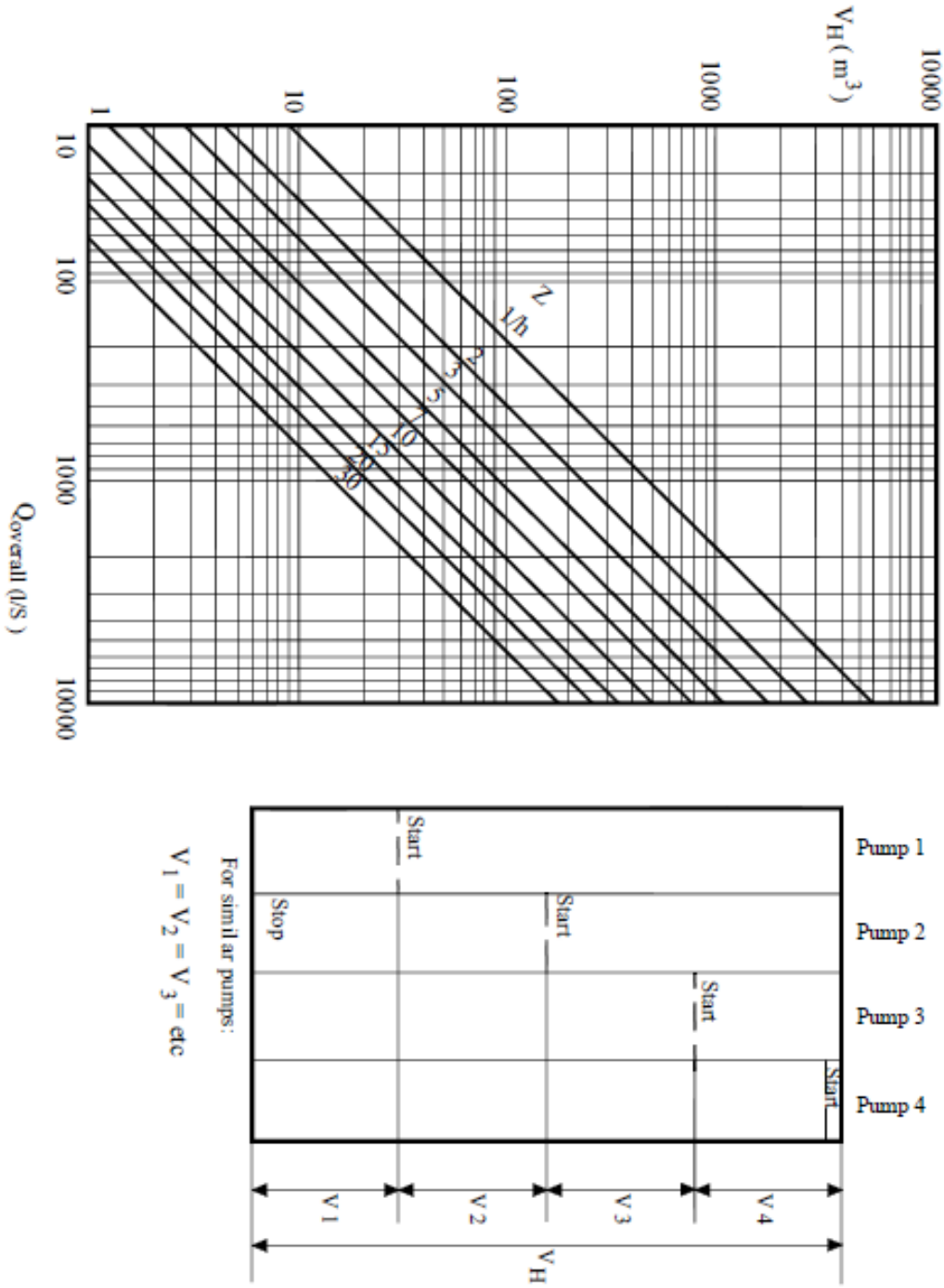
شكل (٢-٨) العلاقة بين معدل التشغيل والنسبة Q_{in}/Q_1



شكل (٢-٩) تأثير النسبة V_h/V_H على منحنى معدل التشغيل Z عندما يكون قيمة V_H ثابت وقيمة V_h متغيرة



شكل (٢-١٠) تأثير النسبة Q_{II}/Q_I على منحنى معدل التشغيل Z عندما تكون النسبة V_h/V_H تساوى ٠.٨ ويتضح منها أن قيم $Z_{II\ max}$ تقل بزيادة فواقد ماسورة الطرد



شكل (٢–١١) تشغيل الطلمبات على مراحل مع الإيقاف عند منسوب مشترك

ويمكن تطبيق النظام الأول فى تصميم محطات الرفع متعددة الطلمبات عندما يكون حجم التخزين صغير.

ومن مميزات هذا النظام الآتى:

- تفادى حدوث طبقة خبث طافى أو ترسيب للحمأة في قاع البيارة.
- سهولة الموازنة بين ساعات التشغيل للطلمبات العاملة، إلا أن هذا النظام يحتاج إلى وجود نظام فعال لمنع الطرق المائى.

ومن عيوب هذا النظام:

- الحاجة الى نظام مكلف لمنع الطرق المائي.
- عدم الحصول على تصرفات مستمرة من محطة الرفع.

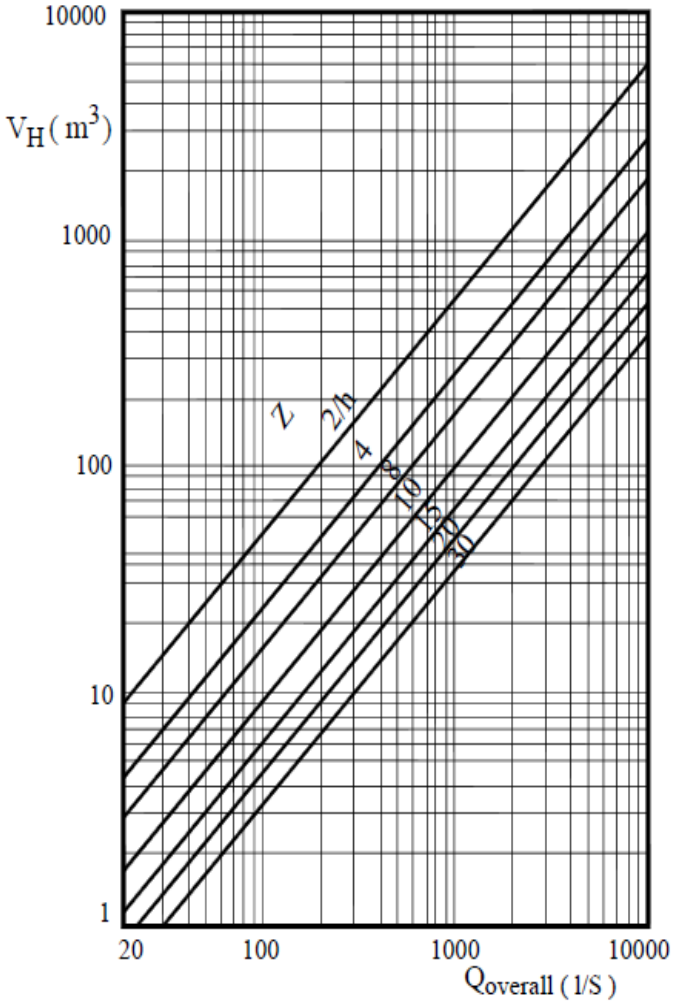
ب – النظام الثانى وجود مناسيب متدرجة للإيقاف

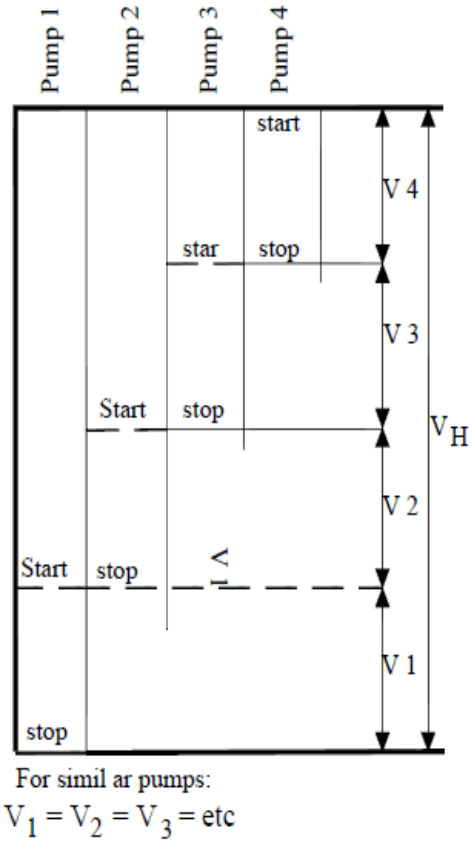
الشكل رقم (٢-١٢) يوضح النظام الثانى عندما يكون كلا من مناسيب التشغيل والايقاف متدرجة.

ويطبق هذا النظام فى حالة تصميم محطات الرفع متعددة الطلمبات عندما يكون حجم التخزين كبير نسبيا" ومن مميزات هذا النظام:

- الحصول على تصرفات منتظمة من المحطة لا يوجد بهاتغييرات فجائية (مثل حالات رفع التصرفات إلى محطات المعالجة).
- تفادى إنشاء مكلف للطرق المائي.

يمكن التغاضى عن طبقة من الخبث الطافى أو ترسيب بالبيارة حيث يتم التعامل مع ذلك بوسائل اخرى.





شكل (٢-١٢) التشغيل والإيقاف للطلمبات على مناسيب متدرجة

حساب حجم بيارة التخزين فى النظام الاول (وجود مستوى إيقاف مشترك)

١ – العلاقة بين التصرف الإفتراضى للطلمبة رقم k والسعة للطلمبة رقم (١)

$$qk = \frac{Q_k}{Q1} \qquad \text{..... (1)}$$

٢ – العلاقة بين حجم التخزين الفعال الإفتراضى للطلمبة رقم k بالنسبة لحجم التخزين

$$Vk = \frac{V_k \min}{V_1 \min} \qquad \text{..... (2)}$$

٣ – العلاقة بين تصرف الطلمبة رقم k ومجموع التصرفات للطلمبات العاملة قبلها (معامل التصرف)

$$\eta_k = \frac{q_k}{\sum_{i-L}^{k} qi} \qquad \text{..... (3)}$$

٤ – معامل حجم التخزين لعدد k من الطلمبات

$$G_k = \frac{Ql \sum_{i=1}^{k} Vi}{4 \sum_{i=1}^{k} Qi}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{k} Vi}{4 \sum_{i=1}^{k} qi} \qquad \text{..... (4)}$$

وبين الشكل رقم (٢–١٣) العلاقة بين معامل حجم التخزين GK ومعامل التصرف ηK لعدد إثنين أو ثلاثة أو أربعة طلمبات تعمل بالنظام الاول.

ولحساب أقل حجم تخزين فعال لمحطة رفع تعمل بالنظام الأول للتشغيل يتم تطبيق العلاقات (4) ، (3) ، (2) ، (1) مع المنحنيات المبينة بالشكل (٢–١٣).

– الحالة الاولى:

إذا كانت الطلمبات العاملة متماثلة وترفع تصرفاتها فى خطوط طرد منفصلة.

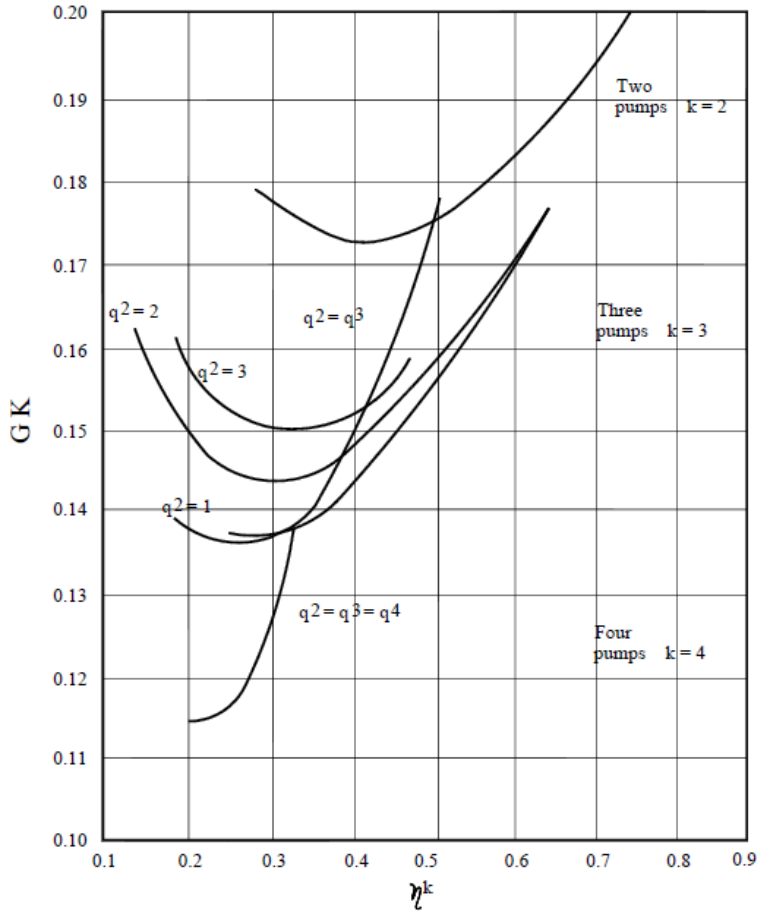
$$\mathbf{Q_1 = Q_2 = \ldots = Q_K}$$

وبالتالى فإن:

$$\mathbf{T_{1min} = T_{2min} = \ldots = TK_{min}}$$

ومن العلاقة رقم (١)

$$\mathbf{q_1 = q_2 = \ldots = qk = 1}$$



شكل (٢-١٣) العلاقة بين معامل حجم التخزين GK ومعامل التصرف ηK لعدد إثنين أوثلاثة أوأربعة طلمبات تعمل بالنظام الأول.

أ) يتم حساب التخزين الفعال للطلمبة رقم (١) من العلاقة

$$\mathbf{V_{lmin}} = \frac{Tl_{\min} Q_l}{4}$$

ب) يتم حساب المعاملات ηK من العلاقة (3) لجميع الطلمبات العاملة ومن المنحيات المبينة بالشكل (٢-١٣) يتم استنتاج المعاملات GK لهذه الطلمبات.

ج) بالتعويض فى العلاقة رقم (4) يمكن الحصول على VK لجميع الطلمبات.

د) ومن العلاقة رقم (2) يمكن الحساب $\mathbf{V_{Kmin}}$ لجميع الطلمبات حيث أن:

$$\mathbf{V_{k\,min} = V_K\ V_{1min}}$$

هـ) بتجميع حجم التخزين الفعال لجميع الطلمبات من 1 الى k يمكن حساب حجم التخزين الفعال الكلى للمحطة V_T min

و) يتم حساب ارتفاع التخزين H_k لكل طلمبة من العلاقة

$$H_k = \frac{Vk \min}{\text{sump Area}}$$

ز) بتجميع إرتفاع التخزين من H_1 إلى H_k يمكن حساب إرتفاع التخزين الكلى H_T للمحطة.

– الحالة الثانية:

إذا كانت الطلمبات العاملة متماثلة وترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك.

وفى هذه الحالة أيضا" يكون:

$$\mathbf{Q1= Q2 =\ldots\ldots=Q_K}$$

وكذلك:

$$\mathbf{T1_{\ min} = T2_{\ min} =\ldots\ldots T_{K\ min}}$$

أ) يتم الحصول على قيم Q_k ومن ثم على قيم V_k كالسابق فى الحالة الأولى.

ب) حيث أن التصرف لكل طلمبة يقل كلما زاد عدد الطلمبات العاملة فى نفس الوقت فإن ذلك يعنى أن حسابات الحجوم الجزئية $V_{k\ min}$ سوف تتم على قيم مختلفة للحجم $V_{1\ min}$ والذى يعتمد بدوره على قيم مختلفة للتصرف Q1.

$$V1_{\ min} = \frac{T1 \min Q1}{4}$$

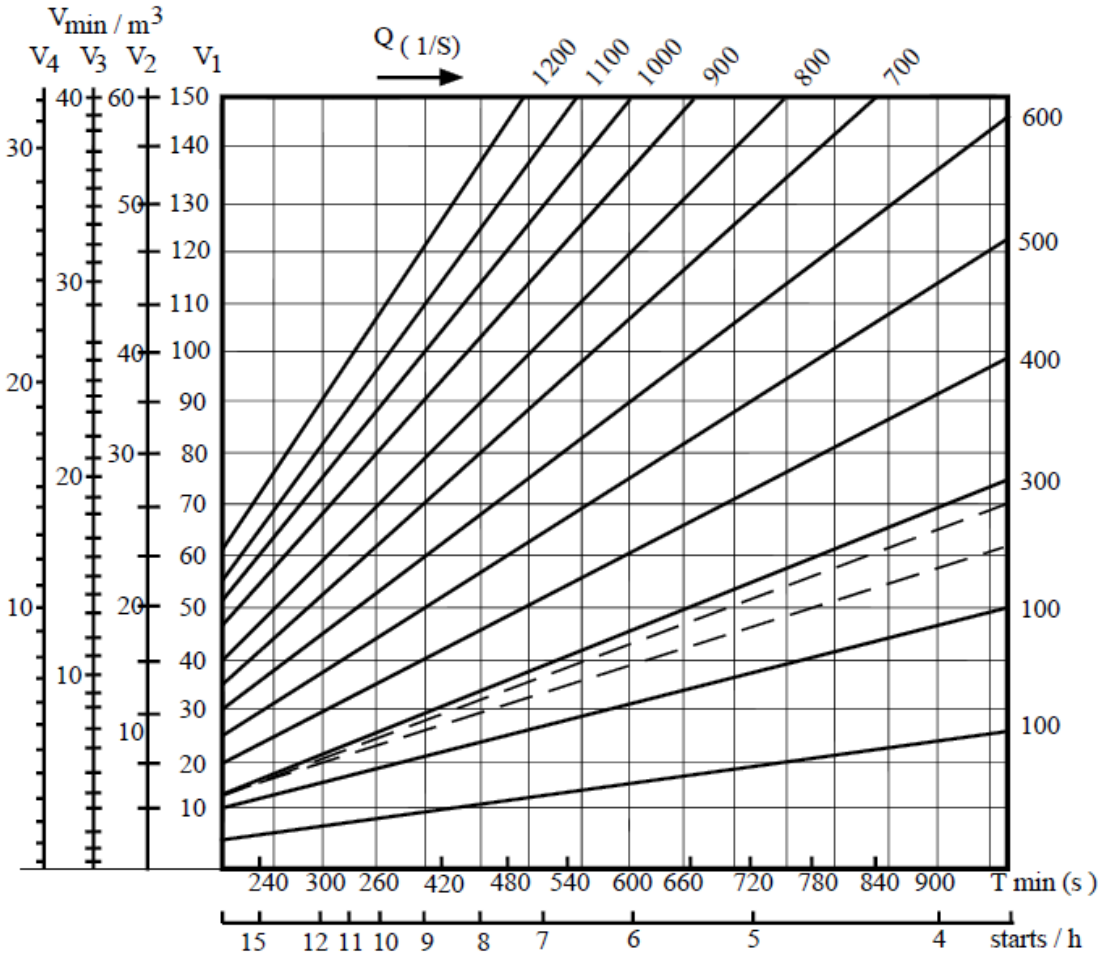
$$V_{k\ min} = Vk\ \ Vl_{\ min}$$

$$H_k = \frac{V_k \min}{\text{Sump area}}$$

ج) مجموع V_K min لجميع الطلمبات وهو حجم التخزين الفعال الكلى VT min ومجموع H_K لجميع H_K لجميع الطلمبات هو الإرتفاع الكلى H_T.

ويبين الشكل رقم (٢-١٤) نوموجرام يربط العلاقات السابقة.

- وعن طريق تطبيق هذا النوموجرام المبين بالشكل يمكن الحصول على نتائج أكثر دقة لحالات التشغيل الواقعية.



شكل (٢-١٤) نوموجرام العلاقة بين Tmin، Vmin فى حالة إستخدام طلمبات متماثلة ترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك

- **الحالة الثالثة:**

إذا كانت الطلمبات العاملة غير متمائلة وترفع في خطوط طرد منفصلة.

- **الحالة الرابعة:**

إذا كانت الطلمبات العاملة غير متماثلة وترفع فى خط طرد مشترك.

- وفى كلا الحالتين الثالثة والرابعة تطبق نفس الخطوات السابق إستخدامها فى الطريقتين الأولى والثانية على الترتيب لإستنتاج حجم التخزين الفعال والإرتفاع المقابل.

- حساب حجم بيارة التخزين فى النظام الثانى (مستويات الإيقاف متدرجة).

تستخدم العلاقات التالية فى هذه الحالة:

$$\sum_{i-l}^{n} Vi$$

$$VT =$$

$$\sum_{i-l}^{n} Ti\,Qi$$

$$= 1/4 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

حيث :

n = عدد الطلمبات العاملة

VT = حجم التخزين الأجمالى الأدنى للبيارة

Vi = حجم التخزين الأدنى للطلمبة Pi والذى يحقق أن زمن دورة التشغيل $T \geq Ti$

Ti = أقل زمن لدورة التشغيل المحدد للطلبمة Pi

Qi = تصرف الطلمبات Pi

وعلى ذلك فإن المسافة بين التشغيل والإيقاف للطلمبة PK يمكن حسابها من المعادلة:

$$\mathbf{H_K} = \frac{V_K}{A_K} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (2)$$

حيث :

V_K = حجم بيارة التخزين اللازمة للطلمبة P_K

A_K = مساحة بيارة التخزين المقابلة للحجم V_K

ويكون الإرتفاع الإجمالى للمياه داخل البيارة:

$$\mathbf{HT} = \sum_{i=1}^{n} H_i \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (3)$$

– الحالة الاولى:

إذا كانت تصرفات الطلمبات العاملة بالمحطة متساوية وترفع تصرفاتها إلى خطوط طرد منفصلة ومتساوية الطول.

وفى هذه الحالة يكون:

$Q_1 = Q_2 = \ldots\ldots = Q_K$

$T_{1\ min} = T_{2\ min} = \ldots\ldots\ldots\ldots = T_{K\ min}$

ومن العلاقة رقم (١) يتم حساب حجم التخزين الكلىVT

وأيضا" تكون المسافات بين مناسيب التشغيل والإيقاف متساوية لجميع الطلمبات.

$H_1 = H_2 = \ldots\ldots\ldots\ldots = H_K$

ومن العلاقة رقم (2) يمكن حساب الارتفاع الإجمالى لمناسيب التشغيل والإيقاف.

– الحالة الثانية:

إذا كانت الطلمبات العاملة بالمحطة ترفع تصرفاتها فى خط طرد مشترك.

وفى هذه الحالة تكون تصرفات الطلمبات مختلفة بإختلاف عدد الطلمبات العاملة فى آن واحد.

والشكل رقم (٢-١٥) يوضح الإختلافات فى قيمة التصرف للطلمبات بإختلاف عدد الطلمبات العاملة.

أ) يتم حساب قيمة التصرف لكل طلمبة QK

ب) يتم حساب الحجم المكافىء VK لكل طلمبة QK

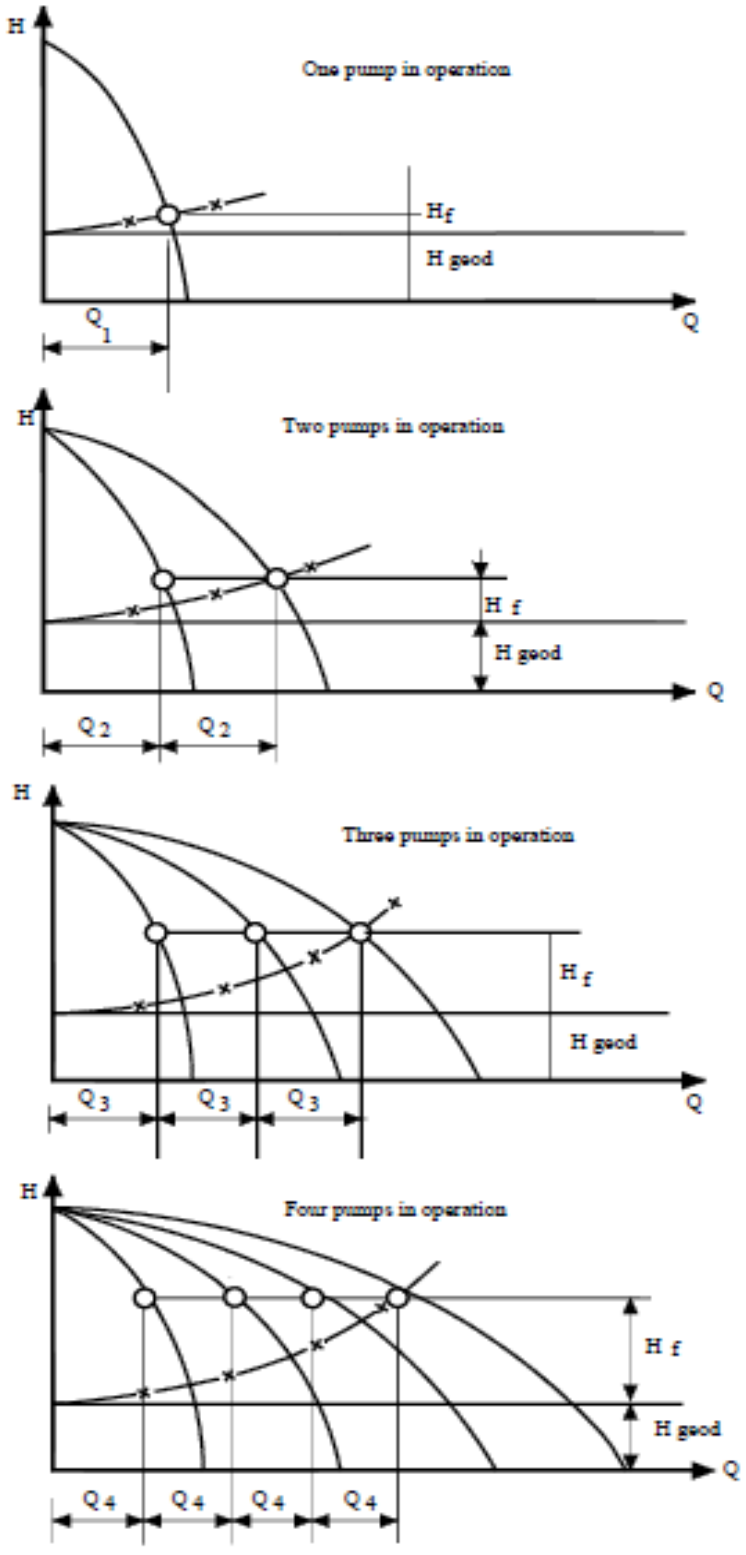
وبتطبيق العلاقة (1) يمكن الحصول على الحجم التخزين الكلى VT

جـ) يتم حساب المسافة بين منسوبى الإيقاف والتشغيل لكل طلمبة Hk ووبتطبيق العلاقة (2) يمكن الحصول على الإرتفاع الإجمالى Ht لمناسيب التشغيل والإيقاف.

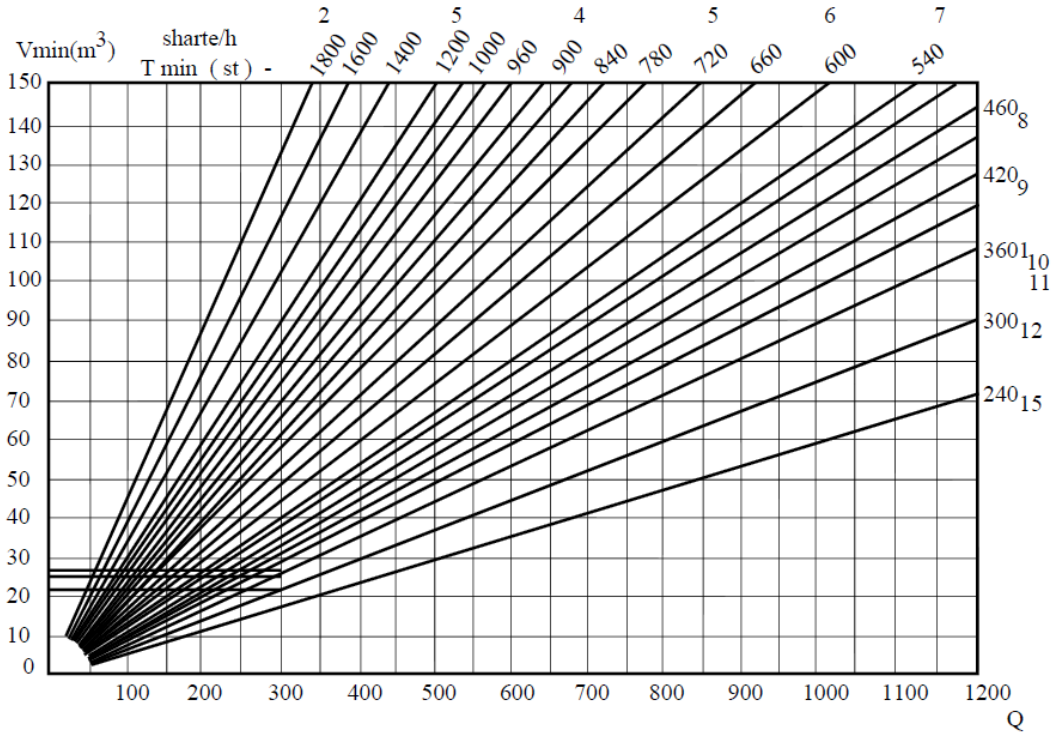
- ويوضح الشكل رقم (٢-١٦) العلاقة بين تصرف الطلمبة Q وحجم التخزين الفعال الأدنى V_{min} الذى يحقق زمن دورة التشغيل T_{min} المحددة.

- ويتضح من الشكل أن حجم التخزين الأدنى الكلى لتصرف إجمالى معين يعتمد فقط على أقل زمن لدورة التشغيل T_{min} المحدد وليس على عدد الطلمبات العاملة وتصرفاتها المقابلة.

- وعلى ذلك فإن حجم التخزين بالبيارة يقل فقط بتقليل زمن دورة التشغيل.



شكل (٢-١٥) الإختلاف فى قيمة التصرف للطلمبات بإختلاف عدد الطلمبات العاملة



شكل (٢-١٦) العلاقة بين تصرف الطلمبة Q وحجم التخزين الفعال الأدنى V_{min} الذى يحقق زمن دورة التشغيل T_{min} المحددة

- ويستخدم نفس الدياجرام المبين بالشكل (٢-١٦) للتأكد من أقل زمن لدورة التشغيل لطلمبة معينة مركبة على البيارة.

- وكذلك يستخدم نفسى الدياجرام لإختيار الطلمبات ذات التصرفات المناسبة إذا كان حجم التخزين بالبيارة وأقل زمن ممكن لدورة التشغيل محددين.

وفى كلا النظامين الأول والثانى للتشغيل يجب مراعاة الآتى:

- إضافة إرتفاع أقل منسوب للإيقاف إلى الإرتفاع الكلى H المكافىء لحجم التخزين الفعال وذلك لحساب عمق التخزين بالبيارة.

- الأخذ فى الإعتبار تغير منسوب المياه داخل البيارة وبالتالى تغير الإرتفاع الإستاتيكى H_0 فى الحساب إذا كان الفرق كبير بين منسوب التشغيل والإيقاف.

٢-١-٥ المسافات البينية لمناسيب التشغيل والإيقاف

يجب مراعاة عدم تقارب مناسيب التشغيل والإيقاف للطلمبات بشكل كبير حتى لا يتسبب ذلك فى حدوث موجات سطحية بالمياه داخل البيارة مما يؤثر على دقة عملية ضبط مناسيب التشغيل أوالإيقاف، وعموما" لاتقل المسافة بين أي منسوبين عن ٢٠سم.

٢-١-٦ أقل منسوب للمياه بالبيارة (منسوب الإيقاف)

يجب مراعاة أن أقل مستوى مسموح به للمياه داخل البيارة يحدد طبقا" لقيمة السحب الموجب الصافى المطلوب للطلمبة (Required NPSH). وفى كل الأحوال يجب ألا يقل هذا المنسوب عن مستوى أعلى جسم الطلمبة (Top of Pump Casing) بحيث يضمن بذلك أن تكون مروحة (ريشة) الطلمبة (Pump Impeller) مغمورة بالمياة تماما".

٢-١-٧ أعلى منسوب للمياه بالبيارة (منسوب التشغيل)

يحدد أعلى منسوب للمياه بالبيارة بحيث لا يسمح بحدوث إمتلاء أوتوقف لسريان المياه داخل شبكة التجميع الموصلة للمحطة أوحدوث مايعرف بالإرتجاع الهيدروليكى(Back Water Curve) أوطفح بالشبكة (Surcharging) وعلى ذلك يجب مراعاة ألا يتعدى منسوب التشغيل قاع ماسورة الدخول للبيارة.

٢-١-٨ تحديد عمق التخزين بالبيارة

بعد تحديد حجم التخزين الفعال للبيارة VH يتم تحديد منسوبى الايقاف (Stop Level) والتشغيل (Start Level) طبقا" لما سبق ويكون الفرق بين المنسوبين H هو إرتفاع المياه داخل البيارة المكافيء لحجم التخزين الفعال VH وحيث أن منسوب التشغيل محدد بماسورة الدخول للبيارة فإن تحديد منسوب الإيقاف وبالتالى عمق البيارة نفسها متروك للمصمم والذى يراعى فى ذلك عدة عوامل أهمها:

١ – مساحة الارض المتاحة لإنشاء البيارة.

٢ – المسطح المطلوب لتركيب وحدات الرفع (الطلمبات وملحقاتها) والذى يمكن أن يكون عنصرا" موثرا" في تحديد أبعاد البيارة.

٣ – منسوب دخول خط الانحدار الرئيسى للمحطة.

٤ – إمكانية الوصول الى المنسوب المطلوب لقاع البيارة من الناحية الإنشائية بمراعاة طبيعة التربة ومستوى المياه الجوفية والتكلفة الإقتصادية مقارنة بزيادة مسطح البيارة وسلامة المبانى المجاورة.

وعادة يكون الإرتفاع H بين منسوبى التشغيل والإيقاف فى الحدود من ٠.٨ إلى ٣ متر حسب سعة المحطة.

٢-١-٩ تحديد مسطح البيارة المغمورة فى حالة البيارات المستديرة.

يعد تحديد حجم التخزين الفعال بالبيارة V_H وتحديد الارتفاع H المكافىء لهذا الحجم طبقا" لما سبق توضيحه فإنه يمكن حساب مسطح البيارة المغمورة من العلاقة:

$$\mathbf{A_W} = \frac{V_H}{H} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (1)$$

وفى حالة البيارة المستديرة فإنه من المعتاد تقسيم البيارة الى جزء مغمور وآخر جاف بنسبة ١:١ أو ٢:١ من قطر البيارة على التوالي.

أي أن مسطح البيارة المعمورة يمثل قطعة من مساحة الدائرة بارتفاع H وطول قوس b ووتر S ولحساب مساحة القطعه الدائرية تستخدم العلاقة:

$$A_w = \frac{b}{2}r - \frac{S}{2}(r-h) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (2)$$

حيث:

r = نصف قطر البيارة المستديرة.

h = إرتفاع القطعة الدائرية.

وعندما يكون الارتفاع h = $\frac{2r}{3}$ فإن:

$$A_W = 0.906\ r^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

٢-١-١٠ حساب قطر البيارة المستديرة.

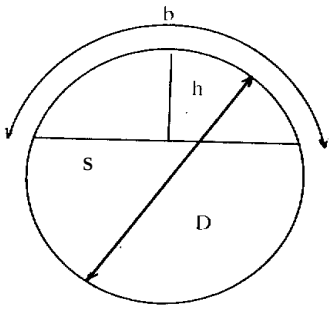
بعد حساب مسطح البيارة المغمورة تبعا للمعادلة (3)

فإنه يمكن حساب قطر البيارة المستديرة (D) (مغمورة + جافة) من العلاقة:

$$D = 2\sqrt{\frac{AW}{0.906}}$$

أو:

$$D = 2.1\sqrt{AW}$$



٢-١-١١ الطلمبات الطاردة مركزياً Centrifugal Pump

حيث أن الطلمبات الطاردة المركزية هى أكثر الأنواع شيوعاً فى التطبيقات الخاصة بمياة الشرب والصرف الصحى وروافعها نورد فيما يلى بعض المواصفات العامة لهذه النوعية من الطلمبات:

يتم تقسيم الطلمبات الطاردة مركزياً تبعاً لكل من:

أ – السرعة النوعية .Specific Speed

ب – نوع المروحة . Impeller Type

– مروحة مفتوحة أو نصف مفتوحة، المروحة.

- ذات سحب مفرد أو مزدوج.

جـ- عدد المراحل .Stages

- طلمبة ذات مرحلة واحدة

- متعددة المراحل.

د - كما يمكن تقسيم الطلمبات الطاردة مركزياً حسب نوع الغلاف Casing

- الطلمبات ذات الناشر Diffuser

حيث تعمل ريش التوجيه المثبتة عند نهاية المروحة على تحويل طاقة السرعة إلى طاقة ضغط مع توجيه السائل فى مسار معين.

- الطلمبات ذات الغلاف الحلزونى Volute

- ويعمل الحلزونى مقام ريش التوجيه فى تحويل السرعة العالية المتولدة من المروحة إلى طاقة ضغط.

هـ- كذلك يتم تقسيم الطلمبات الطارده مركزياً تبعاً لطبيعة سحب الطلمبة.

- طلمبة ذات سحب مفرد.(Single suction with a single inlet on one side)

- طلمبة مزدوجة السحب Double suction

- ويمكن تسمية الطلمبات الطاردة مركزياً تبعاً لطريقة الأستخدام مثل طلمبة أفقية، وطلمبة رأسية، وطلمبة أعماق حيث تغمر الطلمبة فى الوسط المطلوب رفعه من مكان منخفض وتكون الطلمبة مزودة بعمود طويل داخل خط الطرد (التسليم).

أجزاء الطلمبة الطاردة مركزياً

المكونات الأساسية للطلمبة الطاردة مركزياً هى:

أ – جسم الطلمبة (الغلاف).

ب – المروحة.

جـ– عمود الطلمبة.

د – كراسى التحميل.

أ – جسم الطلمبة أوالغلاف Casing

١ – حلزونى الشكل (Volute)

وهو يحيط بالمروحة حيث يتجمع فيه السائل الخارج من المروحة ويحول طاقة الحركة (السرعة) إلى طاقة ضغط (وضع).

٢ – غلاف على شكل ناشر Diffuser

وهو محيط بالمروحة حث يعمل على زيادة كفاءة الطلمبة وهو يبدأ بقطر صغر عند بداية خروج السائل من المروحة ثم يزداد قطر الناشر إتساعاً.

٣ – غلاف حلزونى مزدوج Double Volute

تعمل الحلزونات على تلاشى قوى الدفع القطرية Radial thrust وبالتالى يوفر إتزاناً أفضل للطلمبة ومنع اهتزاز العمود بذبذبات عالية.

٤ – غلاف الطلمبة متعددة المراحل Multi-stage pump casing

والغلاف هنا مختلف عن أغلفة الطلمبات الأخرى إذ انه مزود بمسارات داخلية بين كل مرحلة واخرى تتيح انتقال السائل من مرحلة إلى اخرى وهو يصنع عادة من نصفين (علوى – سفلى). أو كل مرحلة منفصلة يتم تجميعها بواسطة مسامير رباط طويلة حسب عدد المراحل.

ب – المروحة (Impeller)

تصنيف مراوح الطلمبات حسب نوعية السحب:

- مروحة مفردة السحب Single Suction.

- مروحة مزدوجة السحب Double Suction.

الطلمبة ذات السحب المنفرد يدخل السائل إلى المروحة محوريا من جهه واحدة وتخرج قطرياً إلى الغلاف الحلزونى ،وفى هذا النوع من الطلمبات تكون قوة الدفع الجانبى (المحورى) كبيرة ،أما فى الطلمبة ذات السحب المزدوج فإن هناك زوج من المراوح معكوستان فى إتجاه السحب بحيث يدخل السائل إلى كل مروحة محوريا فتلاشى كل من قوة دفع الجانبى (المحورى) الاخرى ، وبذلك تكون الطلمبة أكثر إتزاناً.

ويتم تسمية الطلمبة أحياناً حسب شكل المروحة كالتالى:

- مروحة ذات ريش مستقيمة Straight-vane impeller

- مروحة ذات ريش فرانسيس Francis-vane impeller

- مروحة ذات سريان مختلط Mixed Flow impeller

- مروحة الدفع Propeller or axial flow impeller

ومن تصنيفات الطلمبات الطاردة مركزياً:

(الطلمبات ذات المروحة المفتوحة، النصف مفتوحة، الطلمبات ذات المروحة المغلقة) وهذه التسمية ترجع إلى أن المروحه محاطة من جانبين أوجانب واحد أوبدون جوانب.

٢-١-١١-١ الرموز والمدلولات والوحدات

	المدلول	الرمز	الوحدات
- Impeller diameter	قطر المروحة	D	mm
- Nominal bore of pipe or pump nozzle	القطر الداخلى للماسورة أو مدخل الطلمبة	DN	mm
- Conversion factor for total head	معامل التحويل للرفع الكلى	F_H	–
- Conversion factor for flow rate	معامل التحويل للتصرف الكلى	F_Q	–
- Conversion factor for efficiency	معامل التحويل للكفاءة	$F\eta$	–
- Gravitationl constant =9.81	ثابت الجاذبية	g	m/s^2
- Total head	الرفع الكلى	H	m
- Total system head	رفع المنظومة الكلى	H_A	m
- Static head	الرفع الأستاتيكى	H_{geo}	m
- Shut –off head	رفع الغلق	H_O	m
- Head at best efficiency point	الرفع عند أفضل كفاءة	H_{OPT}	m
- Static suction lift	رفع السحب الأستاتيكى	H_{Sgeo}	m
- Static positive suction head	رفع السحب الأستاتيكى الموجب	Hz_{geo}	m
- Head loss	فاقد الرفع	Hj	m
- Head loss – suction side	فاقد الرفع فى جانب السحب	H_{J1}	m
- Differential head	فارق الرفع	AH	m
- Speed	سرعة الدوران	n	min^{-1}
-NPSH required	–ضغط السحب الصافى المطلوب	$NPSH_{req}$	m
-NPSH available	–ضغط السحب الموجب الصافى المتاح	$NPSH_{av}$	m
- Specific speed	–السرعة النوعية	n_q	1/min
- Pump power input	–القدرة الداخلة للطلمبة	p	kw
	المدلول	**الرمز**	**الوحدات**

- Pressure at outlet of plant	–الضغط عند مخرج المنظومة	p_{av}	$N/m^2(bar)$
-Brometric pressure	–الضغط البارومترى	p_b	$N/m^2(bar)$
- Pressure at pump discharge	–الضغط عند فتحة الطرد للطلمبة	P_2	$N/m^2(bar)$
- Vapor pressure of liquid	–ضغط البخار للسائل	p_v	$N/m^2(bar)$
- Pressure at inlet of plant	–الضغط عند مدخل المنظومة	p_e	$N/m^2(bar)$
- Pressure at pump suction nozzle	–الضغط عند فتحة السحب للطلمبة	P_1	$N/m^2(bar)$
- Differential capacity	–فارق السعة	Q	(m^3/h)
- Flow rate	–التصرف	Q	(m^3/h)
- Minimum flow rate	–التصرف الأدنى	Q_{min}	(m^3/h)
- Optimum flow rate	–التصرف المثالى	Q_{OPT}	(m^3/h)
- Flow velocity	–سرعة السريان	V	m/s
- Flow velocity at outlet section of plant	–سرعة السريان عند مخرج المنظومة	V_{av}	m/s
- Flow velocity at discharge nozzle	–سرعة السريان عند فتحة الطرد	V^2	m/s
- Flow velocity at inlet section of plant	–سرعة السريان عند مدخل المنظومة	V^e	m/s
- Flow velocity at suction nozzle	–سرعةالسريان عند فتحة السحب	V_1	m/s
- Height difference between pump suction	–فارق الارتفاع بين فتحتى السحب والطرد للطلمبة	$Z_{1,2}$	m –
- Loss coefficient	–معامل الفقد	τ	–
- Pump efficiency	–كفاءة الطلمبة	η	–
-Friction coefficient	–معامل الاحتكاك	λ	–
-Kinematic viscosity	–اللزوجة	υ	m^2/s
-Density	–الكثافة	ρ	Kg/m^3

٢-١-١١-٢ محددات الطلمبات Pump percepients

٢-١-١١-٢-١ تصرف الطلمبة Pump Flow Rate

التصرف Q هو حجم السائل الخارج فى وحدة الزمن وبقاس بالمتر المكعب فى الساعة أواللتر فى الثانية.

٢-١-١١-٢-٢ رفع الطلمبة Pump Head

الرفع H للطلمبة هو الطاقة الميكانيكية (طاقة الوضع) الفعالة المنتقلة بواسطة الطلمبة إلى السائل المراد ضخه وتقدر بالمتر ولاترتبط بالوزن النوعى للسائل.

٢-١-١١-٢-٣ رفع المنظومة System Head

الرفع الكلى للمنظومة HA يتكون من:

- الرفع الإستايتكى H_{geo} وهو الفرق فى الإرتفاع بين منسوبى السحب والطرد للسائل. فإذا كانت ماسورة الطرد تصب من أعلى منسوب السائل فإن الرفع الإستاتيكى ينسب إلى خط المحور لماسورة الصب.

- الفرق في الضغط بين مناسيب السحب والطرد للسائل فى المنظومات المغلقة:

$$\frac{p_{av} - p_e}{p.g} =$$

- مجموع الفواقد فى الضغط $\sum H_J$

هو فاقد الإحتكاك فى الماسورة والفواقد المحابس والقطع الخاصة وذلك فى مواسير السحب والطرد.

- الضغط الناتج عن فرق السرعات فى الدخول و الخروج للمحطة

$$\frac{v^2av - v^2e}{2g}$$

وعلى ذلك يكون الرفع الكلى للمنظومة:

$$HA = hgeo + \frac{pav - pe}{p.g} + \frac{v^2av - v^2e}{2g} + \sum HJ$$

وفى التطبيقات العملية يمكن إهمال الضغط الناتج عن فرق السرعات فى الدخول والخروج ويستخدم المعادلة رقم (1) فى المنظومات المغلقه والمعادلة رقم (2) فى المنظومات المفتوحة.

$$\mathbf{H_A = H_{geo} + \frac{pav - pe}{p.g} + \sum H_J} \qquad (1)$$

$$\mathbf{H_A = H_{geo} + \sum H_J} \qquad (2)$$

٢-١-١١-٢-٤ سرعة الدوران Speed

فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية فإن السرعة تتوقف على عدد أقطاب الملفات لهذه المحركات ولحساب قيم هذه السرعات يرجع إلى الفصل الخاص بالمحركات الكهربائية.

٢-١-١١-٢-٥ حساب القدرة المستهلكة للطلمبة (pump absorbed power)

- القدرة الداخلية للطلمبة Pump power input

القدرة الداخلية للطلمبة P هى الطاقة الميكانيكية على عامود الطلمبة الممتصة من الآلة المحركة لها، وهى تحدد بإستخدام المعادلة الآتية :

$$\mathbf{P = \frac{p.g.QH}{1000.\eta}\ KW}$$

حيث η هى الكفاءة الكلية للطلمبة والمحرك معاً

Over All Efficiency of Pump – Motor System

- قدرة الآله المحركة Dirve power

نتيجة لإحتمال التغير في تصرف الطلمبة وبالتالي تغير نقطة التشغيل عن تلك المحددة بالتصميم والذى يعنى زيادة القدرة الداخلة للطلمبة فإنه فى التطبيقات العملية يلزم إستخدام معاملات أمانSafety margins عند تحديد قدرة المحرك. ولا تقل هذه المعاملات عن الحدود الآتية:

- المحركات أقل من ٤٠ ك وات. ٢٥%
- المحركات اكبر من ٤٠ الى ١٠٠ ك وات. ٢٠%
- المحركات التى تزيد عن ١٠٠ك وات. ١٥%

وتحتسب هذه الزيادة من أقصى قدرة مستهلكة على عامود الطلمبة على مدى التشغيل المتوقع لها خلال منحنى أداء الطلمبة (Q- H curve) مع مراعاة الآتى:

- قطر المروحة المطلوب
- ضغط السحب الموجب الصافى المتاح ($NPSH_{AV}$) يكون أكبر من أويساوى ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب $NPSH_{REQ}$.
- القيمة P/n لكراسى الإرتكاز للطلمبة.

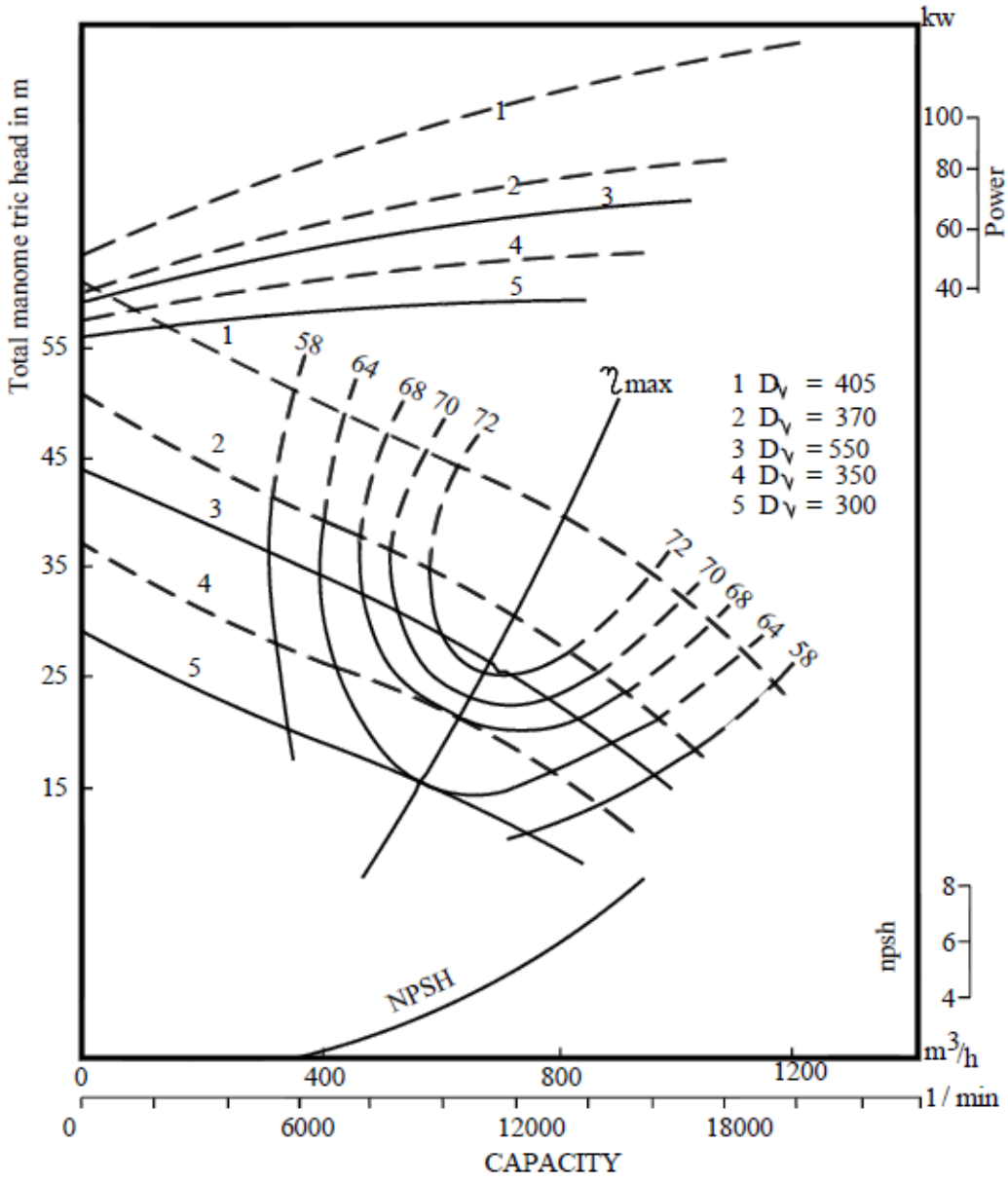
٢-١-١١-٢-٦ منحنى أداء الطلمبة Pump Curve

- عند سرعة ثابتة للطلمبات الطاردة المركزية فإن تصرف الطلمبة Q يزداد كلما نقص الرفع H. وعلى ذلك فإن هذه الطلمبات لها خاصية الضبط الذاتى للسعة (Self-Regulating) وتعتمد القدرة الداخلة للطلمبة P وبالتالى الكفاءة η وضغط السحب الموجب الصافى المطلوب $NPSH_{req}$ على السعة.
- ويتم تمثل العلاقة التى تربط جميع هذه المتغيرات على مايعرف بمنحنى الطلمبة والذى يوضح مميزات التشغيل لها.

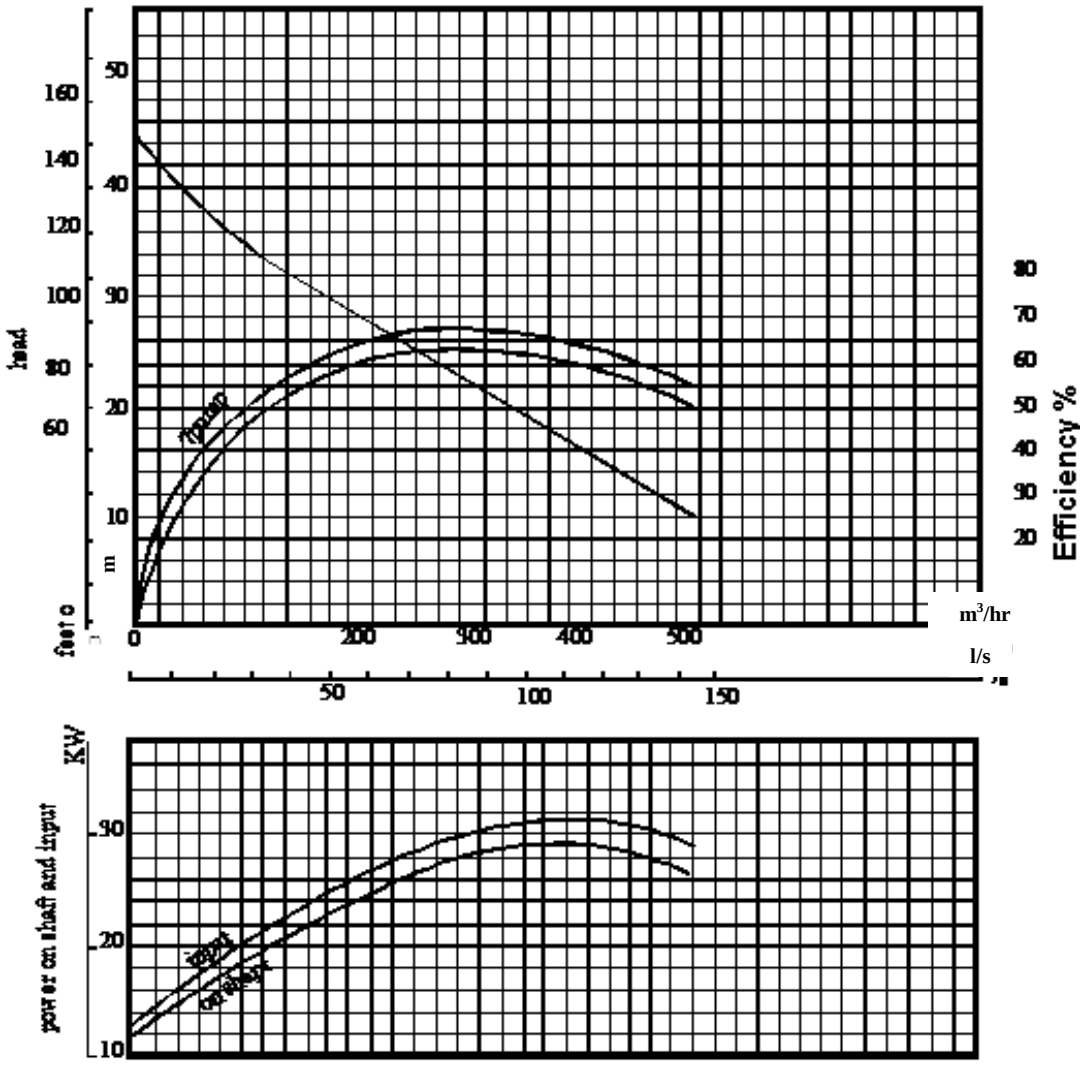
- ترسم المنحنيات بإعتبار الكثافة ρ واللزوجة μ للمياه إلا إذا نص على خلاف ذلك وفقاً لنوعية مياه الصرف متمثلاً فى تركيز وخواص المواد الصلبة.

- يبين الشكل رقم (٢-١٧) هذه العلاقة بين التغيرات الخاصة بالطلمبات الطاردة المركزية تحدد ظروف التشغيل للطلمبة إذا كان الأنسب إستخدام منحنى منبسط Flat curve أومنحنى شديد الإنحدار Steep Curve وفى حالة المنحنى شديد الإنحدار فإن سعة الطلمبة تتغير بصورة أقل منها في حالة المنحنى المنبسط تحت نفس ظروف فارق الرفع h ∆

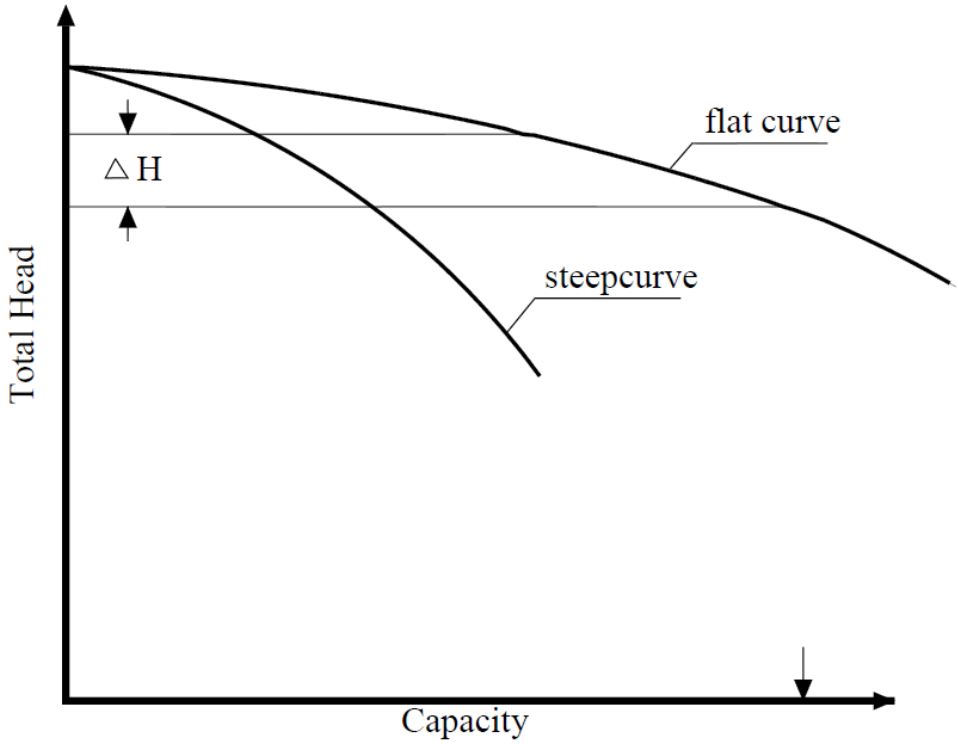
ويوضح الشكل رقم (٢-١٨) كلا المنحنيين ومنه يتضح أن المنخنى شديد الإنحدار له مميزات تحكم أفضل.



شكل (٢-١٧-أ) منحنيات الطلمبة الطاردة المركزية



شكل (٢-١٧-ب) منحنيات الطلمبة الطاردة المركزية



شكل (٢-١٨) منحنيات الطلمبة المنبسطة وشديدة الإنحدار

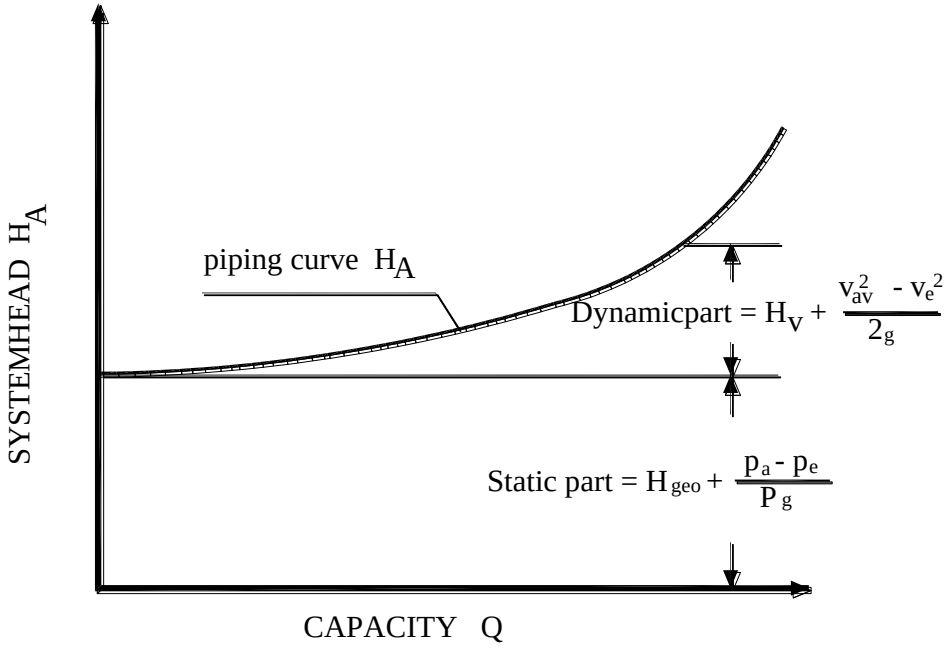
٢-١-١١-٢-٧ خصائص منظومة المواسير Piping System Characteristic

- يرسم رفع المنظومة الكلى H_A ضد تصرف الطلمبة Q لإعطاء منحنى المنظومة (الماسورة) Piping System Curve ويمثل هذا المنحنى كلا من الرفع الإستايتكى والديناميكى للمنظومة (System).

- يتكون الجزء الإستايتكى من الرفع الجيوديكى H_{geo} (الذى لايتوقف على سعة الطلمبة) مضافا" إليه الفرق فى الضغط بين قسمى دخول وخروج المنظومة $\frac{Pav - Pe}{p.g}$ (وذلك فى حالة المنظومات المغلقة فقط ولا يستخدم فى حالة المنظومات المفتوحة(open System).

– يتكون الجزء الديناميكى من فاقد الرفع H_J والذى بتزايد مع مربع السرعة مضاف إليه الفرق بين السرعات فى دخول وخروج المنظومة $\frac{V^2av - V^2e}{2g}$.

ويبين الشكل رقم (٢–١٩) خصائص المنظومة (الماسورة).

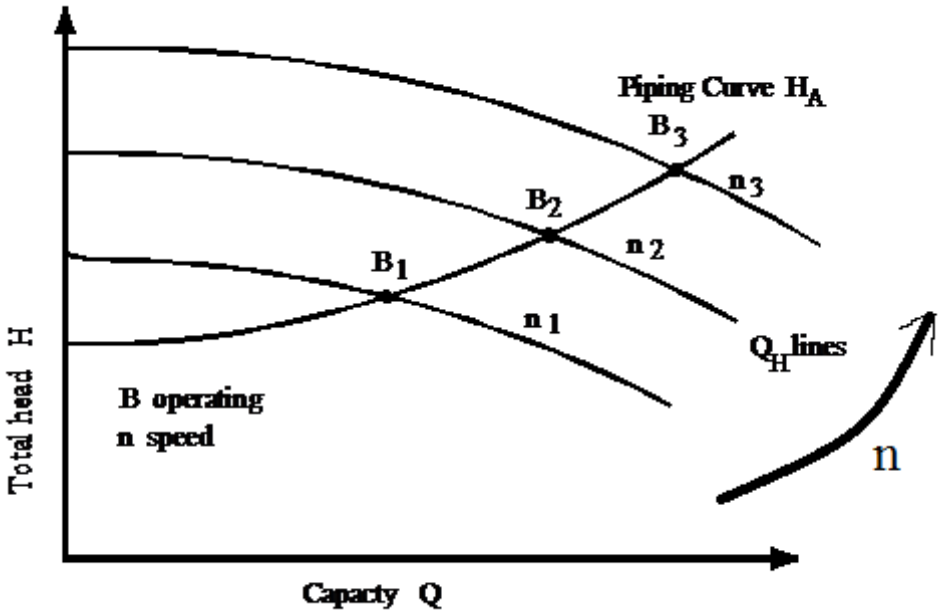


شكل (٢–١٩) منحنى ماسورة الطرد

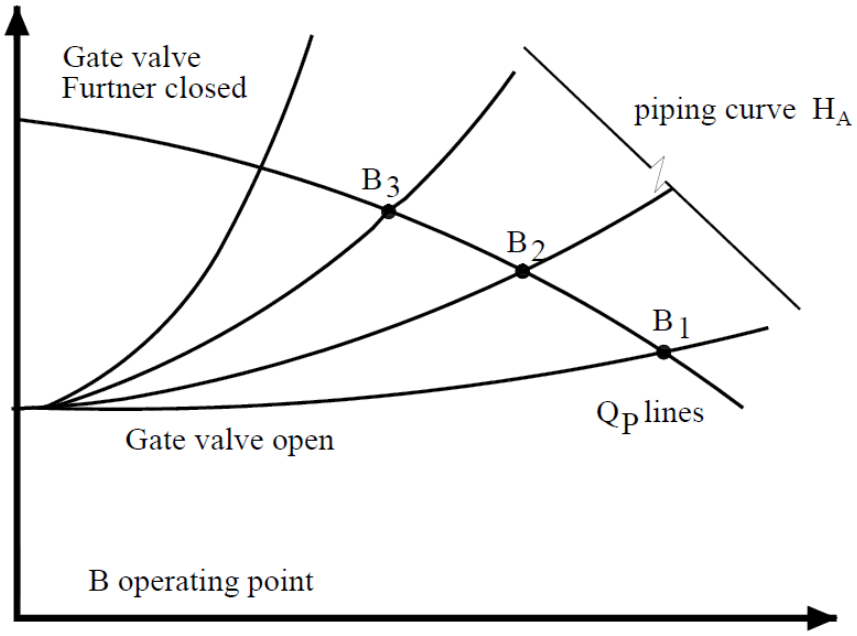
٢–١–١١–٢–٨ نقطة التشغيل Duty (operating) Point

يتحدد لكل نقطة تشغيل B وهى نقطة التقاطع بين منحنى الطلمبة (Q – H CURVE) ومنحنى المنظومة (الماسورة) ولاتتغير هذه النقطة (وبالتالى التصرف Q والرفع H) للطلمبة إلا إذا تغيرت سرعة دوران الطلمبة n أو قطر المروحة D أوبتغير مميز المنظومة.

ويبين الشكل رقم (٢–٢٠) تغيير نقطة التشغيل بزيادة السرعة (n) كما يبين الشكل رقم (٢–٢١) تغيير نقطة التشغيل عن طريق إستخدام محبس غلق.



شكل (٢-٢٠) تغير نقطة التشغيل B1 إلى B3 على منحنى ماسورة الطرد برفع سرعة الطلمبة من n1إلىn3



شكل (٢-٢١) تغير مكان نقطة التشغيل من B1 إلى B3 على منحنى التصرف والرفع وذلك بتغيير فتحة المحبس

هذا ويجدر الإشارة يمكن تركيب الطلمبات لتعمل معا" على التوالى أوعلى التوازى حسب التصرفات والضغوط المطلوبة وفيما يلى نورد محددات التجميع للطلمبات على التوالى وعلى التوازى.

٢-١-١١-٢-٩ التشغيل على التوازى Parallel Operation

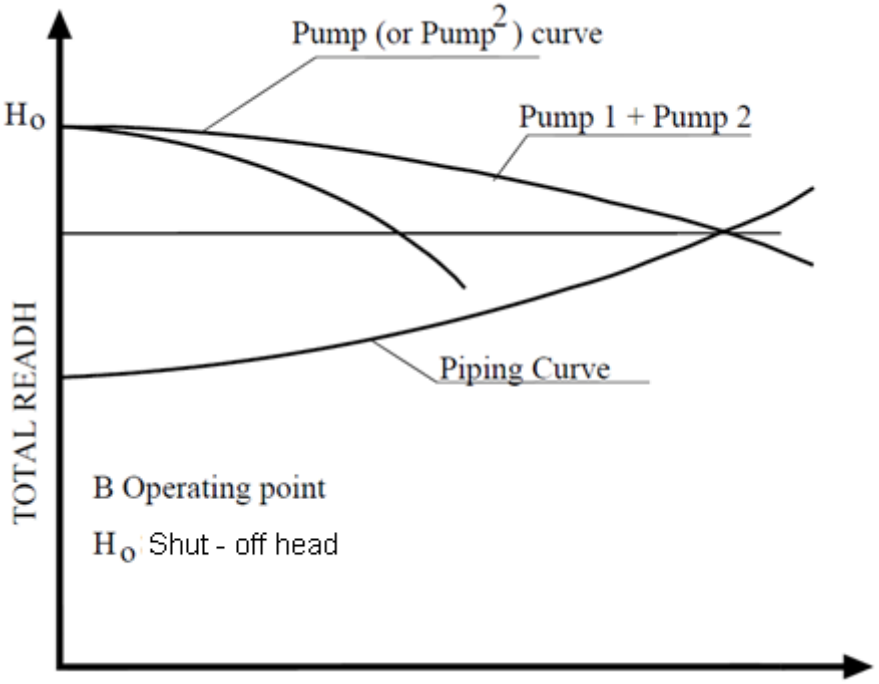
- فى حالة عدم مقدرة الطلمبة الواحدة على إعطاء التصرف المطلوب عند نقطة التشغيل B فإنه من الممكن الحصول عليه بتشغيل طلمبتين أوأكثر تعمل على التوازى وتضح جميعها فى نفس منظومة المواسير ويفضل فى هذه الحالة (لأسباب إقتصادية) أن تكون الطلمبات من نفس المقاس (متمائلة).

- ويوضح الشكل رقم (٢-٢٢ أ) تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوازى لتعطى كلا منهما نصف التصرف المطلوب Q عند نفسى الرفع H كما يبين الشكل رقم (٢-٢٣) إستخدام طلمبتين لهما تصرف مختلف QI ، QII يضخان في نفس منظومة المواسير عند نقطة تشغيل B ويجمع التصرف QI لطلمبة I والتصرف QII لطلمبة II للحصول على التصرف الكلى Q (ويساوى QI+QII) عند نفس الرفع الكلى H (ويساوى QI+QII) عند نفس الرفع الكلى H.

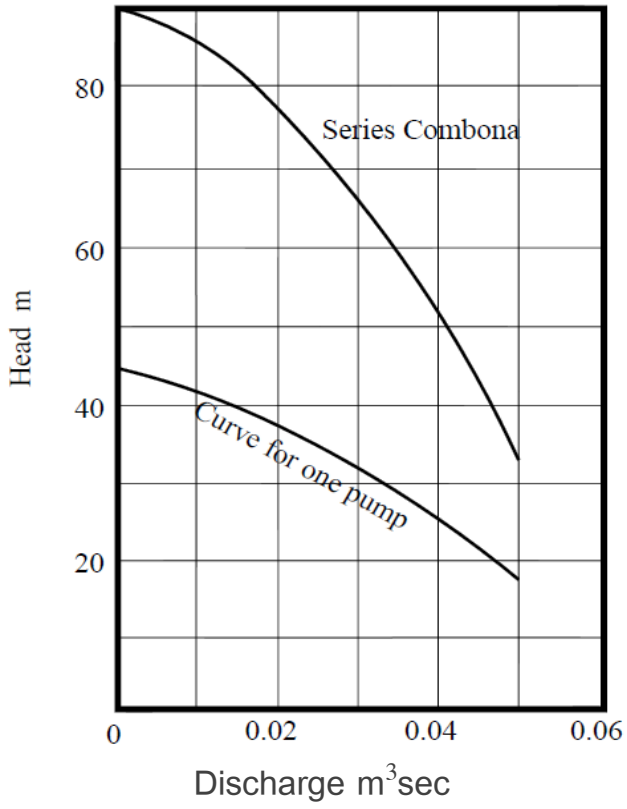
٢-١-١١-٢-١٠ التشغيل على التوالى Series Operation

- فى حالة عدم مقدارة الطلمبة الواحدة على إعطاء الرفع المطلوب للمحطة H لتصرف محدد Q فإنه يمكن تحقيق الرفع المطلوب عن طريق تشغيل طلمبتين أو أكثر على التوالى تضخ الطلمبة الأولى فى خط سحب الطلمبة الثانية وهكذا ... ويجمع الرفع الكلى H_1 للطلمبة رقم١ على الرفع H_2 للطلمبة رقم ٢... وهكذا للحصول على الرفع الكلى H عند نفس التصرف Q.

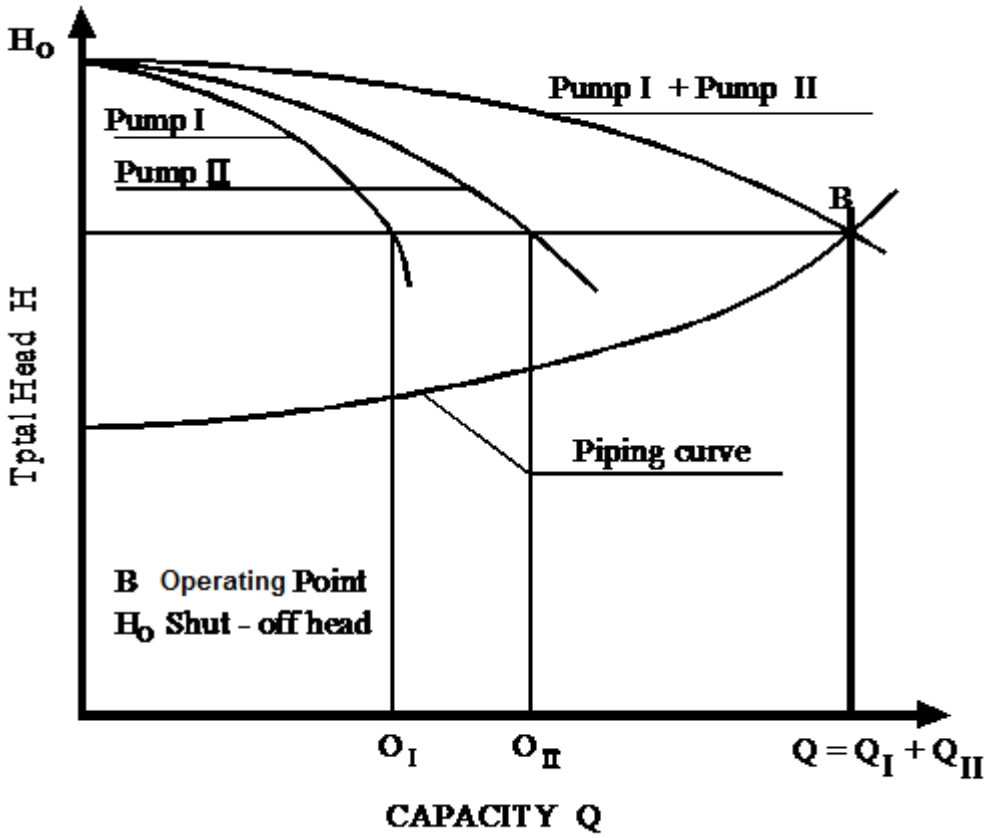
ويوضح الشكل رقم (٢-٢٢ ب) تشغيل طلمبتين متماثلتين على التوالى.



شكل (٢-٢٢ أ) تشغيل طلمبتن متماثلتين على التوازي



شكل (٢-٢٢ ب) تشغيل طلمبتن متماثلتين على التوالى



شكل (٢-٢٣) تشغيل طلمبتين مختلفتى التصرف على التوازى

٢-١-١١-٣ خواص السحب Suction Characteristic

٢-١-١١-٣-١ ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب NPSH required

لا تعمل الطلمبات الطاردة المركزية بأمان إلا عندما لا يتكون بخار بداخل الطلمبة وعلى ذلك فإنه يلزم ألا يزيد الضغط عند منسوب (نقطة) أساس القياس(Datum level point) لضغط السحب الموجب الصافى NPSH عن ضغط التبخر للسائل ويقاس منسوب (نقطة) أساس القياس عن خط المحور لمروحة الطلمبة.

ويعبر ضغط السحب الموجب الصافى المطلوب NPSHreq عن القيمة الخاصة بالطلمبة مقدراً بالأمتار ويوقع على منحنيات الطلمبة ويضاف على هذه القيمة ٠.٥ متر كمعامل أمان.

٢-١-١١-٣-٢ ضغط السحب الموجب الصافى المتاح NPSH availalable

تعتبر نقطة أساس القياس لضغط السحب الموجب الصافى المتاح هى محور فتحة المص للطلمبة. وفى حالة الطلمبات الأفقية ذات الجسم القوقعى (Volute Casing) فإن محور فتحة السحب والمروحة تقعان على نفسى المنسوب وإذا كان هناك خلاف فإنه يلزم أن يؤخذ فى الحساب.

أ – ضغط السحب الموجب الصافى المتاح فى حالة وجود رافع سحب(Suction lift) فى هذه الحالة يكون محور الطلمبة أعلى من منسوب السائل المراد ضخه.

$$\mathbf{NPSH_{av}} \frac{pe + pb + p2}{\rho.g} + \frac{ve^2}{2g} - H_{j1} - Hsgeo$$

وبإعتبار أن السائل هو المياه العذبة وبإستخدام منظومة مفتوحة فإنه يكون:

$P_b = 1$ bar (105 N/m^2)

$P_e = 0$ bar

$\rho = 1000$ kg /m^3

$g = 10$ m/s^2 (including 2% error)

وبإهمال قمية $\frac{ve^2}{2g}$ حيث أن السرعة فى خزان السحب يمكن تجاهلها:

$$\mathbf{NPSH_{av} \approx 10 - H_{J1} - H_{sgeo}}$$

ويتضح ذلك من الشكل رقم (٢-٢٤).

ب – تحديد ضغط السحب الموجب الصافى المتاح فى حالة وجود سحب موجب (Positive suction)

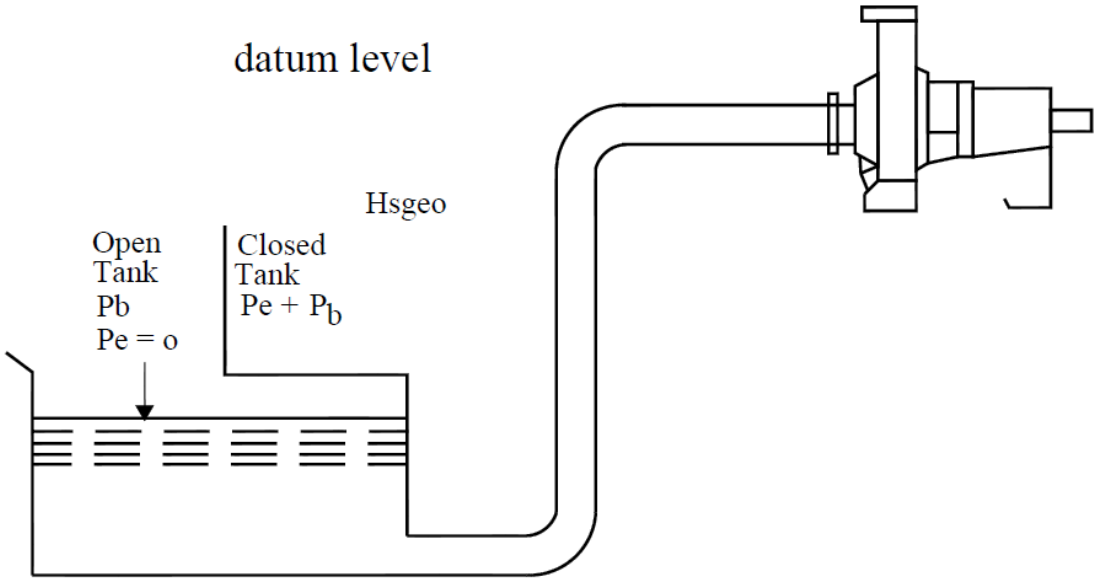
فى هذه الحالة تكون الطلمبة أسفل منسوب السائل المراد ضخه:

$$\mathbf{NPSH_{av}} = \frac{Pe + pb - p2}{\rho.g} + \frac{ve^2}{2g} - H_{J1} - Hsgeo$$

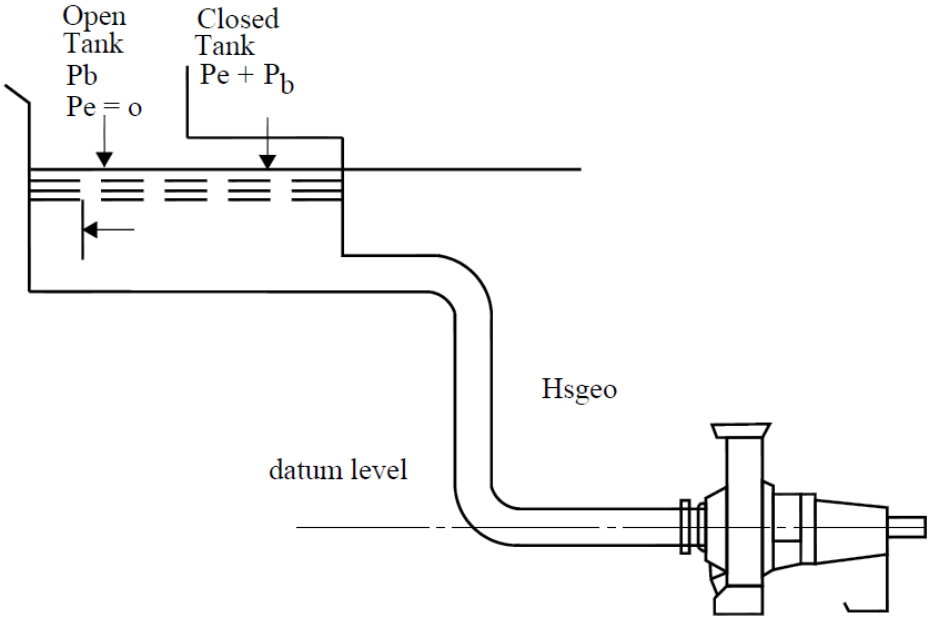
وبأخذ نفس الإفتراضات السابقة فى:

$$NPSH_{av} \approx 10 - H_{J1} + H_{sgeo}$$

ويتضح ذلك من الشكل رقم (٢-٢٥).



شكل (٢-٢٤) ضغط السحب الموجب الصافى المتاح على عمود السحب



شكل (٢-٢٥) ضغط السحب الموجب الصافى المتاح عند السحب الموجب.

٢-١-١١-٤ فاقد الضغط (الرفع) (HJ) (Head loss)

٢-١-١١-٤-١ فاقد الضغط في المواسير المستقيمة

يحسب فاقد الضغط فى المواسير من العلاقة $H_J = \tau \frac{v2}{2g}$

- ويوضح الشكل رقم (٢-٢٦) نوموجرام فاقد الضغط H_J لكل ١٠٠متر من المواسير الزهر عند التصرفات المختلفة المارة فى الأقطار المختلفة لهذه المواسير وذلك كتطبيق عملى لهذه العلاقة.

- وتطبق القيم المستخرجة من هذا النوموجرام فى حالة إستخدام مياه نظيفة (عذبة)عند درجة حرارة ٢٠°م وبإعتبار أن المواسير مملؤة تماما ومصنوعة من الزهر الرمادى المبطن بالبيتومين.

- يمكن إستخدام النوموجرام الموضح بالشكل رقم (٢-٢٧) لإستخراج فاقد الضغط H_J لبعض أنواع المواسير الأخرى طبقا لمعامل الخشونة السطحية لها (k) Surface roughness كما يمكن إستخدام الجداول او المنحيات المبنية على معادلة كول – بروك.

- يتم إستخدام الجداول المرفقة بالملحق (الخاص بهذا المجلد) لتحديد فاقد الضغط لكل متر طولى من المواسير لإستخراج قيم H_J بصورة مباشرة (كطريقة عملية).

٢-١-١١-٤-٢ فواقد الضغط فى المحابس والقطع الخاصة

- بتطبيق نفس العلاقة السابقة فى (٢-١-١١-٤-١) فإنه يمكن إستخدام النوموجرام المبين بالشكل رقم (٢-٢٨) وكذلك الجداول أرقام (٢-١)، (٢-٢) إستخراج قيمة فاقد الضغط H_J ومعامل الفقد فى المحابس والقطع المخصوصة.

- النوموجرام الموضح بالشكل (٢-٢٩) يستخدم كتطبيق عملى ثان لهذه العلاقة.

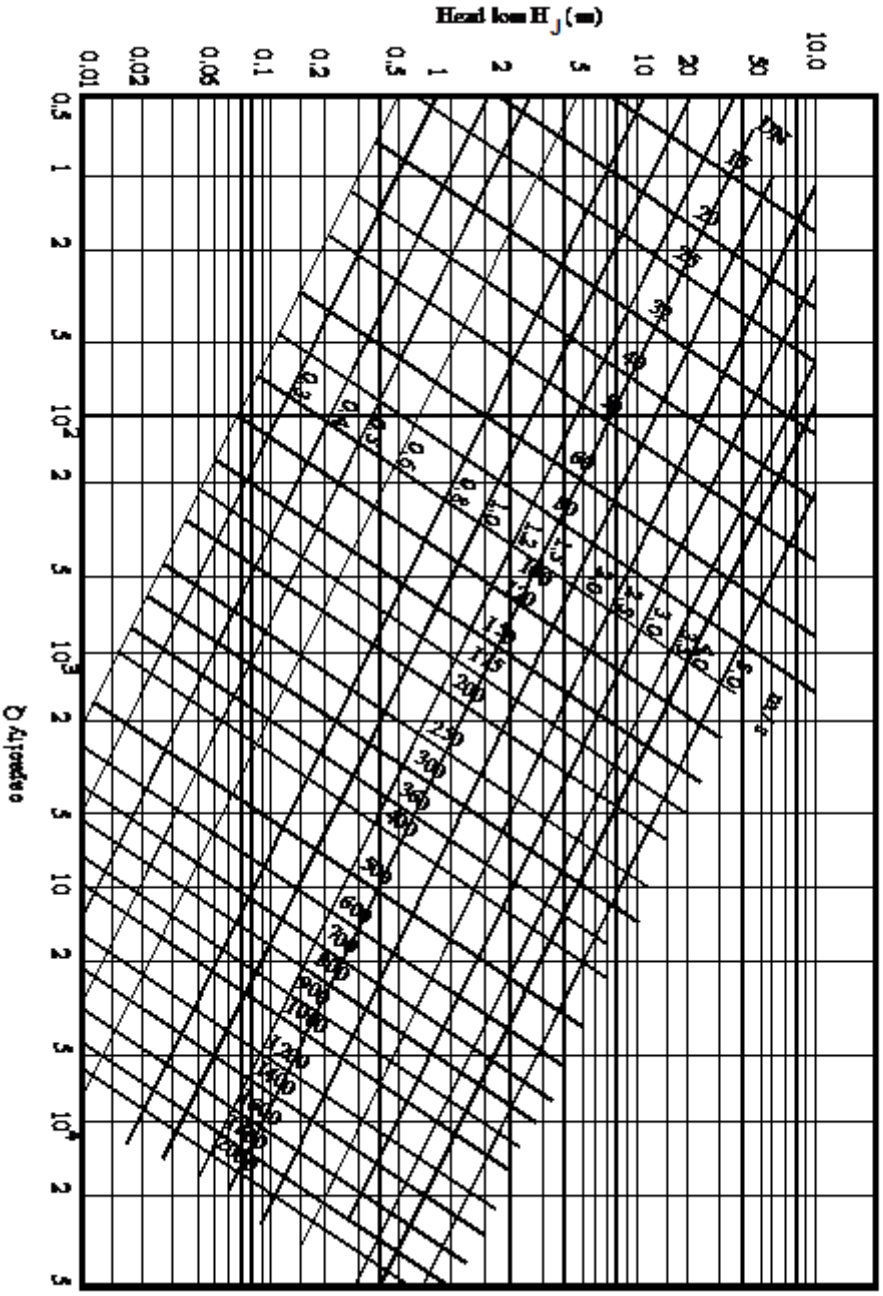
ويمكن عمليا" أخذ فواقد الإحتكاك للقطع الخاصة –١٠% من فاقد الإحتكاك.

جدول (٢-١) معامل الفقد فى المحابس

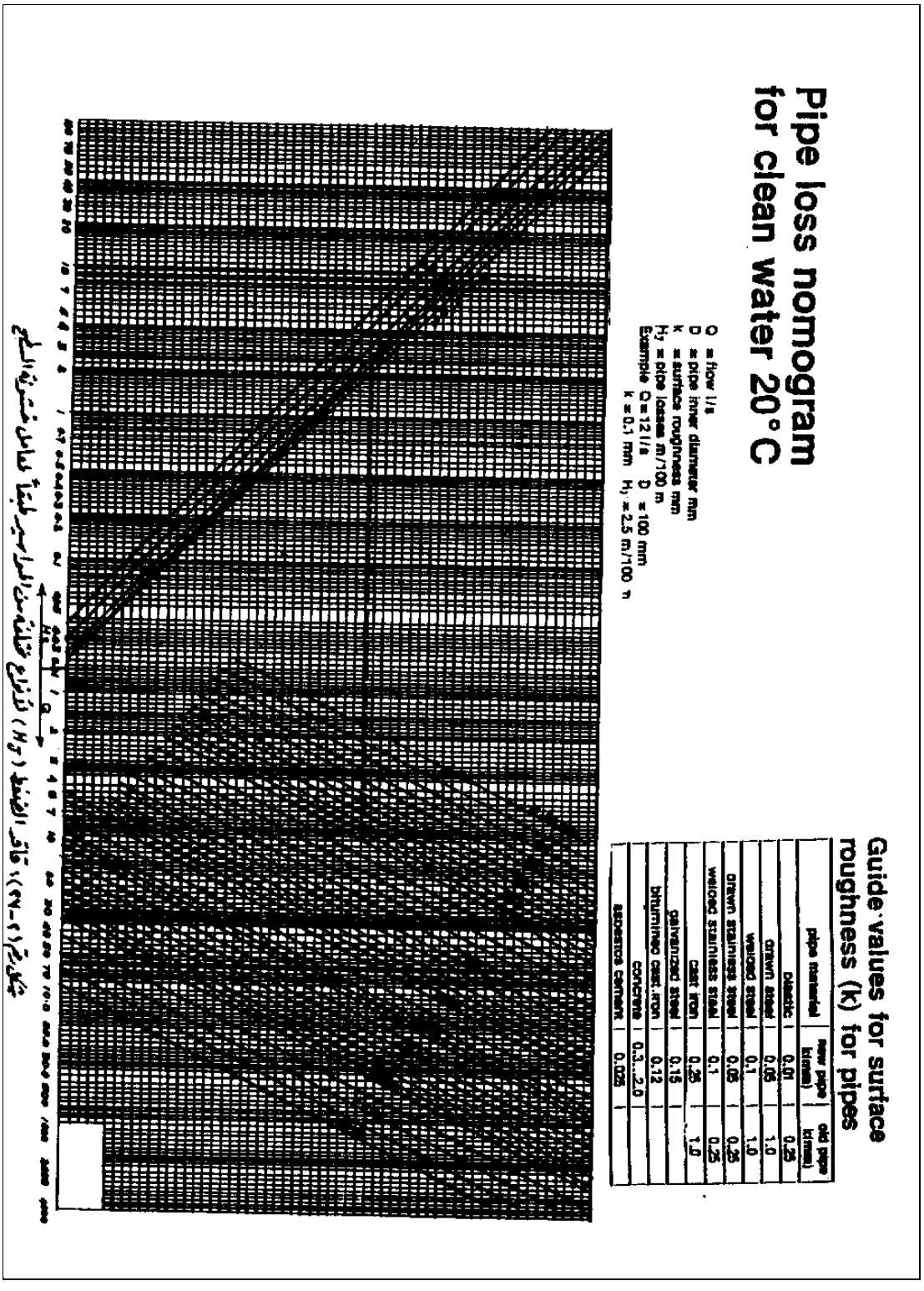
Globe, fully open	10
Angle, fully open	2
Gate, fully open	0.15
Gate, $\frac{1}{4}$ closed	0.26
Gate, $\frac{1}{2}$ closed	2.1
Gate, $\frac{3}{4}$ closed	17
Swing check, forward flow	2
Swing check, backward flow	∞
Ball valve, fully open	0.05
Ball valve, $\frac{1}{3}$ closed	5.5
Ball valve, $\frac{2}{3}$ closed	210

جدول (٢-٢) معامل الفقد فى القطع الخاصه

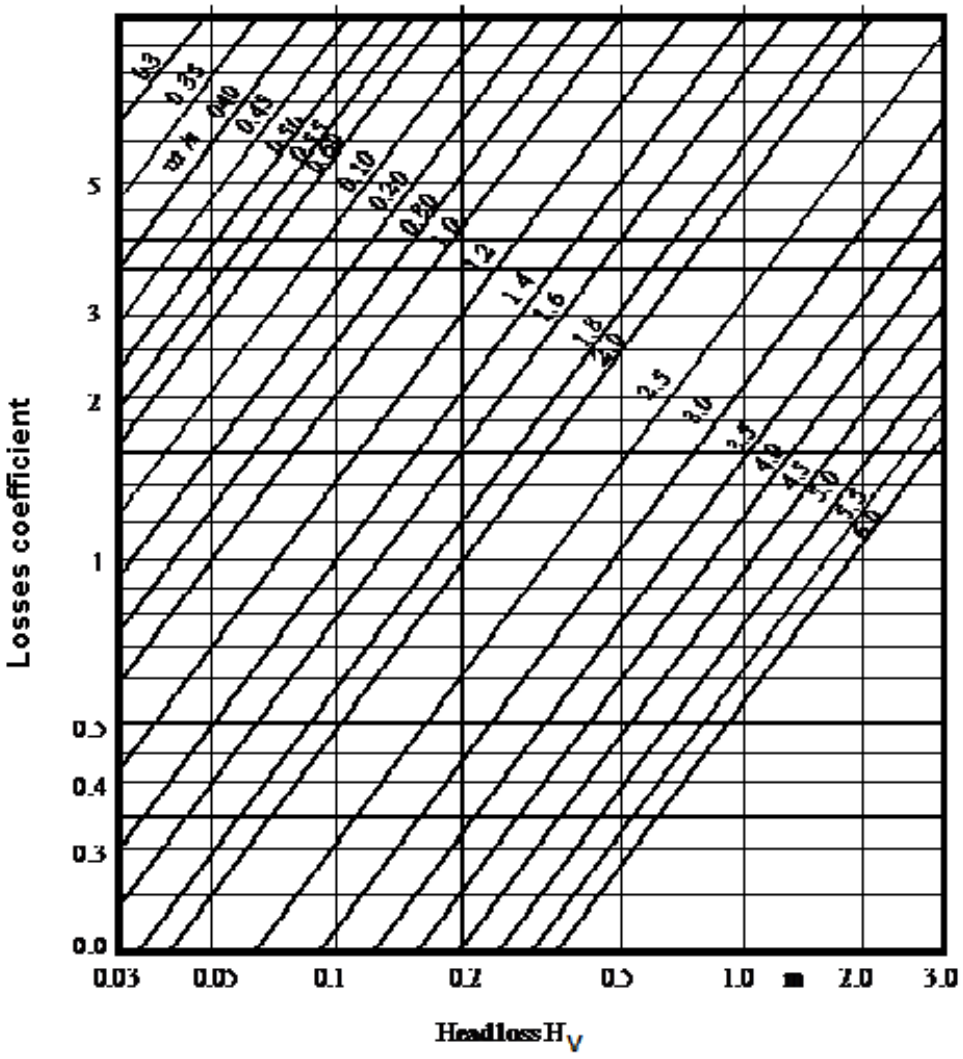
Fitting	K
Well rounded inlet	0.05
90^0 elbow, threaded	
Regular	1.4
Long radius	0.75
90^0 elbow, flanged	
Regular	0.31
Long radius	0.22
45^0 elbow, threaded, regular	0.35
45^0 elbow, flanged, regular	0.17
Return bend, threaded, regular	1.5
Return bend, flanged	
Regular	0.3
Long radius	0.2
T-joint, threaded	
Through flow	0.9
Branch flow	1.9
T-joint, flanged	
Through flow	0.14
Branch flow	0.69
Sudden expansion	
$d_1/d_2 = 0.5$	0.75
$d_1/d_2 = 0.7$	0.51
$d_1/d_2 = 0.9$	0.19
Sudden contraction	
$d_2/d_1 = 0.5$	0.3
$d_2/d_1 = 0.7$	0.2
$d_2/d_1 = 0.9$	0.1



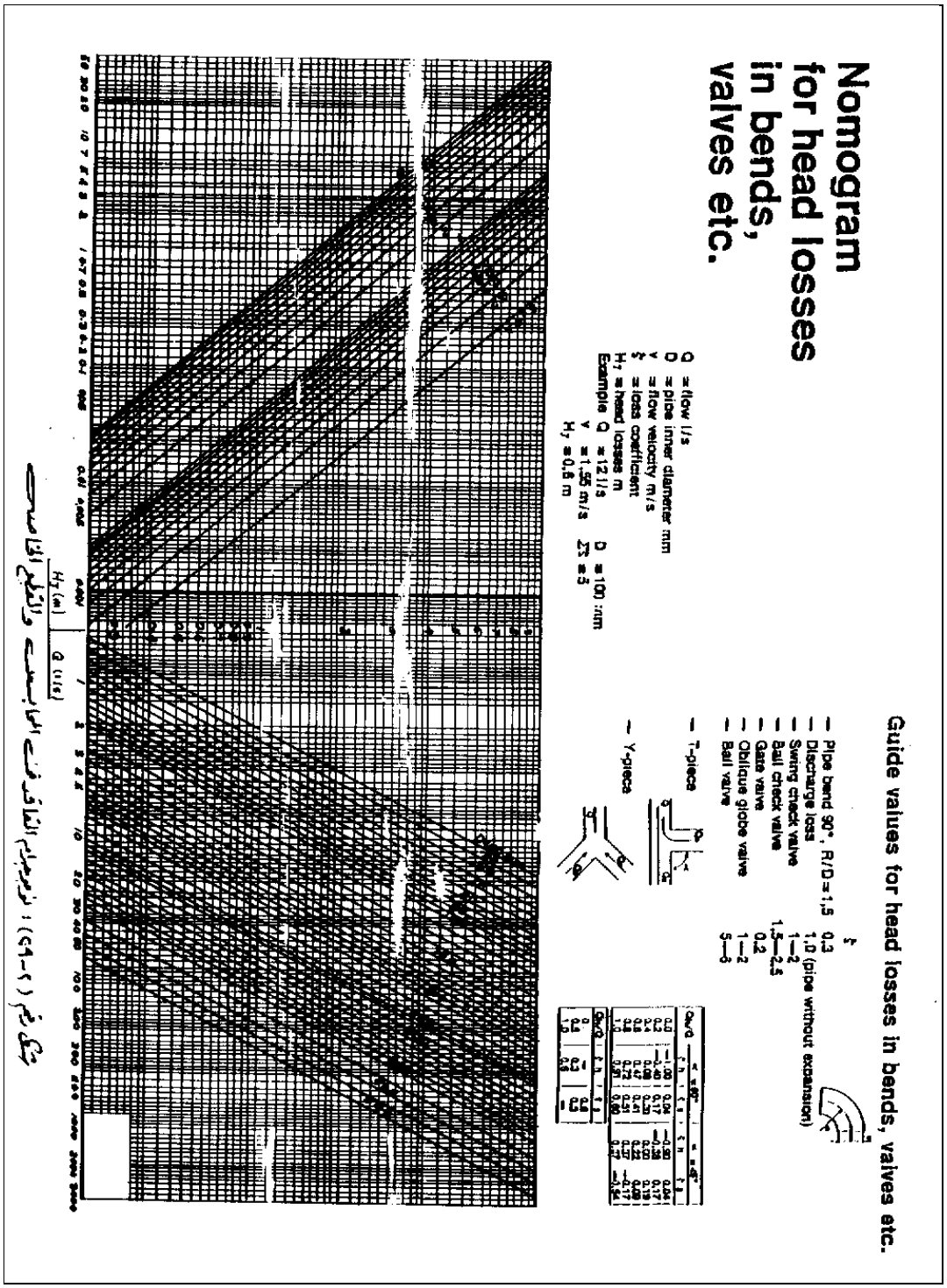
شكل (٢-٢٦) الفاقد فى المواسير المستقيمة (حديد زهر جديد) من قطر ١٥ إلى ٢٠٠٠ داخلى وذلك لتصرف من ٥ إلى ٥٠٠٠ متر مكعب فى الساعة.



شكل (٢–٢٧) فاقد الضغط (HJ) لأنواع مختلفة من المواسير طبقا لمعامل خشونة السطح



شكل (٢-٢٨) استنتاج الفاقد HV فى المحابس والملحقات وسرعة السريان (v) بالنسبة لمساحة المقطع



شكل رقم (٢-٢٩) : نوموجرام الفاقد فى المحابس والقطع الخاصة

شكل (٢–٢٩) نوموجرام الفاقد فى المحابس والقطع الخاصة

٢-١-١١-٤-٣ فواقد الضغط للسوائل اللزجة فى المواسير المستقيمة.

يحسب فاقد الضغط للسائل اللزج (Viscous Liquid) ذو الرقم التسلسلى F1 بعد الحصول على فاقد الضغط للمياه العذبة طبقا" لما سبق توضيحه بالبند(٢-١-١١-٤-١) وذلك من العلاقة:

$$\mathbf{H_{JF1}} = \frac{\lambda F1}{\lambda W}\mathbf{H_{Jw}}$$

حيث: λ هى معامل الاحتكاك للسائل Fricition Coefficient

يوضح الشكل رقم (٢-٣٠) قيم معامل الاحتكاك λ للمواسير المستقيمة (بمعلومية اللزوجة ν للسائل).

تحتاج هذه العلاقات والمنحنيات لتصويبها فى حالة وجود منحنيات متكررة وعدم استقامة خطوط المواسير.

٢-١-١١-٥ تغيير أداء الطلمبة Changing The Pump Performance

٢-١-١١-٥-١ تغيير السرعة Changing The Speed

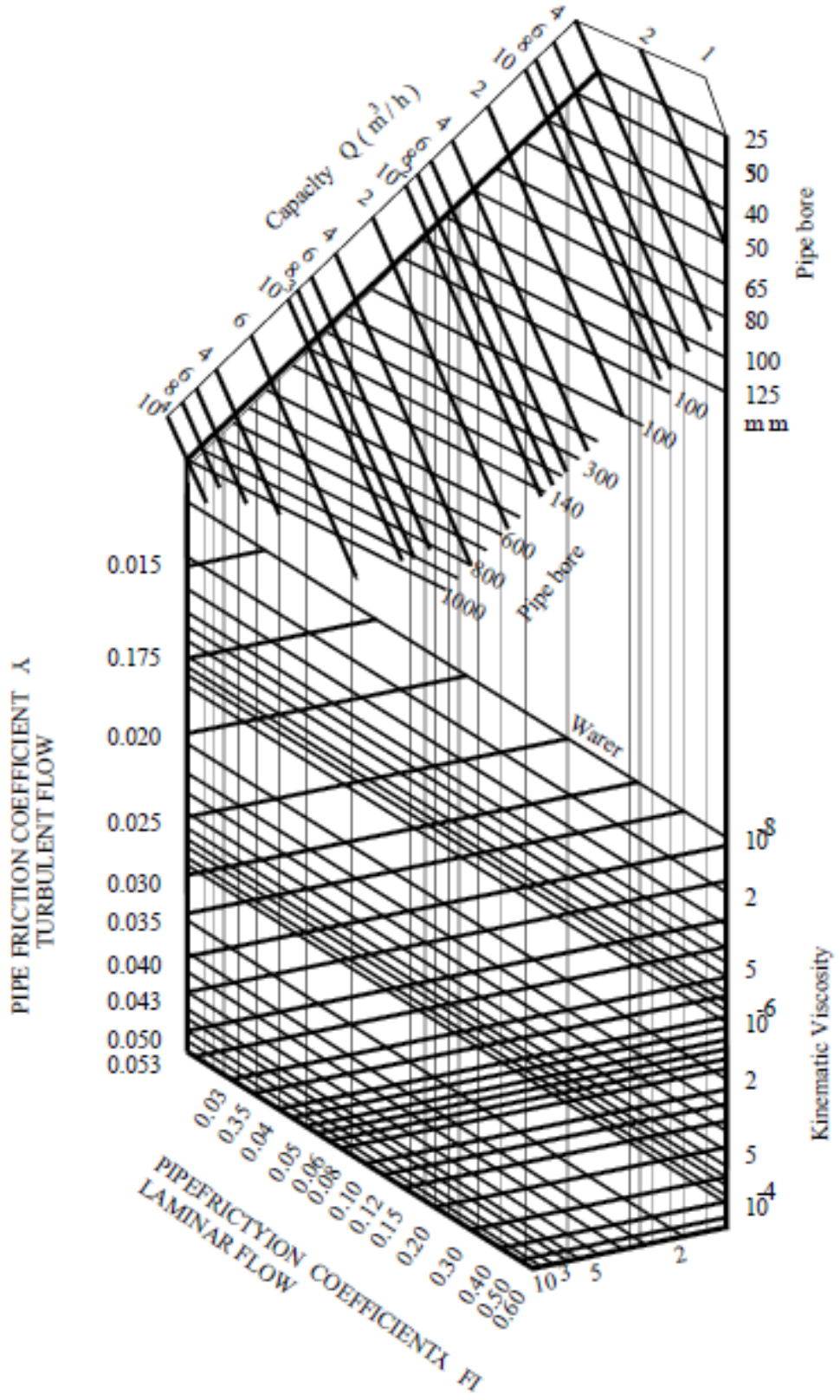
لنفس الطلمبة يمكن الحصول على عدة منحنيات مختلفة لها فى حالة إستخدام سرعات مختلفة

وترتبط هذه المنحيات بقانون التماثل (Similarity law) فإذا كانت قيم التصرف Q1 والرفع H1 والقدرة P1 معروفة عند سرعة محددة n1 فإن القيم الجديدة لهذه المتغيرات عند سرعة جديد n2 يمكن الحصول عليها كالتالى:

$$\mathbf{Q_2} = \frac{n_2}{n_1}.Q_1$$

$$\mathbf{H_2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2.H_1$$

$$\mathbf{P_2} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3.p_1$$



شكل (٢–٣٠) معاملات الاحتكاك (λ) للمواسير المستقيمة فى حالة السوائل اللزجه

- يؤدى التغير فى السرعة n الى ترحيل نقطة التشغيل B والشكل رقم (٢-٣١) يوضح ثلاثة منحينات للطلمبة عند ثلاث سرعات مختلفة ويتقاطع كل منحنى مع منحنى المنظومة عند ثلاثة نقاط تشغيل مختلفة.

٢-١-١١-٥-٢ تشذيب (خرط) مروحة الطلمبة Trimming the impeller

- للحصول على تقليل مستديم فى خرج الطلمبة الطاردة المركزية التى تعمل على سرعة ثابتة فإن ذلك يستلزم تقليل قطر المروحة D.

- تحتوى كتالوجات الطلمبات على عدة منحنيات لاقطار مختلفة لمروحة الطلمبة ويمكن الحصول على أي منحنى آخر فيما بينها عن طريق تشذيب (خرط) المروحة الأكبر قطرا مباشرة.

- عند تغيير قطر مروحة الطلمبات ذات الانسياب القطرى (radial flow) فإن العلاقة بين لتصرف Q والرفع H والقطر D تكون كالتالى :

$$(\frac{D_1}{D_2})^2 = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{H_1}{H_2}$$

ومنها:

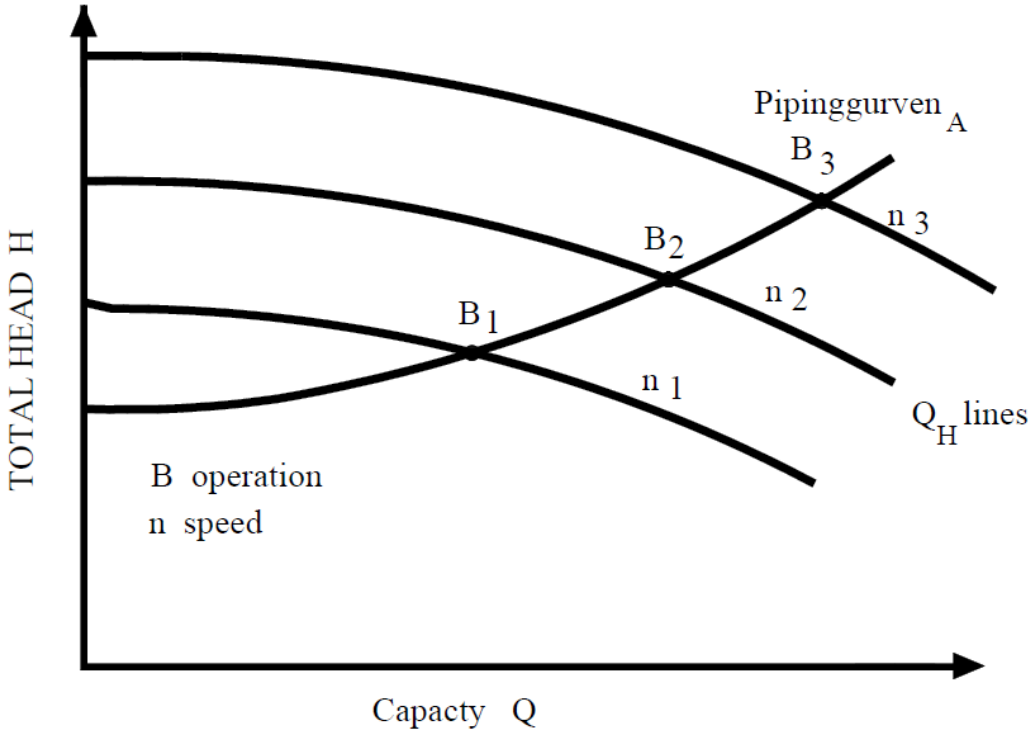
$$D2 \approx D1 \sqrt{\frac{Q2}{Q1}}$$

أو:

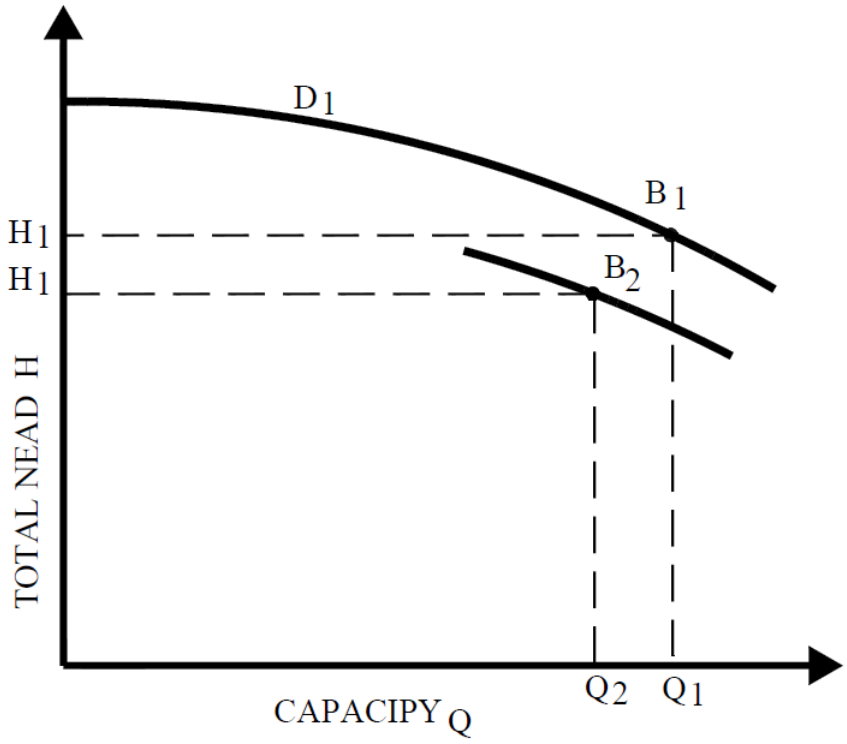
$$D2 = D1 \sqrt{\frac{H2}{H1}}$$

- يبين المنحنى بالشكل رقم (٢-٣٢) تأثير تغيير قطر المروحة على رفع وتصرف الطلمبة لتحديد القطر الجديد للمروحة لتحقيق نقطة التشغيل الفعلية B_2 يتبع الآتي:

- بإستخدام الرسم الخاص بمنحنى الطلمبة Q-H يتم توصيل خط مستقيم يمر من نقطة الاصل للمنحنى (عند Q=0، H=0) عبر نقطة التشغيل B_2 يقطع المنحنى الأصلى للمروحة ذات القطر الأكبر (المراد تشذيبة) D_1 عند نقطة التشغيل B_1.



شكل (٢-٣١) تأثير التغير فى السرعة على منحنى الطلمبة



شكل (٢-٣٢) تأثير تغيير قطر المروحة على منحنى الطلمبة

- تحديد قيم H - Q فى الحالتين الأولى (1) والثانية (2).

- تستخدم هذه القيم للحصول على القيمة التقريبية للقطر الجديد D2 بالتعويض فى العلاقة السابقة.

٢-١-١١-٦ توصيف الطلمبات بمحطة الرفع Pumps Description

بعد تحديد التصرفات الواردة إلى محطة الرفع على مدى الفترة التصميمية لها بدءا من التصرفات الحالية وحتى التصرفات المستقبلية المتوقعة فى نهاية هذه الفترة (سنة الهدف) وكذلك تحديد منسوب ماسورة الدخول إلى بيارة محطة الرفع من حيث:

- عدد الطلمبات المركبة بالمحطة.

- تصرف كل من هذه الطلمبات.

- الرفع ومدى التشغيل للطلمبة.

متطلبات التصميم للطلمبة

- النوع.

- سرعة الدوران.

- سرعة دخول المياه الى فتحة المص.

- قطر الأجسام الصلبة المسموح بمرورها.

- خامات التصنيع لاجزاء العملية.

- طريقة التركيب للطلمبة (تركيب رأسى بإتصال مباشر– عن طريق أعمدة كردان – تركيب أفقى – غاطسة).

٢-١-١١-٦-١ عدد الطلمبات المركبة بالمحطة

يتوقف عدد الطلمبات التى يتم تركيبها بالمحطة على حجم التصرفات الواردة وطبيعة المحطة من حيث كونها مؤقتة او دائمة أو فرعية أورئيسية ومعدلات التصرفات الواردة لها على مدار السنة وخلال ساعات اليوم وكذلك يتوقف ذلك على نوع الطلمبات المستخدمة ومدى حاجتها الى أعمال الصيانة الدورية وسهولة فك وتركيب الطلمبة وتوفر قطع الغيار لها وأهمية إستمرارها فى العمل تحت ظروف التشغيل العادية وفى حالات الطوراىء ومدى تأثير توقف المحطة عن العمل على البيئة المحيطة بها (ظروف الموقع) وعلى قدرة شبكة الانحدار بالمنطقة المخدومة على التخزين وتوفر وسائل تطهير هذه الشبكة وقدرتها على التنظيف الذاتى للمواسير طبقا" للتصميم الموضوع لها، وفى جميع الأحوال فإن عدد الطلمبات المركبة بالمحطة يجب ان تخضع للعلاقة الآتية:

- عدد الطلمبات المركبة = عدد الطلمبات العاملة لرفع التصرفات القصوى للمحطة فى ساعات الذروة + طلمبة إحتياطية + طلمبة واحدة على الأقل بالصيانة.

- ويراعى ألا تقل عدد الطلمبات العاملة بالمحطة عن ٥٠% من عدد الطلمبات المركبة وأن تكون الطلمبة الاحتياطية ذات تصرف يعادل تصرف أكبر الطلمبات المركبة بالمحطة فى حالة إستخدام طلمبات غير متماثلة فى السعة (مختلفة التصرفات) داخل نفس المحطة وتوضع طلمبة إضافية من كل سعة مستخدمة بإعتبارها فى الصيانة علاوة على الطلمبات العاملة والإحتياطية.

٢-١-١١-٦-٢ حساب تصرف الطلمبة Pump Flow Rate

لحساب تصرف كل طلمبة من الطلمبات المركبة بمحطة الرفع يتم إتباع الآتى:

أ - بالنسبة للطلمبات المتماثلة فى السعة.

فى حالة استخدام طلمبات متماثلة (ذات تصرف متماثل عند نفس نقطة الرفع) لرفع التصرف الوارد الى محطة الرفع فيتم ذ لك بالخطوات الآتية:

- يتم تحديد التصرف الاقصى للمحطة Qmax

- يتم حساب تصرف ساعات الذروة Q_P وذلك باستخدام معامل الذروة.P.F المناسب طبقا لسعة المحطة (باب الدراسات).

- يتم تحديد عدد الطلمبات العاملة لرفع تصرف الذروة Q_P

ويكون فى المعتاد من ١–٢ طلمبة للتصرفات حتى ٢٠٠ ل/ث

ومن ٢–٣ طلمبات للتصرف من ٢٠٠– ١٥٠٠ ل/ ث

ومن ٣–٤ طلمبات للتصرف أكبر من ١٥٠٠ ل/ ث

- يحسب تصرف الطلمبة الواحدة Q باللتر / ث من العلاقة

$$Q(\text{ل / ث}) = \frac{\text{تصرف ساعات الذروة للمحطة } Q_P \text{ (ل/ ث)}}{\text{عدد الطلمبات العاملة بالمحطة}}$$

ب –بالنسبة للطلمبات مختلفة السعات داخل نفس المحطة

وتستخدم الطلمبات مختلفة السعات داخل نفس المحطة فى حالة عدم انتظام التصرفات الواردة للمحطة على مدى فصول السنة أو على مدى ساعات اليوم إختلافا" كبيرا" لايمكن إستيعابه عن طريق التخزين بالبيارة.

وعلى ذلك تكون الطلمبات العاملة على مدى ساعات اليوم متغيرة مع تغير التصرفات الوارد ويحدد عدد وسعة الطلمبات المستخدمة طبقا" للمنحنى البيانى للتصرفات الوراردة للمحطة.

يراعى عند تحديد السعات المختلفة للطلمبات وعددها الآتى:

- طلمبة (أو أكثر) لرفع التصرفات المتوسطة تبعا" لسعة المحطة (كما سبق في (أ)).

- طلمبة (أو أكثر) تدخل الخدمة عند منسوب محدد للمياه المجمعة بالبيارة (منسوب ١).

- طلمبة (أو أكثر) تدخل الخدمة عند المنسوب الأعلى المسموح به لتجميع المياه بالبيارة (منسوب ٢).

– تحسب سعة الأولى Q_1 من العلاقة :

$$Q_1 (\text{ل/ث}) = \frac{\text{التصرف المتوسط للمحطة (ل/ث)}}{\text{عدد الطلمبات}}$$

تحسب سعة الطلمبة الثانية Q_2 (ل/ث) من العلاقة:

$$= \frac{\text{(اقصى تصرف يومى } Q_{max} \text{ – الصرف المتوسط) ل/ث}}{\text{عدد الطلمبات الإضافية ١}}$$

تحسب سعة الطلمبة الثالثة Q_3 (ل/ث) من العلاقة:

$$= \frac{\text{(تصرف الطوارئ المنتظر – أقصى تصرف يومى } Q_{max}}{\text{عدد الطلمبات الإضافية ٢}}$$

ويشكل مجموع عدد الطلمبات فى الحالات الثلاثة السابقة عدد الطلمبات العاملة بالمحطة.

٢-١-١١-٦-٣ الرفع ومدى التشغيل للطلمبة Total Head& Working Range

أ – يتم حساب رفع الطلمبات طبقا" لما سبق توضيحه بالبند (٢-١-١١-٢) أخذا" فى الإعتبار قطر خط الطرد المستخدم وتشغيل الطلمبات على التوازى إن وجد.

فى حالة إستخدام طلمبتين على التوازى لرفع التصرف الوارد للمحطة يتم جمع منحنى الطلمبتين وتحدد نقطة تقاطع المنحنى المجمع مع منحنى المنظومة وتعتبر هذه النقطة هى نقطة التصميم Design point للطلمبة المطلوبة. (ويراعى نفس المبدأ عند تشغيل أكثر من طلمبتين على التوازى أيضا").

ب – يتم تحديد مدى التشغيل للطلمبة أخذا" فى الإعتبار الآتي:

– أن تعطى الطلمبة ٣٠%من التصرف التصميمى على الأقل عند أقصى مدى للتشغيل (النقطة العليا).

- أن تعمل الطلمبة على مدى من ٨٠% إلى ١١٠% من الرفع التصميمى على الأقل.
- أن يكون أقصى رفع للطلمبات الطاردة المركزية أحادية المراحل لايزيد عن٧٥ مترا".
- أن تعطى النقطة السفلى لمدى التشغيل حالة تشغيل طلمبة واحدة بأمان فى حالة تشغيل طلمبتين أوأكثر على التوازى.

٢-١-١١-٦-٤ متطلبات الإختيار للطلمبات Pump Selection Requirements

يراعى عند توصيف الطلمبات المطلوبة لمحطة الرفع الآتي:

١ - النوع Type of Pump

- يحدد نوع الطلمبة المستخدمة طبقا" للرفع الكلى للمحطة (بند ٢-١-١١-٢-٣).
- فى حالة إستخدام الطلمبات الطاردة المركزية فيتم تحديد نوعها طبقا" للآتى:

* ذات التصرف القطرى Radial flow فى حالة القيم العالية للرفع (أكثر من ٤٠متر).
* ذات التصرف المختلط Mixed flow فى حالة القيم المتوسطة للرفع (من ١٠- ٤٠ متر).
* ذات التصرف المحورى Axial Flow فى حالة القيم الصغيرة للرفع (اقل من ١٠ متر).

وعموماً فإن الطلمبات ذات التصرف القطرى أعلى كفاءة من النوعين الآخرين بنفس التصرف والرفع يليها الطلمبات ذات التصرف المختلط.

٢ - سرعة الدوران Speed

يحدد سرعة الدوران للطلمبة طبقا" لإعتبارات تصميم الطلمبة بمعرفة المنتج ويراعى فى اختبار سرعة الدوران تحقيق أعلى كفاءة ممكنة للطلمبة عند نقطة التشغيل المحددة ومدى تحمل الأجزاء الدوارة للسرعات العالية ومعدل إستهلاكها ونوعية المواد المستخدمة فى التشحيم ومعدلات البرى لكراسى

الارتكاز والخامات المستخدمة فى تصنيع الطلمبة بالإضافة الى طبيعة السوائل المراد ضخها ومدى إحتوائها على مواد صلبة ورمال (يرجع إلى المواصفات القياسية للطلمبات) على أن يكون معدل البرى فى أجزاء الطلمبة ٠.٠٥ مم/سنة وألا يزيد عن ٠.٥ مم/سنة.

وفى جميع الاحوال تكون سرعة الدوران من ٧٥٠–١٥٠٠ لفة / الدقيقة.

للطلمبات ذات السعة اكبر من ٥٠ ل/ ث ومن ١٥٠٠– ٣٠٠٠ لفة /دقيقة.

للطلمبات اقل من ٥٠ ل/ ث.

٣ – سرعة دخول المياه الى فتحة المص للطلمبة.

يجب ألا تزيد سرعة دخول المياه عند فتحة المص عن ٤,٥ متر / ثانية عند نقطة التشغيل التصميمية.

٤ – قطر الأجسام الصلبة المسموح بمرورها داخل الطلمبة

يحدد قطر الأجسام الصلبة المسموح بمرورها عبر مروحة الطلمبة على أساس قطر فتحة السحب المنتظرة حسب كميات التصرفات والسرعة المسموح بها فى مواسير السحب وفتحة المص للطلمبة أخذا" فى الإعتبار نوعية مروحة الطلمبة وكفاءة الطلمبات حيث تقل الكفاءة بزيادة حجم المواد الصلبة المسموح بمرورها.

وفى المعتاد فإن المواد الصلبة المسموح بها تكون كالتالى:

- للطلمبات ذات التصرف حتى ٣٠ ل / ث ٣٠مم.
- للطلمبات ذات التصرف من ٣٠ – ١٠٠ ل/ث ٥٠مم.
- للطلمبات ذات التصرف من ١٠٠– ٢٠٠ ل/ ث ٧٥مم.
- للطلمبات ذات التصرف من ٢٠٠ – ٤٠٠ ل/ ث ١٠٠مم.
- للطلمبات ذات التصرف أكبر من ٤٠٠ ل/ ث أكبر من ١٠٠مم.

٥ – خامات التصنيع لأجزاء الطلمبة Construction Materials

تؤخذ مواد التصنيع الآتية فى الإعتبار فى حالة طلب طلمبات للإستخدامات العادية لرفع المخلفات السائلة للصرف الصحى.

جسم الطلمبة : حديد زهر C.I.

المروحة : حديد زهرC.I.

عامود الإدارة : صلب غير قابل للصدأ.

حلقات التآكل : برونز.

وفى حالة طلب طلمبات لإستخدامات خاصة أو فى حالة إحتواء السوائل المراد رفعها على مواد كيماوية (أحماض أوقلويات) فيرجع إلى المواصفات القياسية للطلمبات والمواد المستخدمة فى الأجزاء المختلفة عند الإستخدامات المختلفة مع مراعاة تعليمات الشركة الصانعة (ويرجع إلى الجدول الموجود بالملاحق الخاصة بهذا المجلد)

٦ – بيارات السحب وطريقة التركيب للطلمبات

Suction Pits & Pump Installtion

يتم تحديد طريقة تركيب الطلمبات وبالتالى تصميم بيارات السحب طبقا" للآتى:

– التركيب فى الوضع الرأسى بإتصال مباشر بين الطلمبة والمحرك. وتستخدم هذه الطريقة فى حالة أعماق السحب الصغيرة والتى لاتزيد على ٥ متر تحت سطح الأرض.

– التركيب فى الوضع الرأسى عن طريق استخدام أعمدة كردان للتوصيل بين الطلمبة والمحرك بحيث يتم تركيب المحركات أعلى منسوب سطح الارض. وتستخدم هذه الطريقة فى حالة أعماق السحب الكبيرة والتى تزيد على ٥ متر تحت سطح الأرض أوفى حالة إحتمال تعرض موقع المحطة للغرق. ولايسمح بزيادة زاوية الميل لأعمدة الكردان عن ٣° (ثلاث درجات) على الرأسى مع توفير كراسى إرتكاز وسطية ووصلات إتصال بين أجزاء عامود الكردان طبقاً لطول

عامود الكردان مع تغطية أعمدة الكردان بغلاف اسطوانى من الشبك السلك لحماية الأفراد أثناء الدوران.

- التركيب في الوضع الأفقي بإتصال مباشر بين الطلمبة والمحرك وتستخدم هذه الطريقة في حالة إستعمال طلمبات ذات تحضير ذاتى تركب فوق سطح الارض تسحب من بيارة تجميع أسفلها أو فى حالة إستعمال طلمبات مركبة فى بئر جافة تسحب من بيارة تحميع مجاورة لها عبر خطوط مواسير سحب وبشرط توفير التامين اللازم لهذه الطلمبات ضد الغرق.

- التركيب الغاطس للطلمبات داخل بيارات التجميع المبتلة وتستخدم فى الحالة طلمبات ذات محركات لها درجة حماية IP68 تعمل مغمورة فى المياه. وتستخدم هذه الطريقة فى محطات الرفع المؤقتة أوذات التصرفات الصغيرة ويوضح الملحق رقم (٢) لهذا المجلد نماذج لمحطات رفع تستخدم فيها طرق التركيب المختلفة للطلمبات وفى كل الأحوال يجب أن يكون ذلك بما لايتعارض مع تعليمات التركيب للشركة المصنعة.

٢-١-١٢ إختيار مواسير السحب والطرد للطلمبات

عند تقرير نظام المواسير للطلمبات فإنه يجب الأخذ فى الإعتبار تكلفة المهمات والتشغيل ومصاريف الصيانة على مدى العمر الإفتراضى للطلمبات وذلك قبل تحديد قطر خط الطرد الرئيسى للمحطة وكذلك تأثير قطر ووضع ماسورة السحب على أداء الطلمبة والعمر الافتراضى لها.

٢-١-١٢-١ تصميم نظام مواسير السحب.

إن تصميم نظام مواسير السحب للطلمبات له تأثير كبير على أداء الطلمبة والتصميم الخاطئ يسبب مشاكل أثناء تشغيل الطلمبة مثل التدفق الدوامى ودخول الهواء إلى الطلمبة مما يؤدى إلى حدوث أعطاب الطلمبات وإستهلاكها فى فترة زمنية أقل من العمر الإفتراضى المقرر لها.

وحيث أنه يصعب تحسين أوإعادة ترتيب نظام مواسير السحب بعد إتمام إنشائها فإنه يجب إعطاء الإهتمام من البداية عند تصميم هذا النظام وأخذ النقاط التالية فى الإعتبار:

أ – العمق الواجب لغمر ماسورة السحب (عمق الغمر)

المسافة المناسبة بين فوهة ماسورة السحب وقاع بيارة السحب تكون أكبر من أوتساوى نصف قطر فوهة ماسورة السحب ويجب زيادة هذه المسافة فى حالة وجود إحتمالات أكبر لتراكم الرمال والترسيبات فى قاع البيارة.

ب – يجب أن تغطى المياه مدخل ماسورة السحب إلى عمق مناسب لمنع تكون دوامات مفرغة قمعية الشكل Vortix قد تشكل لحظيا" كهف هوائى على شكل أنبوبى يمتد من سطح السائل إلى ماسورة السحب.

– أقل غطاء للسائل فوق ماسورة السحب (الطرف الحر للماسورة) يجب أن يكون مساويا" لضغط السرعة فى مدخل الطلمبة Intel Velocity Head مضافا" إليه ٠,١ متر كعامل أمان.

$$\mathbf{S_{min}} = \frac{\upsilon^2 S}{2g} + \mathbf{0.1\ (m)}$$

حيث:

vs = سرعة التدفق في ماسورة السحب (م/ث).

S_{min} = أقل غطاء من السائل فوق فوهة ماسورة السحب (متر).

* اقصى سرعة تدفق فى ماسورة السحب يجب ألا تزيد عن ٣ م / ث.

جـ– المسافة بين الطرف الحر لماسورة السحب وحوائط بيارة السحب، يجب ألا تقل المسافة بين محور ماسورة السحب والحائط عن مرة ونصف قطر فوهة الماسورة.

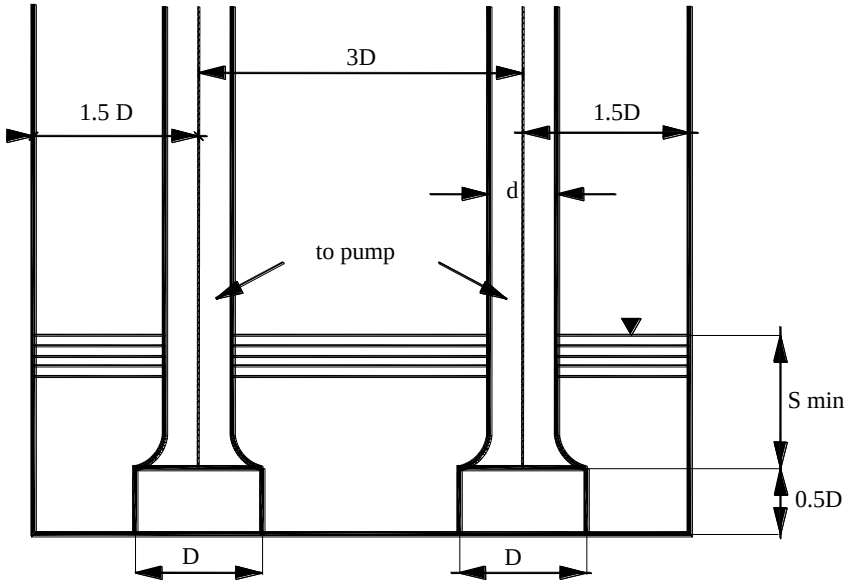
د – المسافة بين محاور مواسير السحب بعضها البعض يجب ألا تقل عن ثلاثة أمثال قطر فوهة الماسورة.

والشكل رقم (٢–٣٣) يوضح المسافات المبينة فى (أ) ، (ب) ، (ج) ، (د) المذكورة عاليه.

هـ– يجب أن تكون ماسورة السحب أقصر مايمكن وتميل فى إتجاه الطلمبة مع تجنب وجود محبس فى وضع رأسى فى جانب السحب للطلمبة.

و – تجنب إستخدام المواسير ذات الرأس والذيل وإستخدام المواسير بالفلنشات.

ز – عدم إستخدام كوع قبل الطلمبة مباشرة لضمان الإنسباب السلس للمياه في مدخل الطلمبة.



شكل (٢-٣٣) المسافات بين مواسير السحب وكل من قاع وحوائط البيارة والمسافات البينية بين محاور المواسير والغطاء فوق فوهه الماسورة

ح – يجب أن تكون ماسورة السحب للطلمبة وماسورة الدخول للبيارة بعيدة عن بعضها بقدر كاف لمنع دخول الهواء فى ماسورة السحب مع التأكد من أن ماسورة الدخول لا تصب مباشرة فى مدخل ماسورة السحب.

ط – عند تصميم بئر سحب المياه للطلمبات يراعى الآتي:-

١- منع الرمال والرواسب من الدخول الى خطوط السحب.

٢- ترتيب وضع المواسير لجعل دخول المياه موزعا" على جميع الطلمبات بالتساوي تقريبا".

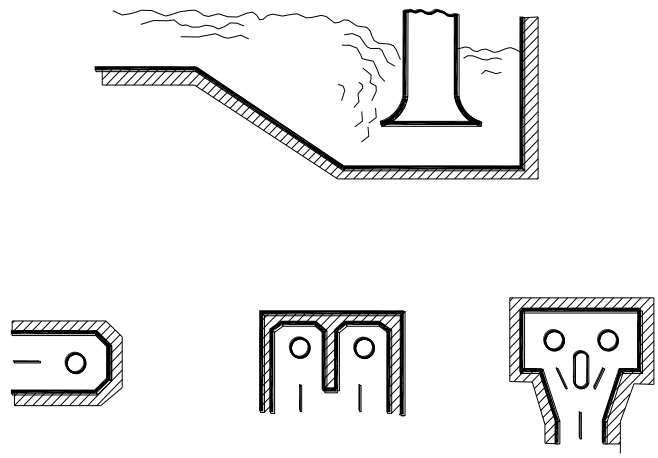
٣- ترتيب المواسير بحيث لا يحدث تداخل بين أي طلمبة والاخرى.

٤- وضع مواسير السحب للطلمبات بحيث تكون أبعد ما يمكن عن مركز البيارة.

٥- سهولة إنسياب المياه فى إتجاه مواسير السحب.

٦- تسهيل أعمال المراجعة و الفحص لمواسير السحب وتقليل المخاطر التى تعرض المواسير للكسر.

والشكل رقم (٢-٣٤) يوضح التصميم الصحيح لبئر السحب.



شكل (٢-٣٤) تصميم بيارة السحب

٢-١-١٢-٢ تحديد قطر ماسورة الطرد.

عند الرغبة فى تحديد قطر الماسورة ونوعها فإنه من الضرورى إجراء الدراسة الكاملة للمقاومة فى خط المواسير وتأثير الطرق المائى وخطط التوسع المستقبلية لمحطة الرفع.

وحيث أن المقاومة فى خط المواسير تتناسب عكسيا" مع الأس الخامس لقطر الماسورة فإن أول ما يجب أخذه فى الإعتبار هو الحسابات الخاصة بفاقد الإحتكاك فى خط الطرد ومن ثم فعند نقل

المياه لمسافات طويلة فإنه يجب إختيار قطر ماسورة أكبر رغم التكلفة الأعلى للقطر الكبير حيث أن الفرق فى التكلفة يمكن تعويضه بإنخفاض تكلفة التشغيل على المدى الطويل.

وللتخطيط للمستقبل حيث تتزايد التصرفات المطلوب رفعها خلال خط المواسير فإن قطر خط الطرد يجب أن يحدد بعناية مع الإخذ" فى الإعتبار الزيادة المنتظرة وعمر المواسير المستخدمة وتكلفة تغيير هذه المواسير وذلك للوصول إلى خط مواسير آمن واكثر إقتصادا" على مدى زمن تشغيل محطة الرفع (العمر الإفتراضى للمحطة أوسنة الهدف لفترة التصميم).

وعلى ذلك فإنه لإختيار قطر خط الطرد تتبع الخطوات التالية:

– تحديد التصرف الاقصى Qpeak المطلوب ضخه.

– يحدد قطر خط الطرد مبدئيا" من العلاقة الآتية:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_P}{\Pi V}}$$

حيث D = قطرخط الطرد بالمتر.

Q_P = التصرف الاقصى للمحطة م^3/ث.

V = سرعة التدفق فى الماسورة م/ث.

ويتم إختيار سرعة التدفق تبعا" لطول خط الطرد وزمن الضخ اليومى ، فعند نقل المياه لمسافة طويلة (أكبر من ١ كيلو متر) ولفترة طويلة يوميا" فإن السرعة تؤخذ من ٠,٦ : ٢ م/ث وعندما يكون النقل لمسافة قصيرة ولفترة قصيرة (أقل من ٨ساعات يوميا") فإن السرعة تؤخذ من ٢ : ٣ م/ث وفى حالة نسبة كبيرة من المواد الصلبة العالقة ينجم عنها إحتمالات أكبر للترسيب فى الخط فمن الضرورى إستخدام الحدود الأعلى للسرعة. مع مراعاة السرعة الآمنة لمنع النحر فى خط المواسير.

جـ- يستخدم النوموجرام الموضح بالشكل رقم (٢-٣٥) والذى يبين طريقة عملية لحساب سرعة التدفق V كدالة فى معدل التصرف Q والقطر الداخلى لماسورة خط الطرد D وذلك للحصول على قيمة السرعة بمعلومية معدل التصرف Q_P للمحطة وقيمة قطر خط الطرد

القياسى الأقرب الى القمية المحسوبة فى الخطوة السابقة D ومقارنتها بالسرعة المفترضة والتأكد من أنها داخل المدى الصحيح وفى الحدد المقبولة.

د – يحسب الفقد بالاحتكاك فى الماسورة من العلاقة:

$$h_f = L \cdot \frac{\lambda}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

حيث:

h_f = الفقد بالإحتكاك (متر).

L = طول خط الطرد (متر).

V = سرعة التدفق فى الماسورة (م/ث).

D = قطر خط الطرد (متر).

g = عجلة الجاذبية (م/ث^2) = (٩.٨١م / ث^2)

λ = معامل الاحتكاك للماسورة (وتحدد قيمتها طبقا" للموضح بالملحق رقم ٣) من ملاحق هذا المجلد.

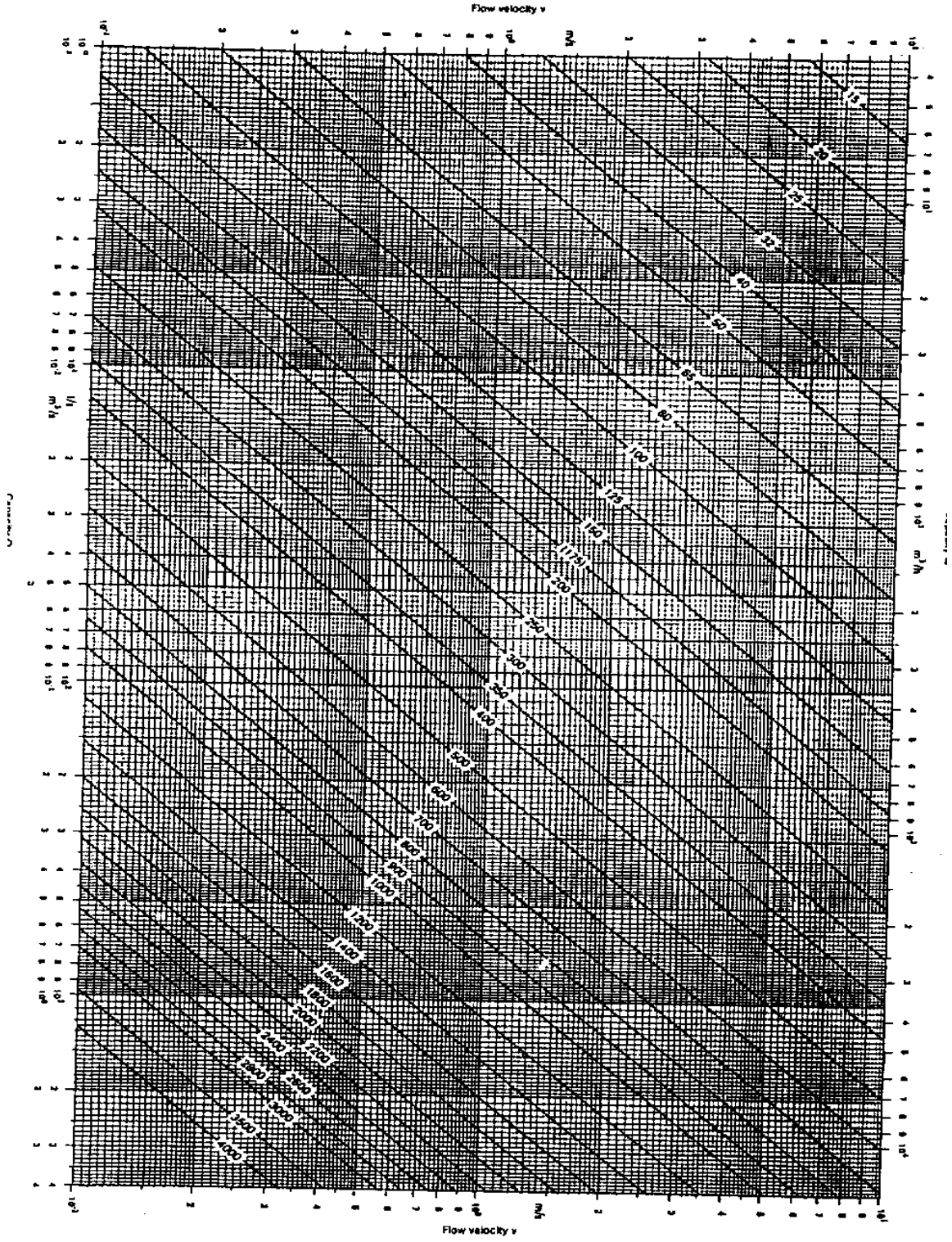
ملحوظة:

يمكن حساب الفقد بالاحتكاك باحدى طريقتين أخربين:

١ – معادلة هازن – وليامز:

$$h_f = \frac{10.69 Q^{1.85} x L}{D^{4.87} X C^{1.85}}$$

حيث: C = معامل يتحدد قيمته حسب نوع مادة خط الطرد



شكل (٢-٣٥) نومجرام حساب سرعة التدفق كدالة فى معدل التصرف Q والقطر الداخلى للماسورة D

٢ – إستخدام الجداول التقريبية التى تحدد هذه القيمة للمتر الطولى للماسورة طبقا" للقطر والنوع (ملحق رقم ٣).

هـ- يحسب الرفع الكلى من العلاقة

$$h_t = h_s + h_f + \ldots\ldots\ldots\ldots$$

حيث h_t = الرفع الكلى لخط الطرد شاملا جميع الفواقد فى القطع الخاصة وفواقد السرعة لدخول ونهاية خط الطرد

h_s = الرفع الجيوتيكى (الإستاتيكى) الفعلى بين منسوبى السحب والطرد.

و – إذا زادت قيمة الرفع الكلى عن الحدود المقررة لنوع الطلمبات المستخدمة يتم إختيار القطر الأكبر لخط الطرد وتعاد خطوات الحسابات السابقة . ويراعى ألا يزيد الرفع الكلى فى جميع الاحوال عن ٧٥ متر وذلك فى الطلمبات الطاردة المركزية ذات المرحلة الواحدة.

ز – إذا تبين من الحسابات إمكانية إستخدام أكثر من قطر داخل حدود السرعات المقبولة فإنه يتم الترجيح بينها على أساس الطاقة المستهلكة فى كل حالة (لكل قطرمن المواسير) وحساب تكلفة الأستهلاك بالإضافة إلى تحديد قدرة المحركات المستخدمة فى كل حالة وحساب تكلفة المهمات (طلمبات + محركات +مواسير ومستلزماتها) المناظرة لهذه الحالة ثم تحسب التكلفة الكلية فى حالة إستخدام كل قطر من الأقطار موضوع المقارنة لإختيار القطر الأكثر اقتصادا".

٢-١-١٣ أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع

تستخدم الأنواع التالية فى الطلمبات الخاصة بمحطات الرفع المشروعات الصرف الصحى.

أ – الطلمبات الطاردة المركزية Centrifugal Pumps

ب – الطلمبات الحلزونية Screw Pumps

جـ- الطلمبات موجبة الإزاحة Positive Displcement Pumps

د – الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء Air Lift Pumps

٢-١-١٣-١ الطلمبات الطاردة المركزية والطلمبات الحلزونية

وقد سبق إيضاح جميع الخواص والمحددات الخاصة بالطلمبات الطاردة المركزية فى بند (٢-١-١١) وكذلك يتم الرجوع إلى المجلد الثانى الخاص بأعمال المعالجة فيما يخص الطلمبات الحلزونية.

٢-١-١٣-٢ الطلمبات موجبة الأزاحة

ويستخدم هذا النوع من الطلمبات أساسا لضخ الحمأة أوفى حالة رفع المخلفات السائلة لمسافات بعيدة وضد رفع كلى مرتفع جدا ويراعى فى جميع الحالات المقارنة الأقتصادية بين هذا النوع والأنواع الأخرى التى يمكن إستخدامها لنفس العمل وتكون المقارنة بحساب التكلفة الأبتدائية سواء للمنشآت اللازمة أوسعر الطلمبات مضافا" إليه تكلفة التشغيل وأعمال الصيانة الدورية مع الأخذ فى الإعتبار ظروف التشغيل لترجيح أي من الإحتمالات.

وتنقسم هذه الطلمبات إلى الأنواع الآتية:

- الطلمبات الترددية Ram Pumps
- الطلمبات البريمية Mono Pumps or Helical Pumps

٢-١-١٣-٣ الطلمبات التى تعمل بدفع الهواء

ولا يستعمل هذا النوع من الطلمبات فى التطبيقات العملية لرفع المخلفات السائلة للصرف الصحى نظرا" للسعة المحدودة والرفع المنخفض الذى يمكن الحصول عليه فى هذه الطلمبات وان كانت تتمتع بانخفاض الضوضاء الصادرة عنها فى حالة توفر مصدر الهواء المضغوط مما يتيح الفرصة لاستخدامها فى الاماكن التى تتطلب مراعاة الهدوء وتقليل المساحات المطلوبة للمعدات. وقد تم إيضاح البيانات وبعض التفاصيل الخاصة بانواع الطلمبات بالملاحق الخاصة بهذا المجلد (ملحق رقم ٤).

٢-١-١٤ تصميم مبنى محطة الرفع Design of Pump Station Building

يراعى فى تصميم مبنى الطلمبات لمحطات الرفع أخذ العناصر التالية فى الإعتبار:

- أبعاد المبنى.
- تهوية المبنى.
- أعمال الانارة.
- طلمبات النزح.
- الأوناش العلوية.
- السلالم ومشايات الصيانة.
- وسائل الإنذار وإطفاء الحريق.

٢-١-١٤-١ أبعاد المبنى

ينقسم المبنى الخاص بالطلمبات إلى عنبرين رئيسيين:

أ – عنبر الطلمبات.

ب – عنبر المحركات ولوحات التشغيل الكهربائية.

وأبعاد عنبر الطلمبات يحدده المساحة الخاصة بالجزء الجاف من بيارة محطة الرفع وعلى ذلك فيجب مراعاة مناسبة هذا الجزء كعنبر لتركيب الطلمبات وملحقاتها ونظام مواسير السحب والطرد عند تحديد قطر بيارة المحطة فى حالة البيارات المستديرة المقطع أوأبعادها فى حالة البيارات المستطيلة المقطع.

وعموما" فإنه يجب مراعاة أن تكون المسافة البينية بين الطلمبات فى حدود من ١,٥٠ متر للطلمبات الصغيرة ذات التصرفات حتى ١٠٠ ل/ث وحتى ٣,٥٠ متر للطلمبات ذات التصرفات

الكبيرة التى تزيد عن ٦٠٠ ل/ ث وتترك مسافة بين محور أول وآخر طلمبة وبين حائط العنبر لا تقل عن نصف المسافة البينية بين الطلمبات.

وبالنسبة لعنبر المحركات فإن مساحة العنبر تكون بنفس مساحة مقطع البيارة الجافة ويتم تحديد الإرتفاع الخاص بالعنبر بحيث يسمح بتركيب ونش علوى بالعنبر وتكون الكمرة الخرسانية التى يركب عليها على إرتفاع من ٤: ٥ متر عن منسوب سطح بلاط العنبر حسب سعة المحطة وبحيث تترك مسافة لاتقل عن ١,٥ : ٢ متر بين سطح كمرة الونش وباطنية الكمرات الساقطة لسقف عنبر المحركات وذلك حسب سعة المحطة وحجم المحركات المركبة بها بالتالى حمولة الونش المستخدم وتعتبر الأبعاد السابقة إسترشادية ويجب تناسبها مع المعدات والتوريدات المختلفة.

٢-١-١٤-٢ تهوية المبنى

أ – تهوية عنبر الطلمبات تحت منسوب سطح الارض

يستخدم عدد ٢ وحدة تهوية على الاقل مكونة من مروحة هواء ومجارى هواء سحب وطرد تعمل إحداها لدفع الهواء من خارج المبنى الى عنبر الطلمبات ويكون ذلك على منسوب لا يقل عن ٢.٠٠ متر من منسوب أرضية العنبر وتعمل الاخرى على سحب الهواء من داخل العنبر الى خارج المبنى ويكون ذلك على منسوب لا يزيد عن ١.٠٠ متر من منسوب أرضية العنبر.

يجب أن تكون سعة وحدات التهوية بحيث تسمح بتغيير الهواء داخل عنبر الطلمبات من ٦ الى ٨ مرات فى الساعة الواحدة على ضغط فى حدود ٠,٢ بار (يرجع إلى متطلبات كود التهوية) بالنسبة للمعدات ومجارى الهواء و...إلخ والإلتزام بما جاء به.

ب – تهوية عنبر المحركات فوق منسوب سطح الارض

ويستخدم فى ذلك مراوح شفط تركب على حائط عنبر المحركات تكون ذات سعة إجمالية تسمح بتغيير هواء العنبر من ٨ : ١٠ مرات فى الساعة مع مراعاة ألا تزيد درجة الحرارة داخل العنبر عن ٥ درجات زيادة عن درجة حرارة الجو الخارجى وبما لا يزيد عن ٣٨° فى جميع الأحوال وتحدد سعة المراوح على أساس ضغط مانومتري فى حدود ٠,٢ بار (يرجع إلى متطلبات كود التهوية) ويلتزم بما جاء به.

٢-١-١٤-٣ إنارة المبنى

أ – إنارة عنبر الطلمبات

تستخدم وحدات الاضاءة من طراز عين البقرة المحكمة تماما" ضد تسرب المياه لانارة عنبر الطلمبات تحت منسوب سطح الأرض وتركب هذه الوحدات على الحوائط على ارتفاع لايقل عن ٢,٥متر من منسوب أرضية العنبر ويكون عدد الوحدات المستخدمة وقدرة اللمبات المركبة بها بما يسمح بشدة اضاءة لاتقل عن ٢٠٠ لوكس فى أى نقطة داخل العنبر (يرجع إلى كود الإضاءه) ويلتزم بما جاء به.

ب – إنارة عنبر المحركات

تستخدم وحدات الاضاءة ذات الكشافات طراز المصانع المزودة بلمبات اضاءة مختلطة (فلورا) أو لمبات زئبقية بقدرة من ١٥٠: ٢٥٠ وات لإنارة عنبر المحركات وتركيب هذه الوحدات معلقة من سقف العنبر ويكون عددها بحيث يسمح بتوفير شدة إضاءة لاتقل عن ٣٠٠ لوكس فى أي نقطة داخل العنبر ويفضل إستخدام وحدات اضافية للإضاءة بكشافات فلورسنت خلف لوحات التشغيل الكهربائية تركب على الحائط على ارتفاع لايقل عن ٣متر عن سطح أرضية العنبر وذلك لزيادة شدة الاضاءة في هذه المنطقة الى ٥٠٠ لوكس لإمكان إجراء أعمال الصيانة والإصلاح لهذه اللوحات (يرجع إلى كود الإضاءة ويلتزم بما جاء به).

٢-١-١٤-٤ طلمبات النزح

يتم تجميع المياه المتسربة من الطلمبات الرئيسية والمناطق المحيطة بالمحطة وكذلك تلك المتسربة من وصلات المواسير والمحابس وذلك فى بئر تجميع فى أحد أركان عنبر الطلمبات الرئيسية حيث يتم نزحها بإستخدام طلمبة نزحها بإستخدام طلمبة نزح رأسية ويجب أن تكون من النوع الغاطس أوذات التحضير الذاتى وذلك حتى تكون جاهزة للعمل بإستمرار ويجب أن يتم تجهيزها بحيث تعمل أتوماتيكيا طبقا لمنسوب المياه المتجمعة فى بئر التجميع وتكون سعة طلمبة النزح متناسبة مع سعة محطة الرفع وتكون في المعتاد من ٥ :١٠ لتر/ثانية على رفع مانومترى فى حدود من ٦: ١٥ متر. وفى حالة محطات الرفع الكبيرة يمكن استخدام طلمبتين للنزح يتم تركيبهما فى ركنين متقابلين للمساعدة فى سرعة سحب المياه المتسربة ويراعى وجود طلمبة نزح إحتياطية بالمخازن.

٢-١-١٤-٥ الأوناش العلوية

- تزود محطات الرفع بونش علوى يركب فى عنبر المحركات لإستخدامه فى أعمال إصلاح وصيانة وحدات الرفع وكذلك فى أعمال التركيب والفك.

- تكون حمولة الونش المركب بالمحطة بحيث يسمح برفع وحدة الضخ كاملة (الطلمبة + المحرك) مع وجود معامل أمان لايقل عن ٢٥% من هذا الحمل.

يكون إرتفاع كمرة الونش عن أرضية عنبر المحركات بما يمسح بتحريك المحرك الكهربى داخل العنبر بحرية ووضعه على القاعدة الخاصة به وعادة تكون فى حدود من ٥:٤ متر طبقا" لسعة محطة الرفع.

- تكون سلسلة الرفع للونش بحيث تسمح بالوصول إلى أرضية عنبر الطلمبات لإمكان رفع هذه الطلمبات إلى مستوى سطح الأرض بعنبر المحركات.

- أن يكون الونش ثلاثى الحركة يعمل يدوياً أو كهربائياً حسب حالة الإستخدام .

- أن يكون وحيد أو ثنائى الكمرة طبقاً للأحمال.

٢-١-١٤-٦ السلالم ومشايات الصيانة

- يجب تزويد محطة الرفع بسلم مناسب للوصول من عنبر المحركات حتى منسوب أرضية عنبر الطلمبات ويكون اتساع فتحة السلم بحيث تسمح بإنزال الطلمبات المستخدمة بالمحطة كاملة إذا لم يكن سقف عنبر الطلمبات مجهز بفتحات صيانة تسمح بذلك ويراعى دائما" أن يكون السلم مريحا" فى الاستعمال ما أمكن ذلك وأن يتمكن عمال الصيانة والفنيين من النزول والصعود عليه خاصة فى حالة حملهم للعدة اللازمة للفك والتركيب ويفضل السلم الحلزونى كلما امكن ذلك.

- يجب ان تكون درجات السلم مانعة اللانزلاق وفى حالة استخدام الدرجات المصنعة من الحديد فيجب أن يتم معالجتها جيدا" ضد الصدأ والتآكل.

- يتم تزويد عنبر الطلمبات بمشايات خرسانية أو معدنية تمكن من الوصول إلى جميع المحابس لإمكان فتحها وغلقها بسهولة وكذلك للوصول إلى كراسى ومحاور الإرتكاز لتشحيمها وإجراء الصيانة اللازمة لها. ويراعى معالجة هذه المشايات ضد التآكل والبري نتيجة الإستعمال المتكرر وتعرضها لأبخرة المجارى كما يتم تزويدها بدرابزينات (Hand rails) .

- يراعى عمل سلم بحارى للوصول إلى الونش وعمل الصيانة اللازمة له ولمصابيح الإنارة.

عرض المشايه لا يقل عن ٦٠ سم.

أرتفاع الدرابزين لا يقل عن ١٢٠ سم.

- تصنع الدرابزينات إما من معدن معالج بتغطيه سطحيه مناسبه (Coating) من الكيماويات الحديثة المعتمده لذلك ويفضل أن تكون هذه الاجزاء من الألومنيوم أو من مواد بلاستيكية مخلقة بقطاعات مناسبه تلافياً للصدأ الذى عادة ما يصاحب الدرابزينات المعدنيه خاصة المجلفنة.

٢-١-١٥ المصافى Screens

تزود بيارات محطات الرفع بمصافى بغرض حجز المواد العالقة الموجودة بالمخلفات السائلة الواردة الى المحطة من شبكات الصرف الصحى مثل الأخشاب والحيوانات النافقة والأحبال والأقمشة والعبوات البلاستكية والصفيح وقطع الحجارة ... وخلافه.

وتنقسم المصافى إلى نوعين:

- المصافى اليدوية (الشبك).

- المصافى الميكانيكية.

٢-١-١٥-١ المصافى اليدوية

وتكون الفتحات بين قضبان هذا المصافى فى حدود من ٨٠ : ١٠٠ مم يراعى فى تصميمها إمكانية الوصول إليها لإجراء أعمال النظافة والصيانة الدورية وذلك بوجود مشايات داخل البيارات للسير عليها مع تزويدها بالدرابزينات إذا لزم الامر أوإستخدام المصافى اليدوية التى يمكن رفعها من البيارة إلى أعلى منسوب سطح الارض لإتمام أعمال النظافة أوالصيانة وإعادتها ثانية وقد

يستعان فى ذلك بونش يدوى لرفع الإطارات الخاصة بهذه المصافى مع وجود دليل للتوجيه. يراعى فى حالة المصافى القابلة للرفع وجود إزدواج فى الشبك يمكن من استمرار حجز الشوائب بالتبادل بين المصفاة العاملة وتلك التى يتم إخراجها لاجراء التنظيف أو الصيانة.

وتكون قضبان واطارات المصافى اليدوية مصنعة من الصلب الغير قابل للصدا بمقاسات تتناسب مع المحطة وأبعاد هذه المصافى.

٢-١-١٥-٢ المصافى الميكانيكية

وتكون بنفس المواصفات الموجودة بمجلد محطات معالجة الصرف الصحى مع الأخذ فى الإعتبار إستخدام نوع المصافى الميكانيكية ذات مشط التنظيف المستمر الحركة والتى تركب فى القنوات العميقة حسب المبين بأنواع المصافى الميكانيكية بالمجلد المذكور

٢-١-١٥-٣ إختيار نوع المصافى فى محطات الرفع :

- لحجز المواد العالقة أوالطافية من سطح الماء يتم إستخدام المصافي اليدوية في محطات الرفع ذات تصرف لا يزيد عن ٥٠٠٠ متر٣/يوم.

- المحطات الصغرى : يتم تنفيذ قفص معدني لحجز الرواسب ويراعى تركيب ونش يدوي لرفع القفص.

- المحطات المتوسطة ٥٠٠٠ م٣/يوم وحتى ٣٠٠٠٠ م/٣ يوم : يتم تنفيذ شبك مائل لحجز الرواسب ويراعى وجود مشاية لرفع الرواسب وتكون مهواة وآمنة.

- المحطات أكبر من ٣٠٠٠٠ م٣/يوم : يتم تنفيذ مبنى مستقل للمصافي الميكانيكية ، ومجهزة ببوابات أمام وخلف القضبان للتحكم في سريان المياه.

- وقد يلزم تركيب الواح قطع Stop Logs أمام البوابات عند مدخل المصافى بغرض قطع المياه عن قناة المصافى لعمل الصيانة لبوابات المدخل.

٢-١-١٦ المحابس والبوابات

تستخدم المحابس والبوابات للتحكم فى دخول وخروج وتشغيل الطلمبات داخل المحطة.

٢-١-١٦-١ المحابس Valves

٢-١-١٦-١-١ محابس السكينة Sluice Valves

جميع المحابس المستخدمة فى محطات الصرف الصحى تكون من النوع ذات أعمدة الإدارة الصاعدة Rising Stem ولا يسمح بالأنواع الأخرى.

تصنع المحابس من الخامات الآتية:

- جسم المحبس : زهر رمادى مرن D.I للأقطار أكبر من ٤٠٠م
- بوابة الغلق : زهر رمادى مرن D.I
- عامود الإدارة والمسامير : صلب غير قابل للصدأ St.St

وتحدد نوعيات الزهر والصلب غير القابل للصدأ طبقا" لمحتوى المخلفات السائلة من الأحماض أوالقلويات أوالعناصر الكيماوية الأخرى ويرجع إلى كود المحابس والمواصفات القياسية الخاصة بها / كود الشبكات.

٢-١-١٦-١-٢ محابس عدم الرجوع Non – Return Valves

ويستخدم فى ذلك المحابس ذات القرص المتأرجح Tilting disc أوالهيدروليكية أوswing type وبذراع وثقل للأقطار حتى ٤٠٠ مم وأكبر من ذلك تكون من النوع الهيدروليك. وتكون خامات المحابس مماثلة للخامات المستخدمة فى محابس السكينة. ويراعى أن تكون المحابس مزودة بفتحة كافية لإخراج القرص وإجراء أعمال النظافة والمراجعة الدورية.

٢-١-١٦-١-٣ البوابات Penstocks

جميع البوابات المستخدمة فى محطات الصرف الصحى تكون من النوع الذى يركب على الحوائط وتكون مصنوعة من الزهر أو من الصلب الذى لا يصدأ لجميع أجزائها عدا عامود الإدارة فيتم تصنيعة من الصلب مقاوم للصدا (Stainless).

٢-١-١٧ أجهزة القياس

تزود المحطة بإجهزة القياسات المختلفة وذلك لرصد القياسات الميكانيكية مثل الضغط والتصرفات ودرجة الحرارة والكهربية مثل الجهد والتيار والقدرة الكهربية ... الخ وتكون هذه الاجهزة وحساساتها من نوعيات جيدة ومعتمدة ومعايرة بحيث تكون الدقة فى المدى المسموح قبوله.

هذا ويوجد طرق قياس ميكانيكية إعتماداً على الخواص الميكانيكية للحساس وطرق كهربية وتعتمد على تغير شده المجال الكهربى أوالمغناطيسى أوتغير التيار أوالجهد المتولد ومن الكميات التى عادة ما يتم قياسها التصرف ويتم قياسه بواسطة العديد من أجهزة القياس أكثرها أنتشاراً هى أجهزة إعاقة السريان مثل الثقب Orifice والبوق Nozzle والبوق المنفرج المقدمة Venturi وجميعها على مجرى المياه لقياس الهبوط فى الضغط ،وكذلك يتم قياس الضغوط بواسطة عدادات ماسوره أو حساسات كهربية(Transducers for pressure differential) تعتمد على تغيير الخواص البيزوكهربيه أو السعات الكهربيه (Capacitive) أوالسعات الحثة (Inductive).....ألخ ومن أجهزة القياس التى تستخدم أيضاً فى المحطات عدادات سرعة الدوران أيضاً بأنواعها المختلفه وموجه حساساتها على الأجزاء الدواره وكذلك أجهزة قياس عمق البيارات (Low level & high level) وأجهزة قياس شدة التيار والجهد وكذلك القدره الكهربيه للمحركات الكهربيه كما أن درجات الحراره من الكميات التى يتم قياسها فى مثل هذه التطبيقات لما لها من دلالات كبيرة لعمليات التحكم والمراقبه مثل الضغوط وكذلك التصرفات وقد تكون المراقبه يدويه أو أليه بالربط بنظم الأسكادا وقياس درجات الحراره بطرق عديده أبسطها الثرموستات المعتمدة على تغيير درجة الحراره Resistance Thermomet أوما يسمى بالثيرموثتر Thermistor أوالثرمومترات ثنائية المعدن (bimetallic thermometes) أوالأزدواجات الحرارية Thermocuuple وحساسات هذه الأجهزه يمكن أن تكون ضمن توريدات المعدات أوالمعدات مجهزه بذلك مثل بعض المحركات والمولدات الكهربيه بغرض الحمايه ضد أرتفاع درجة الحراره أويتم تركيبها منفصله فى أماكن تحدد بمعرفة المصمم ومعها مايلزم من تجهيزات لتركيبها وتوصيلها.

أنواع أجهزه القياس التى تلائم خطوط المواسير:

- عدادات التباين الضغطى – الفنشورى(Diferential pressure type).
- عدادات السرعة المروحية (Propeller Type).

- عدادات التصرف المغناطيسية (Magnetic Type) .

- عدادات القياس بالموجات الفوق صوتية (Ultra sonic type).

- أجهزة بارشال فلوم (Parshal flume) وتستخدم فى قياس معدلات السريان فى المجارى المكشوفة.

قياس الضغط:

وتستخدم عداد الضغط (Bourdan Tube) هو الأكثر شيوعاً وهى تعمل ميكانيكيا أويتم تحويل إشارتها إلى إشارة كهربية لتعمل كهربيا عن طريق تغيير سعة مكثف أوحث ملف.

قياس درجة الحرارة :

ومنها الأزدواج الحرارى أوالترموستر أوالمعادية المزدوجة Bimetallic وكذلك يوجد أجهزة قياس درجات الحرارة تعتمد على الأطوال الموجية بإستخدام الأشعة فوق الحمراء (Infrared).

قياس التصرف:

ويوجد العديد من أجهزة قياس التصرف منها أنواع ميكانيكية مثل العوارض (Obstruction Type) مثل Nozzle Orifice Venture ومنها أجهزة تعمل عن طريق تغيير الإشارات الميكانيكية إلى كهربية مثل السلك الساخن أوعن طريق تغيير المجال الكهرومغناطيسى (Electromagnetic) أوتغيير الموجات الفوق صوتية Ultra sonic لقياس تصرف المياه.

قياس مستوى المياه بالبيارات:

ويتم عن طريق وجود عمود مدرج بالبيارة وتؤخذ قراءاته أو عن طريق وجود حساسات مغموسة فى البيارة عند أقل مستوى (Low Level) وأخر عند أعلى مستوى (High level) وهذه الحساسات تعمل عن طريق تغيير بعض الخواص الكهربية (مقاومة ، سعة تكثيف ، تغيير الحث..... إلخ) ويوجد طرق ضوئية عن طريق إرسال أشعة وإستقبالها وجميع هذه الحساسات تترجم تغيير مستوى المياه على درجة غمس الحساس إلى إشارة كهربية تحدد مستوى المياه بالبيارة.

٢-١-١٨ نظام التحكم والمراقبة

- يراعى عند تصميم مكونات المحطة وجود أجهزة قياس وحساسات تمكن من قياس التصرفات والضغوط وإرتفاع مستوى المياه (المنخفض والمرتفع) ...إلخ وتنقل هذه القياسات فى وجود منظومه PLC إلى لوحات مراقبة فرعية قابلة للربط باللوحات الرئيسية ثم التحكم المركزى وذلك لرصد كافة القراءات الخاصة بالتصرفات والضغوط ...إلخ وتكون هذه النظم إما للمراقبة أوللمراقبة والتحكم

- نظام الإشراف والمراقبة وجمع البيانات والتحكم بها Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA

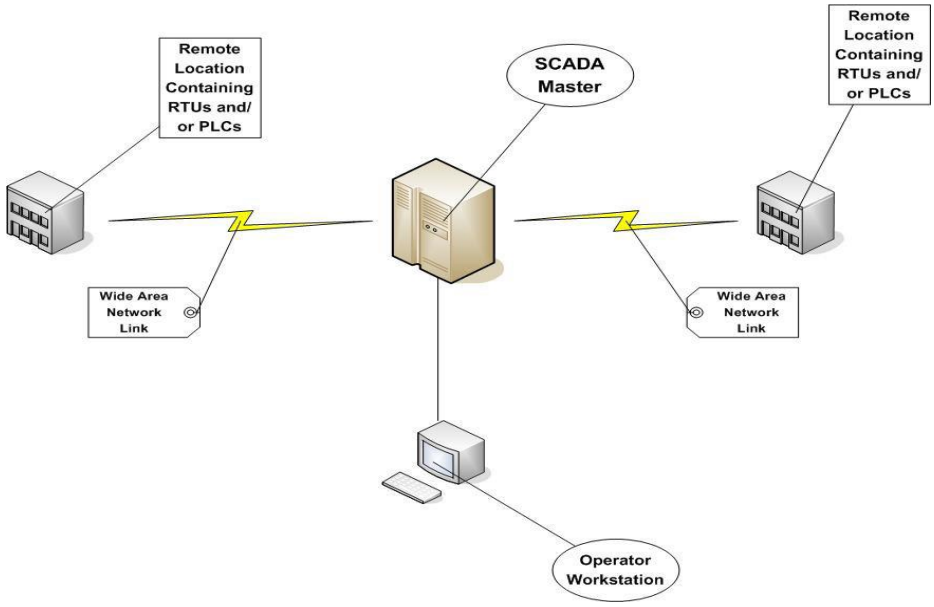
- يعتبر كوسيلة مُرَاقَبَة وتحكم بمحطات الرفع وتقوم هذه الأنظمة بنقل البيانات إلى قلب النظام والذي هو عبارة عن حاسب رئيسي يتلقى الأوامر من عدد مِن الوحداتِ الطرفية البعيدةِ أو المتحكمات المنطقية المبرمجة . PLC يقوم النظام بجمع المعلومات فمثلا عند حدوث تسرب على خط المواسير أو تغير درجة الحرارة أو الضغط عن قيم معينة في نظام ما وتنتقل إلى موقع مركزي ويقوم بدوره بإصدار إنذار وإرسال رسائل تبين حالة النظام والأعطال التي يتعرض لها .

وتشمل هذه الأنظمة ما يالي:

- نظام راديو أو هاتف أوأقمار صناعية لتأمين الأتصال بين الوحدات المركزية والمناطق الموزعة البعيدة عن مراكز التنسيق.

- مجموعة البرمجيات المستخدمة في النظام (PLCS أو RTUS)

والشكل رقم (٢-٣٦) بوضح بنية نظام السكادا.



شكل (٢-٣٦) بنية نظام الإسكادا

أدوات نقل المعلومات

تعتبر هذه الأدوات صلة الوصل بين المحطات الفرعية والمحطة المركزية قلب النظام مثل حساس تحديد مستوى الماء في خزان ، مقدار تدفق الماء ، درجة الحرارة ،حالة القواطع، مقدار الضغط في الخزان.

بالإضافة إلى أجهزه مشغلات المحابس والتحكم بالمحركات وأتمتة عمليات تشغيل وحدات الطاقة الكهربائية الإحتياطية وأتمتة عمليات ضخ المياه. ولكن قبل عملية الأتمتة أوالمراقبة يجب أن تحول البيانات إلى شكل يتوافق مع لغة السكادا.

١ – شبكات الاتصالات

تستخدم شبكات الاتصالات لنقل المعلومات والأوامر من وإلى المواقع المختلفة عن طريق الأسلاك أو شبكة الهاتف أو الراديو.

تستعمل الأسلاك ضمن نطاق ضيق وهي غير عملية في المناطق ذات التوزع الجغرافي الواسع بسبب الكلفة العالية للكابلات. استعمال خطوط التليفون تشكل حلا اقتصاديا للأنظمة ذات المساحات الشاسعة ولكن في بعض الحالات والتي يصعب فيها استخدام خطوط التليفون كالمواقع البعيدة فإن استخدام الإشارات الراديوية يمثل حلا اقتصاديا مقبولا.

٢ – الحاسب المركزي الرئيسي

يتكون الحاسب المركزي الرئيسي أوالمحطة الرئيسية من حاسب وحيد RTUs أوشبكة حواسب تعالج المعلومات المستلمة من الوحدات الطرفية وتقدمها إلى المشغل البشري بطريقة يستطيع أن يتعامل مع هذه المعلومات، يتم نقل البيانات من المحطات الطرفية إلى الحاسب الرئيسي وبالعكس عن طريق شبكات الاتصال المحلية أوشبكات دولية واسعة النطاق.

٣ – المحطات الفرعية

و هي عبارة عن محطات حاسوبية مرتبطة مع الحاسب الرئيسي المركزي وتمثل المحطات الفرعية النقاط التى ترسل المعلومات وتستقبل النتائج من الحاسب المركزي بناء على أوامر المشغلين.

٤ – شبكات الحاسب الألى والإنترنت

طبقاً لما هو متعارف عليه حالياً تمثل شبكات الإنترنت جزء هام فى نقل المعلومات والبيانات بعد تصنيفها وتحديد أولويات الوصول إليها ولسهولة العمل بالمحطات خاصة الكبرى يتبقى وجود شبكة كابلات فيبرأوتيك أونظم أتصال بدون أسلاك Wireless ومخارج للبيانات فى وحدات المحطة ومكاتب القائمين على تشغيلها ،وتصميم هذه الشبكات LAN بواسطة متخصصين فى الـ IT وكذلك يتم إختيار وحدات الربط والتحكم الـ Hub ومحطة التشغيل (Workstation) وذلك للضبط والتحكم فى نقل البيانات المختلفة .

تعريف نظام (SCADA)

ويمكن اعتبار نظام التحكم والمراقبة (SCADA) :

هو أحد الأنظمة المختصة بالتحكم والمراقبة عن بعد ونقل كافة البيانات.

هو نظام لتوفير المراقبة والتحكم فى أى عملية إنتاجية عن طريق تجميع البيانات من المواقع المختلفة بالشبكة للمراقبة والتحكم.

من مهام النظام :

– تجميع القراءات والقياسات المسجلة من أماكن مترامية الإطراف جغرافيا بمكان واحد (MSU – وحدة التحكم الرئيسية) والقيام بمعالجة هذه القراءات طبقا لبرنامج تطبيقى معد على الحاسب الآلى الرئيسى لذلك.

– التحكم فى الأجهزة بالمواقع وإرسال الأوامر من وحدة التحكم الرئيسية (MSU) إلى وحدة التحكم الطرفية (Remote Terminal Unit) بأى موقع للتحكم فى الأجهزة الموزعة بالمواقع المختلفة كما هو موضح فى الشكل (٢–٣٦).

– العناصر الأساسية المكونة لنظام التحكم والمراقبة(SCADA)

– وحدة تحكم رئيسية (MSU)

– نظام الإتصال بين وحدة التحكم الرئيسية ووحدات التحكم الطرفية (Remote Terminal Unit(RTU))

– عدد من وحدات التحكم الطرفية (RTUs) أو وحدات (PLCs)

– أجهزة القياس والمشغلات والحساسات.

– أجهزة الحاسبات والخوادم المناسبة.

– البرامج المختلفة فى كافة المستويات.

يوضح جدول (٢–٣): مثال لبعض أجهزة القياس المستخدمة.

جدول (٢-٣) أجهزة القياس المستخدمة فى محطات الرفع

م	مكان توصيل أجهزة القياس بالموقع	القياس	نوعية القياسات والقيم
١	أ – خطوط الطرد والمص ب – خطوط الطرد بالخزان	أ – التصرف ، الضغط ب – التحاليل المعملية PH، الكلور المتبقية منسوب الخزان.	– تناظرية Analog measurements
٢	أ – لوحة تشغيل الطلمبه من خلال مجموعة من المرحلات (Relays) ب – الرأس المتحرك للمحبس (Actuator) جـ– وحدة RTC	أ – حالة الطلمبات تعمل/ لا تعمل ب – حالة المحابس مغلقة/مفتوح جـ– حالة RTU تعمل/لا تعمل	رقمية Digital measurements

يجب أن يشمل نظام التحكم والمراقبة (SCADA) على المراحل التالية:

المرحلة الأولى : تجميع البيانات من المواقع المختلفة.

حيث يتم تجميع البيانات من المواقع المختلفة مثل محطات التنقية والروافع والخزانات باستخدام :

أجهزة القياس والحساسات وخصوصاً أجهزة قياس التصرفات ويراعى فيها :

- دقة القياس (Accuracy)
- التكرارية (Repeatability)
- أقل قيمة يمكن قياسها (Resolution)
- درجة الحماية لا تقل عن ٦٧ (IP67 at least) للأجهزة المعرضة للأتربة والهواء الطلق وإحتمال تعرضها للماء.

- وحدة التحكم الطرفية ((Remote Terminal Unit(RTU)
- المتحكم المنطقى المبرمج (Programmable Logic Control (PLC) ويراعى فيه :

أ- أن يكون من النوع المجزأ (Modular) أومن النوع (Rack Mount) على حسب حجم المشروع.

ب-أن يحتوى على جزء خاص بالاتصالات.

ج-وصلات مناسبة للاتصالات (RS232,RS 485, RS 422, E.thernet, Mobile comm.)

د- القدرة على التعامل مع مختلف أنواع الحواكم المنطقية المبرمجة من خلال تقنية (OPC).

هـ-يمكن أن تكون من وحدات التحكم الموزعة الصغيرة (DCS).

و- تكون أجهزة إحتياطى طبقا لمتطلبات التصميم.

المرحلة الثانية : نقل البيانات من المواقع المختلفة إلى وحدة التحكم الرئيسية.

وهى التى تتيح مجال الإتصال (Communication path) بين المواقع المختلفة بنظام التحكم والمراقبة (SCADA) ويراعى إنها قد تكون :

- داخل المحطة فقط فى حالة تنفيذ نظام محلى للتحكم والمراقبة (Local SCADA).
- يفضل أن تستخدم فيه أى نوع من الكابلات (نحاسية أوضوئية) مع مراعاة أن كابلات الإشارة تختلف عن كابلات مصادر القوى وكابلات التحكم. داخل وخارج محطات التنقية فى حالة تنفيذ نظام شامل للتحكم والمراقبة (Main scada).
- يفضل أن تستخدم فيه أى شبكة مناسبة لنقل البيانات (Telemetry Network) وهى الشبكة المستخدمة حتى يتم التوصيل بين المواقع المختلفة مثل RTUs , MSU ولابد مراعاة العوامل الأتية قبل إختيار وسط التوصيل (Link media) وأقتراح نوع الشبكة.
- المسافة بين RTUs , MSU والمسافة بين RTUs وبعضها البعض.
- السرعة المطلوبة لنقل البيانات.

- البرامج التطبيقية المستخدمة بنظام SCADA.
- سهولة الحصول على التصاريح المطلوبة للشبكة المقترحة.
- ومن الشبكات المسموح إستخدامها (لا يسمح بشبكات الإنترنت لمخاطرها):

شبكات الألياف الضوئية (Fiber Optics, Single Mode).

الشبكات الهوائية بتقنية (VHF or UHF).

الشبكات الهوائية بتقنية (Wimax).

الشبكات الهوائية بتقنية (GPRS).

المرحلة الثالثة : معالجة البيانات بوحدة التحكم الرئيسية

حيث تتم معالجة البيانات من خلال وحدة التحكم الرئيسية وهى تتكون من :

- الحاسب الآلى الرئيسى أوالخادم (Server)
- الحاسبات الخاصة بالمراقبة واصدار التقارير (Workstations).
- الطابعات (Printer).
- لوحة تخطيطية (Mimie Panels) أوشاشة رئيسية (Sereen).
- يجب أن تلتزم الشركات المنفذة بتنفيذ نظام التحكم والمراقبة (على حسب طاقة المحطة) ليحقق الأهداف الرئيسية التالية :

المراقبة والتحكم وخصوصاً غسيل المرشحات ليتم آلياً أو كل ٢٤ ساعة أيهما أسرع.

على أن يؤخذ فى الاعتبار ربط النظام لجميع وحدات التحكم المنطقى المبرمج (PLC/RTU) التى قد تكون من موردين مختلفين بوسيلة ربط مناسبة (Drivers/ OPC).

- يجب أن يغطى نظام التحكم والمراقبة (SCADA) المهام التالية:
- التحكم فى متابعة استمرارية ثبات الضغوط والتصرف بخط الطرد
- التحكم فى غلق أوفتح المحابس على خط الطرد.
- المتابعة الدقيقة لمنسوب الخزانات.

- التعرف على كمية الطاقة المستهلكة فى اليوم داخل المحطة.
- إصدار التقارير التى تفيد فى عملية تطوير الأداء والحصول على رضاء العملاء.
- إصدار التقارير التى تفيد فى عملية تطوير الأداء (شهرية – اسبوعية – يومية – كل ساعة) وتساعد الإدارة العليا فى اتخاذ القرار وحساب مراكز التكلفة.
- الحصول على كافة المنحنيات لبيان مدى تغير المتغيرات المختلفة فى المحطات.
- الحصول على قائمة مصنفة للإنذارات بإستخدام الألوان المختلفة مع تحديد هوية مستقبل الإنذار.
- حفظ السجلات الماضية على خادم خاص لمدة يحددها المالك.
- إعداد تقارير بمؤشرات الأداء (على سبيل المثال لا الحصر):
- مؤشر استهلاك الطاقة الكهربية = كمية الطاقة الكهربية المستهلكة / كمية المياه المنتجة.
- حساب التكلفة الفعلية للتشغيل لرفع واحد متر مكعب من المياه.
- بيان جميع القيم التى تسجلها اجهزة القياس (سواء عن طريق التقارير أوالمنحنيات).
- بيان حالة كل الطلمبات والمحابس التابعة للنظام (فى الواجهات الرسومية وعن طريق التقارير).
- التحكم عن بعد (إن طلب).

٢-١-١٩ المطرقة المائية Water Hammering

يرجع إلى كود روافع مياة الشرب

٢-٢ تصميم الأعمال الكهربائية

٢-٢-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى محطات الرفع

تستخدم فى محطات الرفع محركات كهربائية إستنتاجية ذات قفص سنجابى

٢-٢-١-١ درجات العزل لملفات المحركات الكهربائية

Elect. Motors Winding Insulation

تكون ملفات المحركات ذات درجة عزل (class F) على أن يكون الارتفاع فى درجة الحرارة لهذه الملفات بما لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (class B) كما يمكن إستخدام محركات بملفات ذات درجة عزل (class H) على أن يكون الإرتفاع فى درجة الحرارة لا يزيد عن المسموح به لدرجة العزل (Class F).

وبوضح الجدول (٢-٥) درجات الحرارة المسموح بها لدرجات العزل المختلفة

الجدول (٢-٥) درجات الحرارة المسموح بها طبقاً لدرجات العزل المختلفة للمحركات

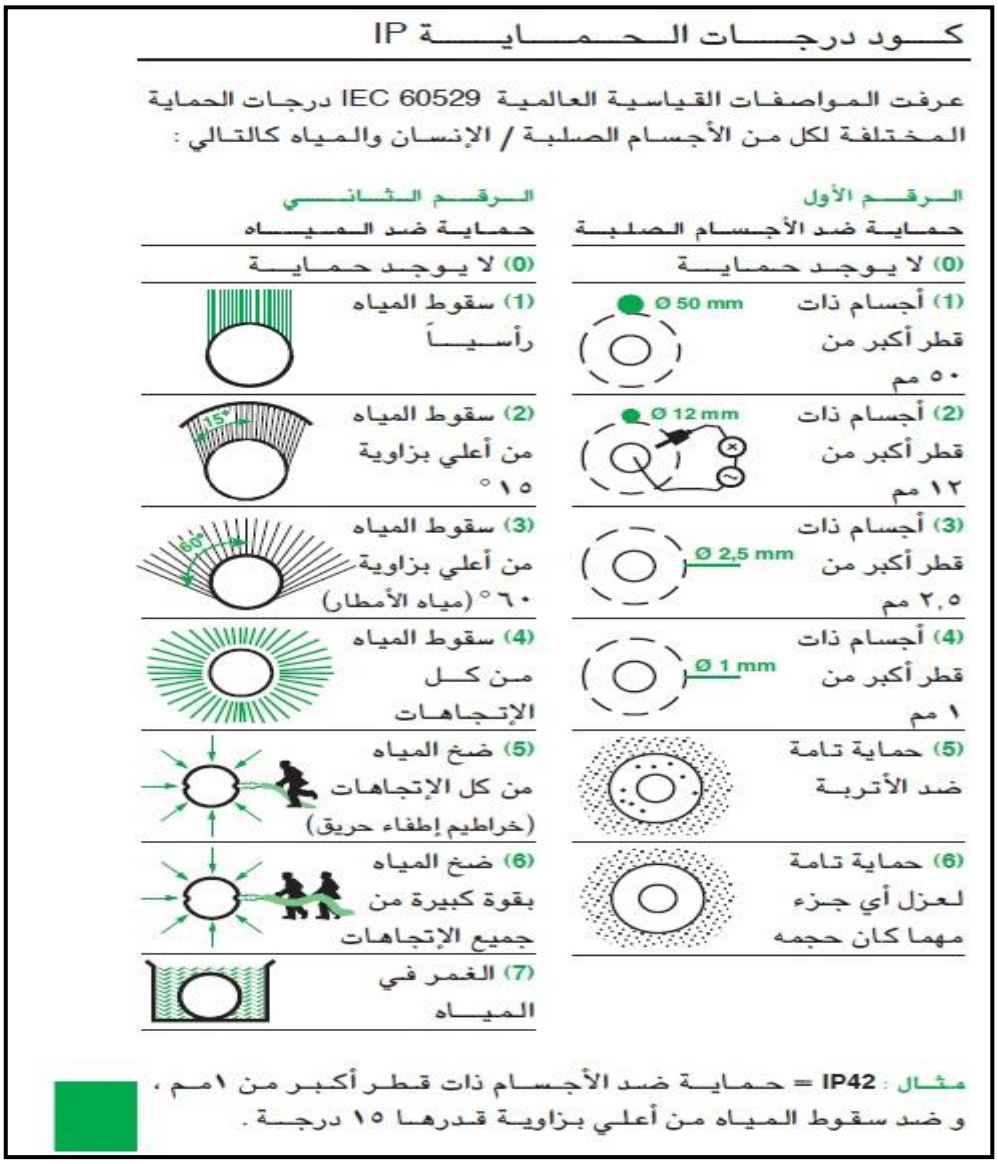
درجة العزل	درجة الحرارة	
Class A	١٠٥ مئوية	٢٢١ فهرنهيت
Class B	١٣٠ مئوية	٢٦٦ فهرنهيت
Class F	١٥٥ مئوية	٣١١ فهرنهيت
Class H	١٨٠ مئوية	٣٥٦ فهرنهيت

٢-٢-١-٢ درجة تقفيل المحركات (Enclosure Protection)

- بالنسبة للمحركات التى تركب فى عنبر المحركات فوق مستوى سطح الأرض بالمحطة فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقفل T.E.F.C ذات درجة تقفيل IP54 or IP44.
- بالنسبة للمحركات التى تركب مباشرة فوق الطلمبة أي بإتصال مباشر (Close coupled)

- وتركب بعنبر الطلمبات تحت مستوى سطح الأرض فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المحكم ضد الغرق (Flood proof) ذات درجة تقفيل IP56.

جدول (٢-٦) كود درجات الحماية IP طبقا للمواصفات القياسية العالمية IEC



- بالنسبة للمحركات التى تركب خارج المبانى (out door) ومعرضة للعوامل الجوية فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع المقاوم للعوامل الجوية weather proof ذات درجة تقفيل IP55.
- بالنسبة للمحركات التى تعمل تحت منسوب سطح الماء فإن المحركات المستخدمة تكون من النوع الغاطس ذات درجة تقفيل IP68.

ويجب فى هذه الحالة تحديد المنسوب الذى يعمل به المحرك تحت منسوب سطح الماء.

٢-٢-١-٣ شمعات التسخين للملفات.

يجب تزويد المحركات بشمعات تسخين داخل الملفات لمنع تكثيف بخار الماء على ملفات المحرك فى فصل الشتاء (Anti Condensation Heaters) وتعمل هذه الشمعات على ضغط تشغيل ٢٢٠ فولت.

٢-٢-١-٤ كراسى الإرتكاز للمحركات Bearings

أ – عند إستخدام المحركات التى تركب رأسيا" فإنها يجب أن تزود بكراسى ذات رولمان بلى أو بلح من النوع (Thrust).

ب – جميع رولمانات البلى المستخدمة تكون ذات عمر افتراضى١٠٠ ٠٠٠ ساعة تشغيل.

٢-٢-١-٥ تصنيع المحركات Construction

أ – فى حالة إستخدام المحركات الكهربائية ذات حلقات الإنزلاق فإنه يجب أن تكون مزودة بنظام لرفع الفرش الكربونية (Brush Lifting Device) مع وجود حلقات قصر أو تصنع مجموعة من الفرش بحيث تتحمل التآكل فى حالة الحمل الكامل للمحرك لمدة ٥٠٠٠٠ ساعة تشغيل.

ب– فى حالة استخدام المحركات ذات القفص السنجابى فإن قضبان التوصيل للجزء الدوار المكونة للقفص يجب أن تكون من النحاس عالى الجودة.

٢-٢-١-٦ القدرات المقننة للمحركات Motor Ratings

يتم حساب قدرة المحرك اللازمة لإدارة الطلمبة عند نقطة التشغيل من العلاقة:

$$P = \frac{\omega.Q.H}{\eta_p x 102}$$

حيث:

ω = كثافة المياه المتداولة (كجم / لتر).

P = القدرة المستهلكة علي عامود إدارة الطلمبة (كيلو وات).

Q = معدل التصرف للطلمبة (لتر / ثانية).

H = الرفع المانومتري الكلي للطلمبة (متر).

η_p = الكفاءة الكلية للطلمبة عند نقطة التشغيل.

ولحساب قدرة المحرك المقننة (Rated power) فإنة يجب الأخذ في الأعتبار وجود معامل خدمة (service factor) قيمتة من ١٥-٣٠% من أقصي قدرة مستهلكة (Max. power) علي مدي التشغيل للطلمبة

٢-٢-١-٧ بدء الدوران للمحركات Motor Starting

عند بدء دروان المحرك التأثيرى فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذى يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأى فترة دوران ويصل تيار البدء Ilst إلى حوالى ٦ أضعاف أو أكثر من قيمة تيار الحمل الكامل Iln ولهذا يجب إنقاص تيار البدء خصوصاً إذا كان المحرك سوف يأخذ فترة طويلة فى بدء الدوران.

المحركات التأثيرية صغيرة القدرة حتى حوالى ١٥ حصان – يمكن بدؤها مباشرة بدون أى وسيلة بدء وتسمى Direct on Line Starting خصوصاً إذا كان المحرك يبدأ دورانه بدون حمل ثم يتم تحميله بعد الدوران – وكذلك عندما لا يكون المحرك متكرر البدء Multi Starting والمحرك الأكبر من ذلك أو المتكرر البدء أو التى تبدأ دورانها بحمل كبير العزم عند البدء – يجب أن تستخدم وسيلة لبدء الدوران بهدف إنقاص تيار بدء المحرك وهذا يعنى أيضا إنقاص التيار على الشبكة الكهربية بما تحتوية من محولات توزيع وكابلات وخطوط نقل ولوحات توزيع وخلافه.

وطريق بدء الدوران للمحركات التأثيرية يمكن إستنتاجها من المعادلات التالية :

حيث أن تيار دخل المحرك عند البدء I1st يمكن حسابه من المعادلة :

$I1st = Io + I/2st$

والجمع السابق للتيارات يكون اتجاهيا .

ويتم حساب I/2st طبقا للدائرة المكافئة المقربة من العلاقة :

$$I/2st = v1 / [(r1 + r2 /) + J (X1 + X20/)]$$

وعلي ذلك فإن إنقاص I/2st ينقص بالتالي I1st لأن Io ثابت تقريبا – ويتم الإنقاص بخفض v1 بأي طريقة أو زيادة أي من مقاومات أو ممانعات المعادلة السابقة الخاصة بحساب I/2st .

إلا أنة من الخطأ جدا زيادة x/ 20 –لأنة برغم أن التيار سوف ينخفض إلا أن العزم سوف ينخفض هو الأخر .

وأهم طرق بدء الدوران الشائعة الأستخدام مايالي :

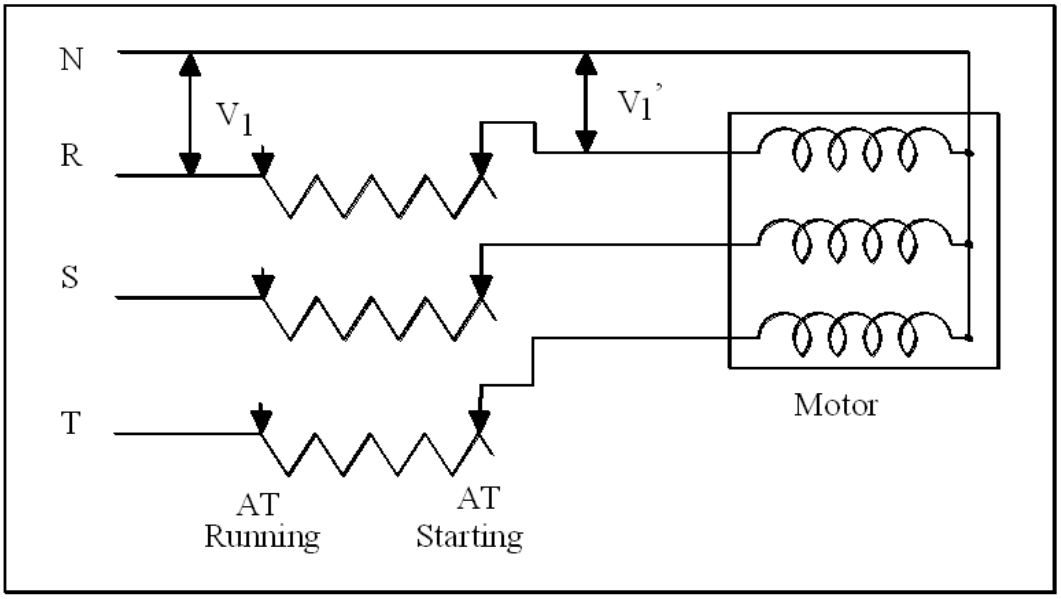
أ) طرق بدء محرك قفص السنجاب

في هذا المحرك يجوز استخدام أي من الطرق التالية وجميعها تؤدي الي نقص عزم المحرك خلال فترة البدء وللأسف لا مهرب من هذا العيب.

أ –١ مقاومة فى العضو الثابت Stator Resisantce

فى هذه الطريقة يتم توصيل مقاومة مادية متغيرة فى كل خط من خطوط تغذية المحرك كما

بالشكل.



شكل (٢-٣٧) البدء باستخدام مقاومات فى العضو الثابت

ويعيب هذه الطريقة :

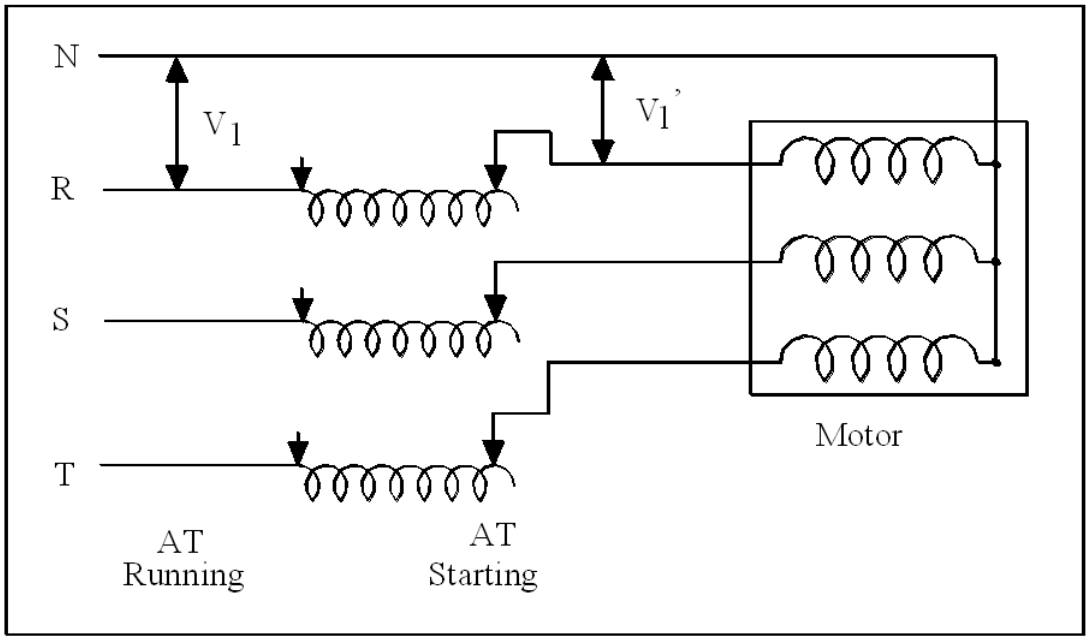
أ- القدرة العالية المفقودة فى مقاومات البدء.

ب- نقص عزم البدء الذي يتناسب مع مربع الجهد

وتتميز هذه الطريقة برخص ثمنها.

أ -٢ ممانعة فى العضو الثابت Stator Reactance

فى هذه الطريقة تستبدل المقاومات المستخدمة فى الطريقة السابقة بممانعات توصل بالتوالي مع المنبع كما فى شكل (٢-٣٨) – ولكي يكون حجم هذه الممانعات صغيرا يجب أن تلف ملفاتها علي قلب حديدي من رقائق الصلب السليكوني – حيث تصبح بشكل محول الثلاثة أوجه – بملف لكل وجه تخرج منه عدة نقاط لإمكانية تغيير عدد لفات كل ممانعة وبالتالي تغيير قيمة الممانعة بإنقاصها مع زيادة السرعة وتخرج من دائرة المحرك عندما يصل الي أعلي سرعة.



شكل (٢-٣٨) البدء باستخدام ممانعات فى العضو الثابت

فى هذه الطريقة أيضا يكون العيب هو خفض عزم البدء.

أما مزايا هذه الطريقة فتتركز فى الخفض الكبير فى القدرة المفقودة فى وسيلة البدء مقارنة بطريقة مقاومات العضو الثابت السابقة علي الرغم من أن سعرها أعلي من المقاومات وهي من الطرق الشائعة الاستخدام مع المحركات متوسطة القدرة.

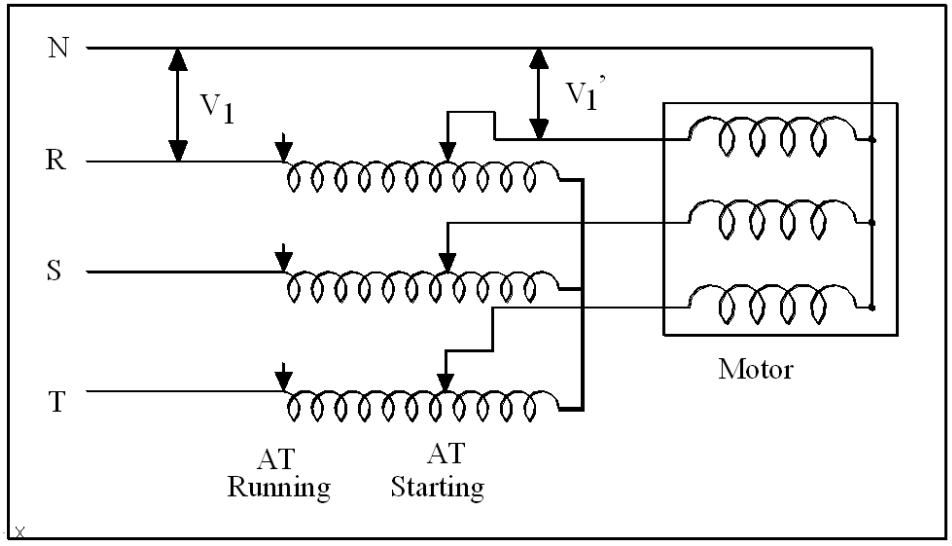
أ -٣ باستخدام محول أوتو Auto Transformer

فى هذه الطريقة يستخدم محول اوتو لخفض الجهد المسلط علي المحرك عند البدء ومع زيادة السرعة يتم زيادة الجهد بالتدريج الناعم أو علي عدة نقاط Tapping – وعندما يصل المحرك الي أقصي سرعة له يكون الجهد قد وصل الي القيمة المقننة وعندها يمكن فصل المحول عن المنبع لتوفير القدرة التي يستهلكها المحول وإن كانت عبارة عن قدرة اللاحمل له إلا أن تيارها يكون بمعامل قدرة صغير مما يخفض من معامل القدرة الإجمالي من الشبكة.

ويلاحظ إن هذا المحول يشبه فى التكوين ممانعات الطريقة السابقة إلا أنه يكون أكبر منها حجما وتكلفة لنفس المحرك لأن ملف المحول ومجاله المغناطيسي يصمم علي جهد وجه من المنبع بالكامل – أما ملف الممانعة فيصمم لجزء من جهد الوجه وبالتالي تكون عدد لفات ملف الممانعة

أقل من عدد لفات ملف محول أوتو مما ينقص من كمية النحاس المستخدمة فى الملفات مع الممانعة – كما أن المجال المغناطيسي الناتج من ملف الممانعة يكون أقل من المحول لنقص عدد اللفات مما يجعل كمية الحديد السليكوني فى حالة الممانعة أقل منه فى حالة المحول.

ويتميز محول أوتو بأن جهد الخرج منه يبقي ثابتاً مع تغير تيار المحرك وخلال فترة البدء مما يمكننا بسهولة من الحصول علي أي جهد مطلوب بثبات – ولهذا تستخدم هذه الطريقة مع المحركات كبيرة القدرة – ويتم توصيلها كما بالشكل (٢-٣٩).



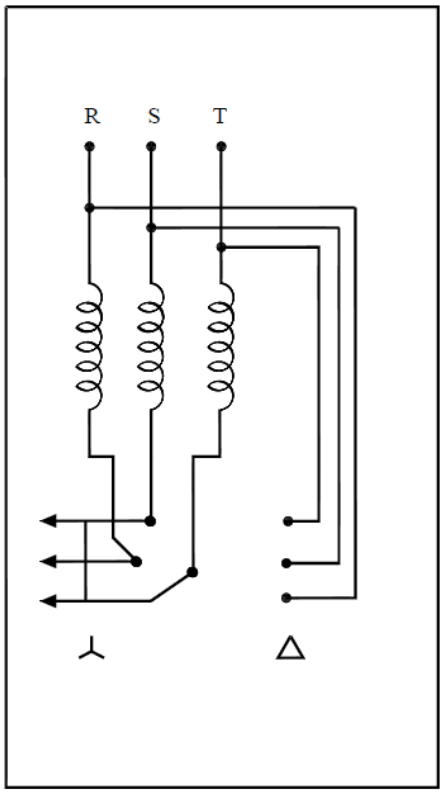
شكل (٢-٣٩) البدء باستخدام محول أوتو

أ -٤ باستخدام مفتاح نجمة / دلتا Star / Delta Switch

هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة لبساطة تكوينها وقلة تكاليفها وعدم وجود أي قدرة مفقودة فيها لانها مجرد مفتاح توصيل. إلا أنه يجب التأكد عند اختيارها أن المحرك يعمل علي المنبع المتاح والمحرك موصل دلتا – فمثلا إذا كان المحرك مدون عليه جهد التشغيل ٢٢٠/٣٨٠ فولت – يجب أن يكون جهد المنبع ٢٢٠ فولت ثلاثي الأوجه – أما إذا كان المنبع ٣٨٠ فولت ثلاثي الأوجه فإن المحرك يجب أن يكون مدون عليه جهد التشغيل ٦٦٠ / ٣٨٠ فولت – او ٣٨٠ فولت دلتا – لأنها تعني نفس الجهود.

وفي هذه الطريقة تخرج الأطراف الستة لملفات المحرك الثلاثي الأوجه ويتم توصيلها بالمفتاح – ويمكن استخدام مفتاح بسيط مع المحركات الصغيرة عبارة عن مفتاح سكينة قلاب ثلاثي الأوجه

يتم توصيله كما بالشكل (٢-٤٠) – عند البدء توصل السكينة جهة اليسار فتصبح ملفات المحرك متصلة نجمة – وبعد زيادة سرعة المحرك يتم تعديل التوصيل يدويا جهة اليمين وتصبح ملفات المحرك فى وضعها الطبيعي موصلة دلتا الي المنبع.

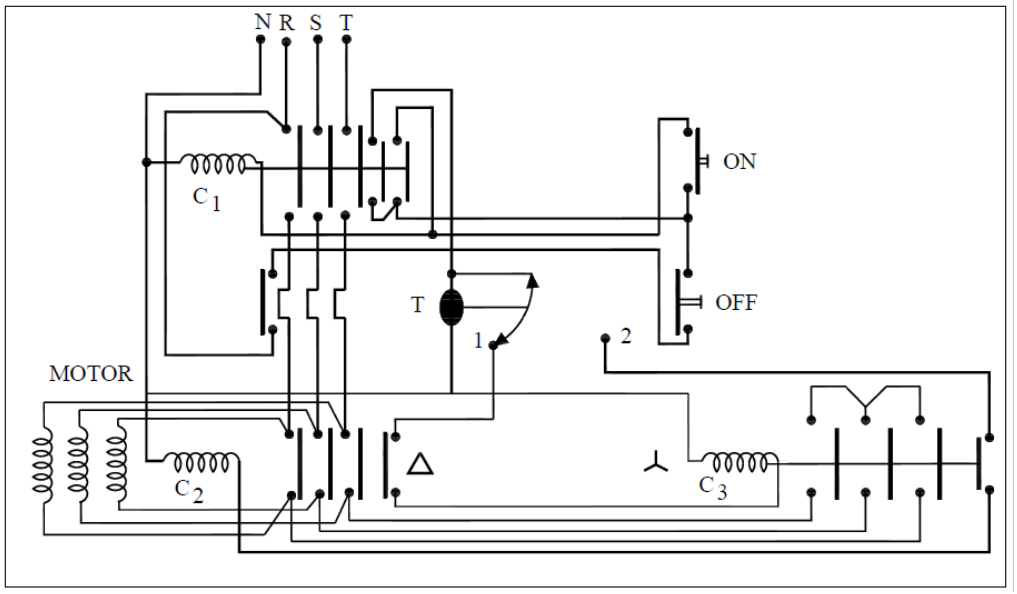


شكل (٢-٤٠) البدء باستخدام سكينة نجمة / دلتا

إلا أنه مع المحركات الأكبر قدرة يجب أن تتم عملية نقل التوصيل من نجمة إلي دلتا أوتوماتيكيا فى زمن محدد وثابت ومناسب لكل محرك يتم ضبطه عن طريق مؤقت زمني Timer – لأنه إذا بقي المحرك زمنا طويلا وهو موصل نجمة فإن تياره يكون أكبر من التيار المقنن وذلك عندما يكون حمله كبيرا قرب الحمل الكامل – وينقص التيار إلي القيمة الطبيعية المناسبة عند التعديل إلي دلتا.

وفي الطريقة الأوتوماتيكية هذه الموضحة فى الشكل (٢-٤١) يستخدم عدد ثلاثة كنتاكتور مع أحدهم جهاز حماية Over Load وجهاز مؤقت زمني – ومفتاح Push Button ON – OFF ويكون الكونتاكتور C1 هو الرئيسى والذى يوصل المنبع الى المحرك عند الضغط على المفتاح ON وفى نفس الوقت يوصل الكونتاكتور C3 الذي يقوم بتوصيل المحرك نجمة – وبعد الزمن

المحدد يقوم التايمر بفصل الطرف (1) فاصلا كنتاكتور النجمة – وموصلا الطرف (2) ليوصل كنتاكتور الدلتا C2 – الذي يبقى موصلا مع الكنتاكتور الرئيسى طوال فترة تشغيل المحرك.



شكل (٢-٤١) نظام اتوماتيكى نجمة دلتا باستخدام الكنتاكتور

أ -٥ بادئات الحركة الناعمة soft staring

يعد بادىء الحركة الناعم من البادئات الممتازة فى جميع الحالات التي تحتاج الى عزم كبير نسبيا لبدء الحركة حيث إن العزم يتناسب مع مربع الجهد ($T=KU^2$) و بادىء الحركة الناعم يقوم بضبط جهد البدء . فمثلا فى حالة ستار / دلتا يكون جهد البدء فى حالة الستار= ($U/\sqrt{3}$) مما يودى الى إن العزم المتاح = (T/3) اى ثلث العزم المقنن للمحرك عند بدء الحركة اما فى حالة بادىء الحركة الناعم يمكن ضبط عزم البدء المناسب للتغلب على العزم الميكانيكى فى بداية حركة المحرك.

ويصمم بادىء الحركة الناعم لايصال المحرك التاثيرى ذو القفص السنجابى الى السرعة الاعتبارية (Nominal speed) اثناء البدء و كذلك تخفيض سرعته تدريجيا للوقوف دون تحركات مفاجئة وبدون التسبب فى هبوط كبير فى الجهد او زيادة التيارات القصوى . حتى مع الاحمال ذات القصور الذاتى العالى.

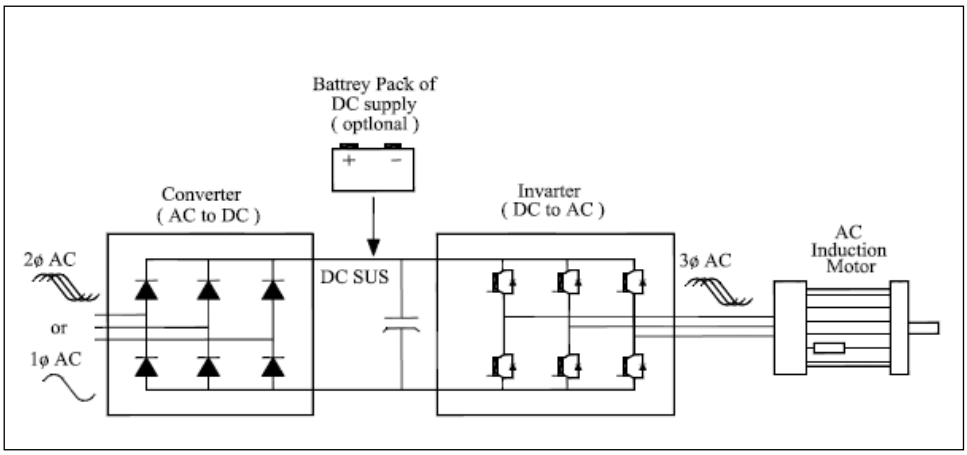
طريقة العمل: يتكون الجهاز من مجموعة من الكروت الالكترونية و ذلك للتحكم و توصيل القوى للمحرك. تتكون دوائر القوى من اثنين من الثيريثتوراث فى وضع متعاكس (BACK TO BACK) وهو يعرف ايضا باسم التراياك و ذلك لكل فازه ويتم تغيير قيمة الجهد عن طريق تغيير زمن توصيل هذه الثيريثتوراث خلال كل نصف دورة للجهد ويقل جهد الخرج كلما زاد زمن الاشتعال ويتم التحكم فى هذه المنظومة عن طريق معالج دقيق (microprocessor) بالاضافة الى بعض الخصائص الاخرى كالمراقبة والحماية للمحرك.

فوائد استخدام بادئات الحركة الناعمة .

- تقليل تيار البدئ الذي يصل الى ٨٠٠% من التيار المقنن الى ٣٠٠%.
- تقليل عزم البدء الى الحد المناسب للحمل.
- تقليل الاجهادات على المنظومة اليمكانيكية (صندوق التروس. السيور. الخ...).
- امكانية زيادة عدد مرات بدء التشغيل فى الساعة.
- تقليل تكاليف التوصيل (٦ كابلات فى حالة توصيل ستار / دلتا + ٣ كونتاكتور) علاوة على استخدام مقطع اقل للكابلات.
- الايقاف التدريجى الذي يمنع حدوث انزلاقات السيور فى الطلمبات الحلزونية و الدوران العكسى للطلمبات والغلق العنيف لمحابس عدم الرجوع وظاهرة المطرقة المائية Water hammer في حالة استخدامه مع طلمبات المياه أو الصرف الصحي.
- ضمان إعتمادية المنظومة الكهربية فى حالة التغذية بالمولدات الكهربية نتيجة عدم سحب تيار بدء تشغيل عالي.

٢-٢-١-٨ التحكم فى سرعة المحرك التأثيري AC Motor Drive

بما أن جهد وتردد الشبكة ثابتين ، لذلك فإن التحكم فى المحرك التأثيري تعتمد عني توليد موجات ذات تردد متغير وجهد متغير. علي الرغم من وجود أنواع مختلفة من أنظمة قيادة المحرك التأثيري

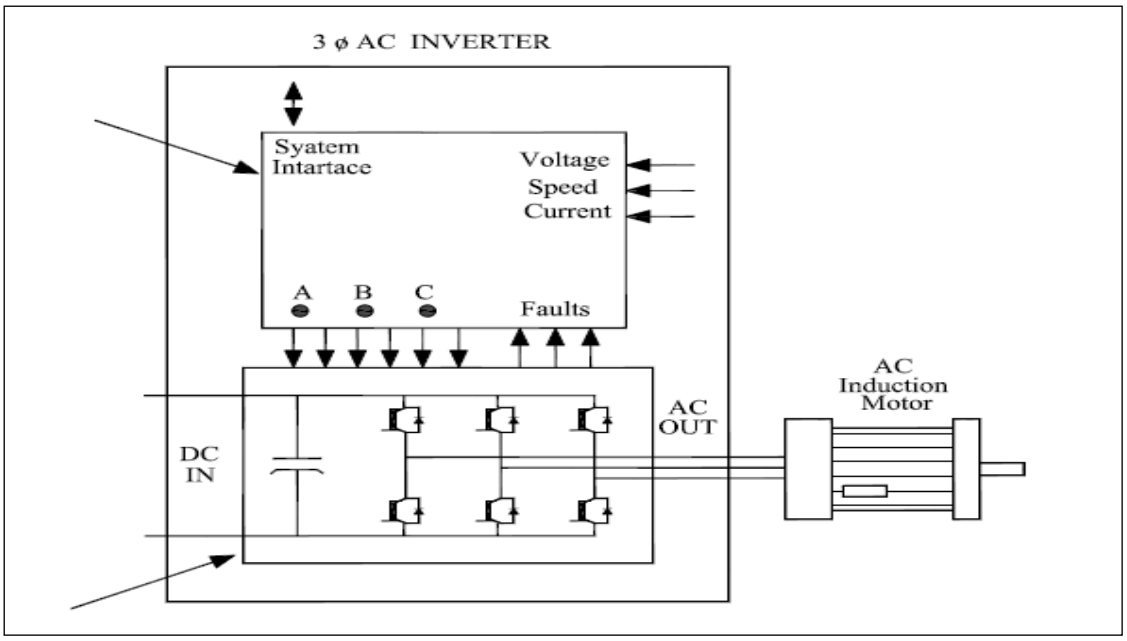


شكل (٢-٤٢) نظام قيادة لمحرك تأثيرى ثلاثى الطور

إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي الطريقة التي تستخدم فى تركيبها مبدلة وقالبة (converter-inverter) كما فى الشكل (٢-٤٢).

تحتوى المبدلة converterعلى مقوم ثلاثى الطور يقوم بتحويل جهد الشبكة المتردد الثلاثى الطور الى جهد مستمر (DC voltage) وتقوم القالبة (inverter) بتشكيل جهد متردد ثلاثى الطور بتردد و جهد متغيرين من الجهد المستمر . ويسبب طبيعة بنية القالبة . فان المحرك التاثيرى الثلاثى الطور يمكن إن يتلائم بسهولة للعمل من منبع جهد متردد احادى الطور، او ثلاثى الطور، او منبع جهد مستمر ويطلق اسم القالبة inverter على انظمة التحكم فى المحرك التاثيرى لان القالبة تشكل العنصر الاساس فى قيادة المحرك وبين الشكل (٢-٤٣) قالبة الجهد النموذجية

المشكلة من مرحلة قدره(power stage) ووحدة التحكم (control unit) ومكثف كبير او علبة مكثفات تتراوح قيمتها من $2x10^{3}\,\mu f$ حتى $2x10^{4}\,\mu f$



شكل (٢-٤٣) قالبة جهد ثلاثية الطور

أ) مرحلة القدرة (power stage)

تتالف مرحلة القدرة من ثلاثة موحدات زوجية أو نصف جسرية (Hbridge ، half) ، تستطيع تمرير تيار القدرة اللازم لكل طور من أطوار المحرك. ويتم التحكم بهذه الموحدات عن طريق منظومة ، داخلة فى الدائرة التحكمية ، لتشكيل موجة جيبية ثلاثية الأطوار. ولأن مرحلة القدرة هي التي تمرر التيار الذي يسحبه المحرك ، لذلك تصمم حسب قدرة المحرك المراد قيادته.

ب) وحدة التحكم Control Unit

وحدة التحكم وأنظمتها عوامل مهمة فى تحديد استجابة السرعة أو العزم وفي بعض الوظائف الأخري المتعلقة بالتحكم فى المحرك. تقوم وحدة التحكم بتنفيذ منظومة التحكم ، وبتطبيق الخيارات المطلوبة ، وإصدار إشارات التبديل الي مرحلة القدرة.

ويمكن القول أن التقدم الكبير الذي دخل علي طرق التحكم بالمحرك الاستنتاجي يرجع الي تطور الكترونيات التحكم. ولقد سهلت تقنيات التحكم الرقمي تنفيذ منظومات التحكم وصنع منظومات اكثر تعقيداً. بالإضافة الي أنها مهدت الطريق لتعديل منظومة التحكم برمجياً دون اللجوء الي إعادة تصميم الدوائر من جديد.

ج) القالبات الترددية Inverters

هو جهاز متكامل متخصص للتحكم بالمحركات التى تعمل على التيار المتردد مهما كانت قدرة المحرك وذلك كوسيلة للتحكم فى سرعة المحرك المتصل بالطلمبة وبالتالى تغيير التصرف للطلمبات، وأدى ظهوره إلى إلغاء جميع الطرق السابقة فى التحكم فى المحركات مثل بدء التشغيل

عـن طريـق المقاومـة(starting resistance) أوعـن طريـق المحـولات الأوليـة (auto transformers) لأنه عن طريق الأنفرتر أستطعنا التحكم بالتردد والجهد.

مميزات الجهاز

١. وجود برامج ضمن هذا الجهاز للتحكم بسرعة المحرك من ١ دوره بالدقيقة إلى أعلى من طاقة المحرك أحياناً تصل إلى ١٠ أو ٢٠ ضعف من سرعة المحرك الأسمية.
٢. وجود برامج ضمن الجهاز تقوم بحماية المحرك من الكثير من الأخطار أشهرها.
   - أنقطاع أحد الاطوار (الفازات).
   - إنقلاب احد الاطوار.
   - الحمل الزائد على إستطاعة المحرك.
   - إرتفاع درجة حرارة المحرك فوق الحد المسموح المعير من الجهاز.

٣. وجود شاشة إما متحركة أوثابتة على الجهاز تقوم بإظهار الكثير من البارامترات أشهرها
   - سرعة الدوران الحاليه.
   - الامبير المسحوب من المحرك أثناء العمل.
   - الاخطاء التى حدثت أثناء العمل والتى تسببت بإيقاف المحرك الفجائى.
   - اتجاه دوران المحرك لليمين واليسار.
٤. وجود جهاز مدخل احادى ٢٢٠ ف ومخرجه ثلاثى ٣٨٠ ف
٥. تفعيل الكثير من البارامترات المتحكمة بالمحركات والتى تقوم بإنجاز العمل المطلوب منها حسب الحاجة والمكان الذى يعمل المحرك ببيئتة
٦. يعمل الجهاز بجهد من ٢٢٠ إلى ٤٦٠ ف
٧. قفل قسم البارامترات بكلمة سر.
٨. إذا أخطئ المبرمج للجهاز يستطيع إرجاع القيم إلى ضبط المصنع بسهولة.

بعض الأستخدامات الإضافية للجهاز

بالإضافة إلى ما جاء عاليه ينبغى الإشارة إلى العديد من أستخدامات الأنفرتر على النحو التالى:

١. التحكم فى سرعات المحركات فى وسائل الرفع وتغيير السرعات لمحركات الطلمبات بغرض تغيير التصرف.
٢. تستخدم الانفرتر بشكل عام للحصول على خرج ثلاثى الطور من تغذية احادية الطور

– تغذية الأنفرتر

تستخدم تقنية التغذية التقطيعية فى تأمين التغذية المناسبة للأنفرتر وبحجم مناسب وسوف نشرح فيما يلى تقنية التغذية التقطيعية:

– وحدة التغذية التقطيعية (Switching Power Supply)

تعتبر وحدة التغذية التقطيعية من أهم المكونات الرئيسية لأغلب الأجهزة الحديثة (PC, PLC Inverter) وذلك بتقديم الجهود المناسبة لكل جزء منها وتتم صناعة وحدة التغذية عن طريق مجموعة من وحدات التغذية التقطيعية.

– أهم مميزات وحدة التغذية التقطيعية

١. تعمل فى مجال واسع من جهود الدخل من ٨٠ فولت AC إلى ٢٥٦ فولت AC.
٢. تحتل حجم أصغر من مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية بنسبة ٦٠%.
٣. مردودها أكبر مقارنه مع مثيلاتها من وحدات التغذية التقليدية حيث تبلغ من ٨٥ إلى ٩٨ بينما فى وحدات التغذية التقليدية لا تتجاوز الـ٤٥ % بسبب حدوث فواقد فى المحول.
٤. وزنها أخف من وحدات التغذية التقليدية.
٥. لها مناعة قوية ضد الضجيج (التدخل الراديوى Radio frequency Interference)
٦. استخدام الترانزيزتور ثنائى القطبية ذو البوابه المعزولة (IGBT)

حيث : IGBT(Insulator Gate Bipolar Transistor) ويقوم هذا الترنزيستور بتقطيع التيار المستمر إعتماداً على فكرة التعديل لعرض النبضه ويستخدم لذلك وحدة التحكم والمراقبة التى تتلقى التغذية العكسية من خرج المنظم وتقوم بملاحظة تغيير الجهد بواسطةVco على خرج الترانزيستور IGBT

٢-٢-١-٩ مهمات التحكم و الحماية للمحركات

يعتبر المحرك التاثيرى ذو القفص السنجابى من اكثر المعدات القوى الكهربية احتياجا الى تنظيم ادائها. عادة ما يتم التحكم فى هذه المحركات ، عن طريق بادئات الحركة (المقومات) و على المختص إن ياخذ فى الاعتبار نقاط اساسية تفى بالتحكم والحماية التامة للموتور و للعاملين على تشغيله وصيانته. وقد عرفت المواصفات القياسية العالمية IEC60-947 الوظائف التي يجب إن تحققها بادئات الحركة (motor starters) كالتالى :

١- العزل عن مصدر التغذية
٢- وقاية المحرك.
٣- توصيل وفصل التيار .
٤- ضمان التوافق بين خواص الوظائف الثلاثة السابقة .

١-العزل عن مصدر التغذية isolation

تضمن وظيفة العزل إن لا يحدث اى تسريب للجهد على الشبكة فى حالة إن يكون الجهاز يؤدى وظيفة العزل فى الوضع off وبهذا يتم حماية العاملين بالصيانة ولاجهزة من المخاطر الناتجه عن الجهد المتسرب كما انه فى حالات كثيرة من الممكن – كعامل امان اضافى – يتم غلق الجهاز فى الوضع off عن طريق وضع قفل او مفاتيح لضمان عدم التعشيق بواسطة شخص غير مسئول بينما لايزال عامل الصيانة يؤدى وظيفته . ويمكن تحقيق وظيفة العزل، حسب المواصفات القياسية IEC 60-947-3 باستخدام:

- سكاكين تعمل بدون حمل off load swtich
- سكاكين تعمل على الحمل on load swtich

٢- وقاية المحرك motor protection

دائما ما تشتمل وقاية المحرك طبقا الـ IEC 60-947 علي الآتي :

- جهاز الوقاية من تيارات قصر الدائرة الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي يزيد عن عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك.
- جهاز الوقاية من زيادة تيار الحمل الذي يمكنه إكتشاف وقطع أي تيار غير إعتيادي بقيمة حتي عشرة أمثال قيمة تيار الحمل الكامل للمحرك وذلك في الوقت المناسب لضمان عدم إرتفاع فى درجة حرارة ملفات المحرك الأمر الذي قد يؤدي إلي إنهيار عزل الملفات.

ويمكن إذا ما دعت الحاجة ، تزويد بادئ الحركة بأجهزة أخري لإكتشاف وتحقيق الوقاية فى حالات خاصة مثل إنهيار عزل الملفات وإنعكاس إتجاه دوران المحرك وإرتفاع درجة حرارة ملفات المحرك ....وهكذا.

- أجهزة محددة الوظيفة : مثل القواطع ، ريليهات الوقاية وريليهات المراقبة.
- أجهزة ذات وظائف متعددة والمزودة بخواص الوقاية.

أ) الوقاية من زيادة الحمل

هذا النوع من ريليهات زيادة الحمل هي الأكثر إنتشاراً بين الريليهات المستخدمة فى الصناعة وتوفر مستوي عال من الوقاية ضد حالات زيادة الحمل قصيرة أو طويلة الوقت. يمكن إستخدام هذه الريليهات بنظم التيار المتردد والتيار المستمر وغالباً ما تكون لها المواصفات الفنية التالية:

- تشغيل وضبط ووقاية ثلاثية الأقطاب.
- تعويض درجة حرارة الجو المحيط بحيث لا يؤثر تذبذب الحرارة علي الأداء العام للريلاي.
- الوقاية ضد التشغيل علي فازة واحدة ، الأمر الذي يمنع المحرك الخاضع للوقاية بهذا الريلاي من الدوران بتغذية من فازة واحدة فقط من أوجه مصدر التغذية.
- زمن بدء المحرك.
- إعادة تشغيل الريلاي بعد الفصل يدوياً أو آلياً.

- وجود تدرج مناسب لتيار الحمل الكامل (FLC) للمحرك ، الأمر الذي يسمح بضبط الريلاي كنسبة من تيار الحمل الكامل كما هو معطي بلوحة بيانات المحرك.
- الضبط

يحتاج ريلاي زيادة الحمل للضبط ليتواءم مع التطبيقات المختلفة وذلك لتحقيق وقاية صحيحة للمحرك ويتم تحقيق عملية الضبط بتحريك مؤشر الضبط علي واجهة الريلاي ويضبط هذه المؤشر مقدار ميل العنصر ثنائي المعدن الذي يسبب فصل الريلاي. يحتوي الريلاي علي تدريج مدرج بنسب من تيار الحمل الكامل للمحرك ويضبط المؤشر تيار الحمل الكامل للمحرك المنصوص عليه فى لوحة بيانات المحرك.

- تعويض درجة حرارة الجو المحيط

يتم تجهيز الريلاي بعنصر ثنائي (بأي ميتال Bi – metal) المعدن إضافي يعمل معاكساً للعنصر ثنائي المعدن الأساسي وذلك للتخلص من تأثير درجة حرارة الجو. عند درجة حرارة عالية للجو المحيط وبدون مرور تيار بالمحرك يميل العنصر الأساسي ثنائي المعدن بمقدار معين ويعمل العنصر الإضافي ثنائي المعدن (المعوض) بحيث يزيح نقط الفصل بنفس مقدار ميل العنصر الأساسي. وهذا يعني أن تيار المحرك الذي يتسبب فى فصل عنصر زيادة الحمل له نفس القيمة بصرف النظر عن درجة حرارة الجو المحيط.

- الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية

يحتوي ريلاي زيادة الحمل علي تقنية تسبب فصله فى حال حدوث سقوط لإحدي فازات مصدر التغذية (وقاية ضد التشغيل بفازتين). فى إستخدامات التيار المتردد أحادي الوجه أو فى إستخدامات التيار المستمر لابد من توصيل الثلاثة دوائر بريلاي زيادة الحمل علي التوالي ليمر نفس التيار فى كل عنصر من العناصر الثلاثة . وكحل بديل يمكن فى هذه الحالات إستخدام ريلاي زيادة الحمل بدون تقنية الكشف عن سقوط إحدي فازات مصدر التغذية.

- زمن بدء المحرك

لابد أثناء مرحلة بدء حركة المحرك أن يسمح ريلاي زيادة الحمل بمرور تيارات بدء الحركة اللحظية عالية القيمة دون فصل ولكنها لابد أن تفصل الدائرة بسرعة إذا ما إستمرت هذه التيارات العالية لفترة زمنية طويلة. ولضمان الإختيار الصحيح لريليهات زيادة الحمل ، عرفت المواصفات القياسية IEC 60-947 ثلاثة تقسيمات لأنواع الفصل لريليهات زيادة الحمل الحرارية كالآتي:

- الريليهات Class 10

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ١٠ ثوان.

- الريليهات Class 20

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٢٠ ثانية.

- الريليهات Class 30

هذا النوع من الريليهات مناسب للإستخدامات التي لا يزيد فيها زمن بدء حركة المحرك عن ٣٠ ثانية.

علماً بأن كل محرك تحتوي بياناته إما علي زمن بدء التشغيل أو الـ Class المناسب للتشغيل.

ب) الوقاية من تيارات قصر الدائرة

لتفادي تلف المعدات لابد لأي جهاز وقاية من تيارات قصر الدائرة أن يكون قادراً علي إكتشاف وكذلك الفصل السريع لأي تيارات عطل ذات قيم عالية قبل أن تصل الي قيمتها القصوي. من أمثلة أجهزة الوقاية:

- الفيوزات
- القواطع الكهربية

كما يمكن أن تزود الأجهزة متعددة الوظائف مثل القواطع الكهربية للمحركات والكونتاكتورات بخواص وقاية من تيارات قصر الدائرة.

- الفيوزات Fuses

لا يوصي باستخدام الفيوزات فى وقاية المحرك حيث أثبتت التجربة أن الفيوز ، إن عاجلاً أو آجلاً ، سوف يحترق ويكون من اللازم إحلاله (وفي هذه الحالة يجب إستبدال الثلاث فيوزات وليس فيوز واحد). ولا يمكن ، فى الواقع ، ضمان أن الإحلال سوف يتم بفيوز له نفس خواص الفيوز الأصلي والذي يحقق توافق أجهزة الوقاية ومن ثم فإنه يفضل إستبعاد إستخدام الفيوزات فى وقاية المحركات خاصة وانها علي المدي الطويل تكون تكلفتها أعلي من القواطع نتيجة تغييرها المستمر.

- القواطع الكهرومغناطيسية Magnetic circuit breakers

تحتوي هذه القواطع علي جهاز فصل مغناطيسي علي كل من الفازات يكتشف ويفصل تيارات قصر الدائرة العالية بقيم فى حدود سعة قطع القاطع وبذلك يتم حماية نظم القوي الكهربية من تأثير تيارات الأعطال.

وعادة ما تحتوي القواطع الكهربية علي مجسات منفصلة علي كل فازة بحيث ينتج عن عمل أي من الفواصل المغناطيسية أحادية الفازة فصلاً آلياً متزامناً للأقطاب الثلاثة . كما إن بعض القواطع المخصصة لحماية المحركات تحتوي علي حماية ضد تيار القصر.

٣-التحكم فى توصيل وفصل التيار Power switching

تمكن هذه الوظيفة من توصيل وفصل أي معدة قوي كهربية إضافة الي إنها تستخدم أحياناً ، عند التحكم فى المحرك ، في تغيير قيمة الطاقة الكهربية المغذاة للمحرك وذلك بغرض تنظيم سرعته وعزمه... وهكذا.

يمكن تحقيق هذه الوظيفة ، إعتماداً علي احتياجات التطبيق ، باستخدام :

- منتجات كهروميكانيكية : مثل الكنتاكتورات وبادئات الحركة اليدوية للمحرك.
- منتجات إلكترونية : مثل بادئات الحركة الناعمة Soft starters ومغيرات السرعة / مغيرات التردد (وقد سبق شرحها تفصيلياً فى الفصل ٢-٢-١-٧).
- توصيل وفصل التيار بعمليات On – Off

صممت أجهزة التوصيل والفصل للتحكم فى تغذية المحركات أو أي من معدات القوي الكهربية عن طريق عمليات توصيلها وفصلها عند الحاجة. وتمثل الكونتاكتورات أكثر الأجهزة شيوعاً فى تأدية هذه الوظيفة. ويمكن لهذه الوظيفة أن تتحقق عن طريق منتجات متعددة الوظائف مثل قواطع المحركات والكونتاكتورات القاطعة

- الكونتاكتور الكهرومغناطيسي Electromagnetic contactor

يمثل الكونتاكتور جهاز توصيل وفصل ميكانيكي يتم التحكم فيه بواسطة مغناطيس كهربي . عند تغذية ملف الكونتاكتور الكهرومغناطيسي تغلق أقطابه الرئيسية Power Contact ومن ثم توصل الدائرة بين مصدر التغذية الكهربية والحمل الخاضع للتنظيم (محرك ... وهكذا) . ويتكون المغناطيس الكهربي من جزئين : المغناطيس الثابت والحافظة المتحركة . تحمل الحافظة أقطاب التوصيل والفصل الرئيسية وكذلك ايه نقاط مساعدة التي يمكن تحميلها علي الكونتاكتور الكهرومغناطيسي.

- النقاط المساعدة Auxiliary contacts

للنقاط المساعدة العديد من الوظائف حيث تستخدم النقطة المساعدة من النوع (المفصول عادة N/O) غالباً لتأكيد وجود التغذية الكهربية لملفات الكونتاكتور. كما تستخدم النقاط المساعدة لتحقيق التحكم التتابعي والتشابك (الربط) الكهربي ووظائف الإشارة.

يوجد ثلاثة أنواع رئيسية من النقاط المساعدة.

- نقاط توصيل مساعد لحظية مفصولة (مفتوحة الأقطاب) عادة N/O:

تفصل (تفتح أقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسي وتفصل (تفتح أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بالتيار الكهربي.

- نقاط توصيل مساعدة لحظية معشقة (مغلقة الأقطاب) عادة N/C :

تعشق (تغلق الأقطاب) هذه النقاط المساعدة عندما يقطع التيار عن الكونتاكتور الكهرومغناطيسي وتفصل (تفتح أقطابها) عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بالتيار الكهربي.

- نقاط توصيل مساعدة لحظية تحويلية C/O:

تحتوي هذه النقاط المساعدة علي نقطة توصيل N/O ونقطة توصيل N/C يعملان بالنظام المعرف لكل منهما أعلاه . لهذه النقاط المساعدة التحويلية ثلاثة أنواع من الأطراف (أي أن لها طرف مشترك).

إضافة الي ذلك تجهز الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية بنقاط مساعدة زمنية (عادة من النوع C/O) التي تتبدل حالتها إما عند تغذية الكونتاكتور الكهرومغناطيسي أو فصل التيار عنه ولكن بعد مرور فترة زمنية . وغالباً ما يمكن ضبط فترة التأخير الزمنية بواسطة مستخدم الكونتاكتور الكهرومغناطيسي.

- مخمدات الطاقة المختزنة Coil Suppressor

عند إيقاف عمل ملف الكونتاكتور تتحول الطاقة المختزنة ($1/2\ Li^2$) فى الملف الي صورة جهد. يتسبب هذا الجهد فى إحداث تداخل (interference) مع عمل أجهزة التحكم الآلي. يتم إستخدام أجهزة مخمدات الطاقة المختزنة Coil Suppressor للحد من قيمة الجهد مما يقلل أو يمنع التداخلات.

أنواع مخمدات الطاقة المختزنة :

- دائرة RC
- Varistor or bidirectional diode
- Diode (fly wheel diode)
- عوامل إختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسي

لابد من الأخذ فى الإعتبار العوامل التالية عند اختيار الكونتاكتور الكهرومغناطيسي المناسب ويتم اختياره حسب المواصفات القياسية العالمية IEC 60-947:

- طبيعة ونوع الحمل : قيمة تيار الحمل وجهده. خواص بدء حركة الحمل ....الخ.
- أي حالات تشغيل خاصة : عدد مرات تكرار دورة التشغيل فى الساعة ، هل يتم التعشيق علي تيار الحمل أو بدونه ، نوعية الاستخدام ، نوع التوافق المطلوب ، العمر الافتراضي المطلوب ....الخ.
- العوامل الجوية المحيطة : درجة حرارة الجو المحيط ، معدل الرطوبة...الخ.

تعتمد أهمية كل من العوامل السابقة علي التطبيق. وفيما يلي بعض امثلة التطبيق المختلفة:

أ) التحكم فى حمل ممثل بمقاومة أومية AC-1 :

تقع هذه النظم فى مجال استخدام الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-1 المخصصة عادة لأحمال بعدد قليل من تكرار دورات التشغيل فى الساعة.

ب) التحكم فى محرك تأثيري بحلقات تزلج (Slip ring motor) AC-2 :

يستخدم فى هذه التطبيقات كونتاكتورات كهرومغناطيسية من النوع AC-2 (التي تسمح ببدء الحركة والتعشيق بدائرة العضو الدوار أو العضو الثابت والضبط دقيق المراحل للمحركات التأثيرية بحلقات تزلج).

جـ) التحكم فى محرك تأثيري ذي قفص سنجابي (Squirrel cage motor) AC-3/4:

يستخدم فى هذه التطبيقات إما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-3 (التي تقطع تيار الحمل الكامل FLC للمحرك) وإما الكونتاكتورات الكهرومغناطيسية من النوع AC-4

(التي تقطع تيار خنق العضو الدوار). وفي هذه الحالة ، لا يتحدد التأثير الحراري علي الكونتاكتور الكهرومغناطيسي بتيار التشغيل المستمر للحمل ولكنه يعتمد علي خواص بدء الحركة للمحرك أو فرملته وعدد مرات تكرار عمليات بدء / ايقاف الحمل فى الساعة. وعليه فإن أهم عاملان لاختيار هذا الكونتاكتور الكهرومغناطيسي هما نوعية إستخدام التطبيق وعدد مرات تكرار دورة التشغيل.

د) التحكم فى أحمال تأثيرية Reactive loads ذات تيارات إندفاع عالية عند توصيلها علي مصدر التغذية:

تتمثل هذه الأحمال التأثيرية فى الملفات الإبتدائية للمحولات ودوائر تحسين معامل القدرة (المكثفات). يجب أن تكون سعة التعشيق (Making Capacity) للكونتاكتور الكهرومغناطيسي قادرة علي استيعاب تيارات الإندفاع هذه دون حدوث إرتداد غير مسموح به للأقطاب الرئيسية بالكانتاكتور الكهرومغناطيسي وبدون حدوث المخاطر المصاحبة مثل إلتحام الأقطاب.

وعليه فإن سعة التعشيق (Making capacity) تصبح أهم عوامل اختيار الكونتاكتور الكهرومغنلطيسية فى هذه التطبيقات.

٤- ضمان التوافق Coordination

- تعريف التوافق

تتطلب أساسيات التوافق ، تجانس معدات الوقاية الرئيسية من قصر الدائرة (فيوزات أو قاطع) مع جهاز تعشيق وفصل مناسب (كونتاكتور كهرومغناطيسي) والريلاي المصاحب للوقاية الحرارية من زيادة الحمل. وبهذا التوافق نضمن أفضل طرق تشغيل وحماية المحرك، ويتم التوافق عن طريق إختبارات معملية لمكونات بادئات الحركة معاً وليس علي حدة وذلك لمعرفة أداء المجموعة بعد فصل التيارات الغير إعتيادية.

- أنواع التوافق

تم توصيف هذه الأنواع من التوافق بالمواصفات القياسية IEC 60-947-4 وهي تحدد درجة التلف بالمعدة المسموح به والناتج عن قيم محددة من قصر الدائرة.

- نوع التوافق رقم ١ Type 1 coordination:

(سابقاً التوافق درجة a ومعرف بالمواصفات القياسية السابقة IEC 292-1) لابد لمعدات الوقاية الكهربية فى حالات قصر الدائرة من فصل العطل دون حدوث أية خطورة علي المنشأة أو الأفراد. وبعد فصل العطل لا يمكن إعادة التشغيل إلا بعد قيام فني علي مستوي عالي جداً من الكشف علي المكونات السابقة.

- نوع التوافق رقم ٢ Type2 coordination :

(سابقاً التوافق درجة c ومعروف بالمواصفات القياسية السابقة IEC 292-1) لابد لمعدات الوقاية الكهربية فى حالات قصر الدائرة من فصل العطل دون حدوث أية خطورة علي المنشأة أو الأفراد . وبعد فصل العطل لا يجب أن تعاني المعدات اية تلفيات أو أي تغيير فى الضبط ومن ثم فإنه يمكن إعادة إدخالها الخدمة. من المفهوم أنه لا يسمح بإحلال أي من معدات الوقاية خلال الإختبارات فيما عدا الفيوزات التي لابد من إحلالها ، بينما فى حالة القواطع فإنه يعاد توصيلها.

مما سبق فإنه يوصي باستخدام التوافق رقم ٢ حيث أنه يضمن إستمرارية التشغيل للمحركات حتي بعد حدوث فصل لتيار القصر بالاضافة الي أنه لا يحتاج الي مستوي عال من فني الصيانة ومن ثم ضمان عمل المحرك. علماً بأن أي نوع من أنواع التوافق يجب أن يتم تقديمه فى جداول من مصنعي بادئات الحركة ولا يمكن أن يتم عن طريق استخدام كونتاكتور من ماركة وقاطع تيار (أو ريلاي زيادة الحمل) من ماركة أخري.

- التوافق الكامل

المقصود بالتوافق الكامل ، طبقا للمواصفات القياسية IEC 60 -947-6-2 أنه فى حالات قصر الدائرة لابد أن تكون مجموعة معدات القطع والوقاية قادرة علي فصل العطل دون خطورة كما يجب ألا تتأثر المعدات ولا أن يحدث إلتحام فى الكونتاكتورات وهي أعلي وأفضل أنواع التوافق.

٢-٢-٢ معدات التشغيل الكهربائية (Switchgear)

وتشمل أجهزة الفتح والغلق (المفاتيح) وملحقاتها ومهمات التحكم والقياس والحماية والضبط وكذلك تجميع هذه الأجهزة والمهمات مع توصيلاتها والمستلزمات والمنشآت الحاوية والمثبتة لها.

فيما يلي تعريف لهذه المعدات:

أ – أجهزة التشغيل ذات السياج المعدني (Metal enclosed)

وهي أجهزة التشغيل المجمعة داخل غلاف معدني خارجي موصل بالأرض. وتكون كاملة التوصيلات عدا التوصيلات الخارجية لها.

ب- أجهزة التشغيل داخل المحتوي المعدني (Metal clad)

وهي أجهزة التشغيل التى يتم فيها تركيب المكونات داخل مقصورات Cubicles منفصلة يحويها سياج معدني موصل بالإرض، ويراعي وجود مقصورات منفصلة لكل من المكونات التالية باللوحة:

- كل مفتاح رئيسي

- المكونات الموصلة على أحد جوانب المفتاح الرئيسي كدائرة التغذية.

- المكونات الموصلة على الجانب الآخر الخارج من المفتاح الرئيسي.

جـ- قواطع التيار للدائرة (Circuit breakers)

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربي المار بها تحت الظروف المعتادة للدوائرة الكهربية كما أنها قادرة أيضاً" على توصيل وحمل وقطع التيار الكهربي لفترة محدودة تحت ظروف غير عادية للدرائرة الكهربية (قصر الدائرة).

د- قواطع التيار المركبة داخلياً (Indoor circuit breakers)

وهي القواطع التى تصمم للتركيب داخل المباني أوداخل حيز مغلق حيث تكون محمية ضد الرياح والأمطار والأتربة وتكاثف البخار وغيرها من العوامل الجوية المختلفة.

هـ- قواطع التيار المركبة خارجياً (Outdoor circuit breakers)

وهي القواطع التى تصمم للتركيب فى الأجواء المفتوحة وتكون قادرة على تحمل العوامل الجوية المختلفة.

و- المفاتيح (Switches)

وهي أجهزة تشغيل ميكانيكية قادرة على توصيل وتحمل وفصل التيار الكهربي تحت الظروف المعتادة للدائرة الكهربية وقادرة أيضاً على تحمل تيارات القصر لفترة زمنية محددة.

ز- فواصل الدائرة (Disconnector or Isolators)

وهي أجهزة تشغيل تعمل ميكانيكيا" تعطي فى وضع الفتح Open Position مسافة فاصلة تمنع مرور التيار الكهربي عند الجهد المقنن ويكون فاصل الدائرة قادر على فتح وغلق الدائرة الكهربية فى حالة اللاحمل No load أو عندما يكون التيار المار بها مهملا (أقل من ½ أمبير) حيث يكون فرق الجهد عبر طرفي كل قطب غير ذا قيمة.

ح – قطع الدائرة (Circuit breaking)

تعرف قواطع التيار (cbs) طبقا" لتصميمها وطريقة تشغيلها لفصل تيارات القصر للدائرة الكهربية وتصنف القواطع عادة حسب الوسط المستخدم فى إطفاء الشرارة المتولدة عند الفصل، ويعتبر القوس الكهربي (الشرارة) المتولدة عند فصل الدائرة وطريقة إخمادها هو العنصر الرئيسي فى عمل قاطع الدائرة حيث يسمح للتيار فى الدائرة الكهربية بإستمرار المرور بعد فصل التلامسات وحتي الوصول بهذا التيار إلى الصفر.

وقاطع التيار المثالي هو الذي يعمل كموصل تام حتي الوصول إلى التيار صفر عند هذه النقطة يتحول إلى عازل تام ، وحيث إنه لا يمكن عملياً الوصول إلى القاطع الذي يحقق هذا الشرط فانة يراعي أن يكون القاطع أقرب ما يمكن لهذه الحالة مع ضرورة إيجاد الظروف اللازمة للتخلص من نواتج التأين فى فجوة التلامس وإستخدام وسط يتحمل جهد الإسترجاع العارض.(Transient recovery voltage).

٢-٢-٢-١ معدات تشغيل الضغط العالي (High Voltage Switchgear)

يراعي فى تصنيع لوحات أجهزة التشغيل للضغط العالي أن تحوي على مجموعه من المقصورات أوالحجرات Cubicles تسمح بإحتواء قواطع التيار ومحولات الجهد (الموجودة فى جانب التوصيل) بالإضافة إلى تزويدها بالتجهيزات اللازمة لتحميل أجهزة القياس والمرحلات مع عمل الاستعدادات اللازمة لتوصيل أطراف الكابلات المغذية والخارجية من اللوحة.

تكون اللوحات ذات سياج معدني metal enclosed أومحتوي معدني metal clad وعمليا" فأن الفرق المعتاد أن محولات التيار وأطراف توصيل الكابلات تبيت في مقصورة (أو حجرة) واحدة في حالة اللوحات ذات المحتوي المعدني. وفى جميع أنواع قواطع الدائرة يجب توافر إمكانية فصل هذا القاطع عن قضبان التوصيل بأحد الأشكال الآتية :

- سحب رأسي
- سحب أفقي.
- إستخدام فاصل دائرة أومفتاح بين قاطع الدئرة من النوع الثابت وقضبان التوصيل.
- في حالة قواطع الدائرة ذات المحتوي الزيتي .BULK oil c.b تستخدم طريقة السحب الرأسي.
- فى حالة القواطع المغناطيسية الهوائية Magnetic air cb وقليلة الزيت Min. or low oil c.b. تستخدم طريقة السحب الأفقي.
- في حالة القواطع الغازية فإنه يمكن استخدام إما السحب الرأسي أوالسحب الأفقي.
- فى حالة إستعمال قواطع الدوائر من النوع المفرغ Vacuum cb تستخدم عادة القواطع من النوع الثابت مع وجود فاصل دائرة بين القاطع وقضبان التوصيل للإستفادة من ميزة قلة إحتياج هذا النوع إلى الصيانة.
- يراعي توافر تجهيزات آمنة للوصول إلى قضبان التوصيل الرئيسية للوحات التوزيع وذلك لإجراء القياسات والأختبارات المطلوبة وفى حالة قواطع الدائرة القابلة للسحب فأن الوصول إلى هذه القضبان يكون من خلال الثغرات التى يتم من خلالها تعشيق القاطع.

١ – الرباط والغلق (Interlocking & Padlocking)

للتأكد من التشغيل الآمن للوحات الكهربية وخاصة عندما يراد الوصول إلى قضبان التوصيل لتحديد الأعطال أو لتوصيل وجه من أوجه الدائرة أوإختيار الكابلات فإنه يلزم تزويد اللوحات برباط ميكانيكي أوقفل للتحكم فى دخول التغذية العمومية لهذه اللوحات.

المطلب الأول للرباط فى جميع أنواع اللوحات ذات القواطع القابلة للسحب هو التأكد من أن القواطع لا يمكن سحبها أوتعشيقها بينما تكون موصلة للتيار (مغلقة) ويجب تزويد اللوحات بحوائل حماية Shutters معدنية يتم عن طريقها تغطية ثغرات التوصيل إلى البارات تلقائيا" عندما يتم سحب قواطع التيار من حجرة التشغيل الخاصة بها وبالمثل فأنه يتم عمل التجهيزات اللازمة بحيث تغلق هذه الحوائل فى وضع عدم التوصيل لضمان الأمان التام للمهمات المحتواه بالحجرة.

٢ – انواع قواطع الدائرة (Types of circuit breakers)

الأنواع الشائعة الإستخدام فى الوقت الحالي هي:

أ– قاطع التيار الزيتي Oil circuit breaker

وينقسم إلى :

– قاطع تيار مغمور كليا فى الزيت Bulk oil c.b.

– قاطع تيار قليل الزيت Minimum oil c.b.

وتستخدم فى هذه القواطع زيت هيدروكربوني له لزوجة منخفضة نسبياً وخواص عزل جيده.

ويعيب هذا النوع أنه عند إرتفاع درجة حرارة الملامسات فأنه يترتب علي ذلك تبخر الزيت وتحلله إلى مكوناته من الايدروجين والكربون حيث يتأين الأيدروجين حرارياً لينتج الإلكترونات والأيونات الموجبة التى لها القدرة على حمل التيار الكهربي خلال المسافة بين الملامسات محدثة قوساً كهربياً وللتحكم فى إنسياب الغازات فى منطقة الشرارة فأنه يجب أن تغلف الملامسات داخل نطاق للتحكم فى القوس الكهربي arc control device لزيادة كفاءة التشغيل لقاطع التيار.

ب- قاطع التيار الهوائي المغناطيسي (Magnetic air circuit breaker)

ويعتمد فى نظرية عمله على خلق جهد عالي جدا" للقوس الكهربي يصعب الحفاظ عليه بجهد التشغيل المستخدم ومن ثم لا يمكن للقوس الكهربي الأستمرار ويمكن الوصول إلى ذلك إما بإجبار القوس الكهربي بالامتداد للإقتراب من مواد صلبه تستخلص الحرارة من القوس أو بتكسير القوس الكهربي إلى سلسلة من الأقواس ويمكن الجمع بين الطريقتين فى بعض التصميمات وتعمل الدوائر المغناطيسية على خلق مجال داخل مدي القوس لتوجيه القوس الكهربي داخل نطاق هذا المدي وفى حالة التيارات الكهربية المنخفضة (فى حدود ١٠٠ أمبير) فأنه يلزم إضافة نفاخ هوائي متصل بفواني أسفل الملامسات لتوجية القوس الكهربي.

جـ - قاطع التيار التفريغي (Vacuum circuit breaker)

وتكون الملامسات فى هذا النوع داخل وعاء محكم ذو جدران عازلة مفرغ منها الهواء وتكون إحدي الملامسات مثبته بنهاية التوصيل للقاطع والأخري حرة الحركة فى إتجاه محوري ويتم الحفاظ على التفريغ عن طريق حاشيات معدنية موصلة بين الملامس المتحرك والنهاية الأخري للتوصيل، ويعتمد أداء القاطع التفريغي على ثلاث عوامل:

- وجود تفريغ كافي داخل الجهاز.
- إختيار خامة الملامس المناسبة.
- توفير تحكم مغناطيس فى القوس الكهربي.

وتكون فجوة التلامس فى حدود ١٠ مم للجهود حتي ١١ ك.ف وعلى ذلك تقل القدرة اللازمة للتشغيل على مثيلتها فى الأنواع الأخري من القواطع ويحقق هذا النوع أعلي كفاءة تشغيل كجهاز فصل للتيار حيث يتم إستعادة القوة العازلة للفجوة التلامسية فى خلال (١) ميكروثانية عندما يعمل فى حدودة تيار القطع المقنن وللقدرة العالية على الإحتمال لهذا القواطع أنها لا تحتاج إلى أي صيانة خلال عمر التشغيل لها ولا يوجد إحتمال لحدوث حريق بسبب عدم وجود مواد قابلة للإشتعال.

د- قاطع التيار الغازي

ويحتوي على غاز سادس فلوريد الكبريت الخامل والغير قابل للأشتعال عديم اللون والرائحة ويستخدم الغاز تحت ضغط حوالي ٣بار للوصول إلى نفس قوة العزل للزيت المعدني ولهذا الغاز خاصية إمتصاص الإلكترونات الحرة المتولدة فى مسار القوس الكهربي مكونا أيونات سالبة الشحنة وهذا يؤدي إلى سرعة إستعادة قوة العزل بعد حدوث القوس الكهربي وتستعمل الأمونيا المنشطة لإمتصاص الغازات الفلوريدية الأقل درجة (SF_2 & SF_4) التى قد تحدث نتيجة تحلل الغاز الأصلي SF_6 وعلى ذلك فيمكن لهذا النوع من القواطع أن يتحمل عدد لا بأس به من مرات القطع فى حالات قصر الدائرة دون الحاجة إلى تغيير الأجزاء الفعالة به. ويبين الجدول (٢-٣) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار.

جدول رقم (٢-٣) مقارنة بين أنواع قواطع التيار المستخدمة في الضغط العالي.

م	الخواص	قاطع التيار التفريغي I	قاطع التيار الغازي SF6 II
١	توصيل وفصل تيار حثي Inductive Current	يسمح القاطع بالفصل دون إعتبار قيمة التيار المار ويتوقف استقرار القوس الكهربي (الشرارة) عند القيم الصغيرة للتيار على حافة الملامسات المستخدمة فى القاطع.	يعتمد مسلك القاطع فى تقطيع التيار على طريقة إطفاء الشرارة ويكون لها بصفة عامة نفس القدر كما فى القاطع الزيتي أو التفريغي.
٢	توصيل وفصل التيارات السعوية Capacitance	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريغية سريعة جداً وهذا يعطي قطع بلا عودة للشرارة للتيارات السوية حتي الحمل الكامل للتيار المقنن للقاطع.	نظراً للخواص سالبة الكهرباء فإن الفجوة التوصيلية يعاد تابينها بسرعة وهذا يحقق قطع بلا عودة للشرارة.
٣	المسلك الميكانيكي	الشوار العصير للفصل والتوصيل والطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء ميكانيزم (منظومة) قوي قادر على سوائ مد عمر إفتراضي بلا صيانة لهذه القواطع ويتم فى المعتاد ١٠٠٠٠ عملية فصل وتوصيل دون الحاجة إلى الصيانة. الخلايا صغير فإن طول المبني أصغر وأخف إنشائياً عنها فى حالة مجموعات التشغيل التقليدية وتقلل بدرجة ملموسة تكلفة المبني. فى حالة القواطع القابلة للسحب فإن المباني تكون أكثر عرضاً ولكن التوفير فى حوائط الحريق ومهمات مكافحة الحريق تظل قائمة وبالتالي مباني أكثر إقتصاداً.	متطلبات الطاقة تكون بين تلك الخاصة بالقاطع الزيتي والخاصة بالقاطع التفريغي وتزيد الطاقة المطلوبة بزيادة مقنن القاطع وتتطلب هذه القواطع الصيانة على فترات تصل إلى ١٠٠٠عملية فصل وتوصيل فى المعتاد.
٤	الاختلاف في القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	تكون الزيادة في كثافة البخار الفلزي المنتج خلال حدوث القوس الكهربي في منطقة التلامس متزامنة مع التيار ولا يوجد تزايد عام في الضغط داخل القاطع.	الضغط الداخلى المتكون خلال فترة العطل يبلغ مرتين أو ثلاثة مرات الضغط الأستاتيكى المعتاد وتكون غرفة العازل مصممة للسماح بذلك.
	(ب) إنبعاث غازات العادم	القاطع تام الإحكام وجميع الأبخرة الفلزية المنتجة خلال القوس الكهربي (الشرارة) تتلف	القاطع مغلق كاية ومن ثم لايوجد إنبعثات للغاز وقد يتفكك بعضع إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر

م	الخواص	قاطع التيار التفريغي I	قاطع التيار الغازي SF6 II
		فوريا ولا يوجد إنبعاث من أي نوع لهذا الأبخرة.	وهذة يتم أمتصاصها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.
	(ج) التاثير على قواعد تثبيت القواطع	مهمل	خفيف
	(د) توليد الضوضاء	مهمل	خفيف
٥	إحتمال الحريق	مخاطر حدوث الحريق مهملة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أي مصدر يحتمل وجودها.	كالسابق في القواطع التفريقية III
٦	متطلبات الصيانة (أ) الصيانة الروتينية	تحتاج إلى الفصل غير الدوري للوقوف على حالة المادة العازلة والعوازل الكهربية وربما ملامسات القاكع لملاحظة حدوث البري. ويمكن حفظ تسجيل لعدد عمليات التشغيل لتحديد فترات إجراء الفحص وفي حالة اللوحات العمومية للتغذية فإنه لا يتم إجراء إحلال خلال العمر الإفتراضي للقاطع بينما في حالة الخدمة الشاقة (تحميل متكرر يوميا") فإنه قد يلزم إجراء الإحلال كل عدة سنوات.	هذه القواطع تكون مصممة لعمر إفتراضي طويل مع صيانة غير متكررة وفي الغالب فإن دورة صيانة كل عشر سنوات تكون مناسبة لهذا النوع إلا انه يلزم إجراء فحص مصري بصورة منتظمة. ويجب مراعاة ضوابط أمنية في حالة وجود مدخل لتزويد الغاز ويستخدم لذلك مهمات تخصيصية.
٦	(ب) صيانة بعد العطل Post-fault	ليس من الضروري إجراء هذه الصيانة ومن المستحسن أن يجرى التفتيش على القواطع التي جرى تشغيلها على العطل حين تكون الفرصة مواتية في فترة التشغيل العادية.	مماثلة للقواطع التفريقية.
٧	المناسبة لظروف البيئة الخطرة والتشغيل المتكرر	مميزات القاطع أكثر وضوحا" في هذه الظروف وتكلفة التشغيل السنوية بالتالي أقل منها في الأنواع الاخرى.	لا يحتاج إلى صيانة متكررة إلا أنه يجب إعطاء عناية للأجزاء الميكانيكية في حالة التشغيل المتكرر خاصة إذا كانت طاقة الغلق عالية.
٨	إمكانيات التشغيل (أ) التوصيلية الأرضية المتكاملة Integral fault-making earthing facilities	تزود بهذه الخاصية في حالة القواطع الثابتة. أما في حالة القواطع القابلة للسحب فتكون كالحالة المبينة في I,II طبقا" لطريقة الفصل (رأسي أو أفقي).	كالسابق في I.II حسب نظام السحب أفقي أو رأسي.
	(ب) أمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	في حالة القواطع الثابتة تتم تزويدها بفتحات إختبار تمكن من إدخال عصا الإختبار بينما تكون الدائرة أرضية وفي الأنواع القابلة للسحب تكون كما في I, II	كالسابق في I, II
٩	تصميم مبنى اللوحات	في حالة القواطع الثابتة لا تحتاج في التصميم إلى وجود فسحة للسحب أو الصيانة ومن ثم يكون عرض المبنى أقل منها في حالة القواطع القابلة للسحب. ويكون التحميل على الأرض خفيفا" ولا يتطلب الأمر وجود حوائط للحريق أو مهمات لمكافحة الحريق.	مجموعة التشغيل باستخدام القواطع الغازية تكون ذات قواطع قابلة للسحب ويحتاج في إنشاء المبنى إلى ترك فراغ لهذا الغرض ولكن إحتمال الحريق يكون مهملا" ولا يكون هناك حاجة إلى حوائط الحريق أو مهمات مكافحة الحريق وتكون المباني بالتالي اكثر إندماجا" وبساطة.

٢-٢-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (H.V) (Switchboard Construction)

تتكون كل لوحة من عدد من الخلايا تشكل كل منها من هيكل معدني مبطن بألواح من الصلب المسحوب على البارد ذات سمك لا يقل عن ٢مم وتزود اللوحة بأبواب من الأمام والخلف لتسهيل الصيانة كما أنها تكون مزوده بالإحتياطات اللازمة لسلامة التشغيل والصيانة وتركب مهمات كل خليه بحيث تكون منفصلة ومعزولة تماماً عن الخليه المجاوره ويراعي أن تظل الاجزاء الحاملة للجهد بعيده عن متناول الأيدي بعد سحب المفتاح من داخل الخليه.

وتشكل قضبان التوزيع من النحاس جيد التوصيل للكهرباء وتكون مغلفة بكامل طولها بمادة عازلة مناسبة ويجب أن تكون نقط التماس من النوع ذاتي الضبط (Self Aligning) محملة بسوستة ضاغطة قوية ومطلي بطبقة سميكة من الفضة المرسبة وتزود اللوحات بوسائل الربط الميكانيكية والكهربائية لضمان الأمن عن التشغيل.

٢-٢-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض (Low voltage switchgear)

تخضع مواصفات معدات تشغيل الضغط المنخفض لمتطلبات الهيئة الدولية للكهرباء IEC ويتم تصميم قواطع التيار للضغط المنخفض وتصنيعها وإختبارها طبقاً للمواصفات السارية والتى يجب الأخذ بها وهي:

(أ) فئات (طبقات) قصر الدائرة Short Circuit Categories.

(ب) طريقة إختبارات قصر الدائرة **Method of short circuit tests**

(ج) محددات الإرتفاع فى درجة الحرارة والمقتنيات الحرارية

Temperature – rise limitations / Thermal ratings

٢-٢-٢-٣-١ يوضح الجدول (٢-٤) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P_1 له القدرة على إختبار نوعى O- CO عند أقصي مقنن لقصر الدائرة له بينما أن قاطع التيار فئة الأداء P2 له القدرة علي إختيار نوعي O- CO – CO والفارق الجوهرى بين القنتين P_1 ,P2 أنه في حالة قاطع الدائرة فئة P_1 يكون له القدرة على العمل بعد الإختبار النوعي مع تقليل ظروف الخدمة

بينما في الفئة P2 فأنه يكون قادر علي إستمرار الخدمة في الظروف المعتادة وعلي ذلك يجب الأخذ في الأعتبار هذا الفارق وتحديد الفئة المطلوبة بوضوح عند وضع المواصفات الخاصة بهذه القواطع.

٢-٢-٢-٣-٢ يحدد الجدول (٢-٥) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقا لمواصفات IEC ويراعي دائما أن الإرتفاع في درجة الحرارة للملامسات لاتؤدي إلي إعطاب العزل أوالأجزاء المجاوره للملامس.

٢-٢-٢-٣-٣ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار

(Thermal rating & enclosed rating)

- وهو سعة القاطع بالأمبير التى يتم تدوينها على لوحة البيانات الخاصة بالقاطع وهى التيار الحرارى المقنن للأجهزة الغير مغلقة والمزودة بفاصل زيادة تيار مناسب إذا لزم الأمر وهو أقصى تيار يمكن مروره بالقاطع لمدة ٨ ساعات عندما يختبر فى الهواء الطلق دون أن تجاوز الزيادة فى درجة الحرارة لجميع الاجزاء الحدود المقرره فى الجدول السابق (٢-٥) وعلى ذلك يجب مراعاة أن هذا المقنن لا يعبر عن سعة القاطع عند تركيبه داخل لوحات التشغيل ويعرف المقنن داخل المحتوى enclosed rating لقاطع التيار على أنه التيار الحرارى المقنن داخل القواطع المغلفة، وهو أقصى تيار يمكن للقاطع إمراره لمدة ٨ ساعات تشغيل يتم تركيبه داخل محتوى ذو مواصفات محدده دون أن ترتفع درجة الحرارة لأجزائه المختلفة عن الحدود المقررة المبينة بالجدول (٢-٥) وعلى ذلك فيجب ألا يزيد تيار الحمل الكامل المعتاد لقاطع التيار عن المقنن داخل المحتوى والذى يقل بدرجة كبيرة عن المقنن الحرارى للقاطع وللحصول على تشغيل مرضى تماما" لقواطع التيار فإن سعة القاطع بالأمبير يجب أن تؤخذ داخل لوحة التشغيل حيث أن المقنن الخاص به يتأثر بدرجة التهوية وحجم التوصيلات لهذا القاطع ومقاس الكابل المستخدم فى التوصيل يعتمد على عدد القواطع المركبه فى نفس الصف وللوصول إلى أداء جيد ومرضى لمعدات والتشغيل الكهربائية فإنه يجب ضمان قاطع التيار فى جميع ظروف التشغيل المحيطة به وإجراء الإختبارات عليه داخل نفس اللوحة التى يتم تركيبه بها.
- وعلى ذلك يجب أن يعطى صانع لوحات التشغيل سواء كان هو المصنع لقاطع التيار أويقوم بالتجميع فى لوحات من تصميمه – شهادة إختبار مرتبطة مباشرة بالمتغيرات الخاصة بالبيئة

(الظروف) المحيطة بقاطع التيار عند تشغيله فعليا" وأن يضمن الأداء المرضى فى ظروف العمل الفعلية.

جدول (٢-٤) فئات أداء قصر الدائرة

Short-Circuit Categories

IEC 157-1 has two categories of short-circuit performance outline in table12.2

Short-circuit performance category	Rated Operating sequence for short-circuit making and breaking capacity tests	Condition after short-circuit tests
P1	o - t - co	Required to be capable of performing reduced service
P2	o - t - co - t - co	Required to be capable of performing normal service

o Represents a breaking operation

co Represents a making operation followed, after the appropriate opening time (or immediately, that is without any international time delay, in the case of a circuit-breaker not fitted with integral overcurrent releases) by a breaking operation.

t Represents a specified time interval

جدول (٢-٥) يوضح حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقا لمواصفات IEC

Type of material description of part	Temperature-rise limit (measured by thermocouple)
Contact parts in air (main, control and auxillary contacts):	
Copper	45° C
silver or sillver-faced	(1)
All other metals or sintered metals	(2)
Contact parts in oil	65° C
Bare conductors including non-insulated coils	(1)
Metallic parts acting as springs	(3)
Metallic parts in contacts with insulating materials	(4)
Parts of metal or of insulating material in contact with oil	65° C
Terminal for external insulated connections	70° C (5)
Manual operating means :	
Parts of metal	15° C
Parts of insulating material	25° C
Oil in oil-immersed apparatus (measured at the upper part of the oil)	60° C (6)

The experession “silver – faced” includes solid silver inserts as well as electrolytically depostited silver, provided that a continuous layer of silver remains on the contacts after the endurance tests and the short-circult tests. Contacts faced with other materials, the contact reaictance of which is not significantly altered by oxidation, are treated as silver-laced contacts.

1. Limited solely by the necessity of not causing any damage to adjacent parts.
2. To be specified according to the properaties of the metals used and limited by the neceaslty of not causing any damage to adjacent parts
3. The resulting temperature shall not reach a value such that the elasticity of the material la impaired
4. Limited solely by the neceasity of not causing any damage to insulatin materials
5. The temperatureriae limit of 70° c is a value bassed on the conventional test a C.B used or tasted under installation conditions may have connection the type, hature and disposition of which will not be the asmeas those adopted for the test a different temperature rise of terminals may resuit and this will have to be agreed
6. May be measured by thermometer.

٢-٢-٢-٤ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت

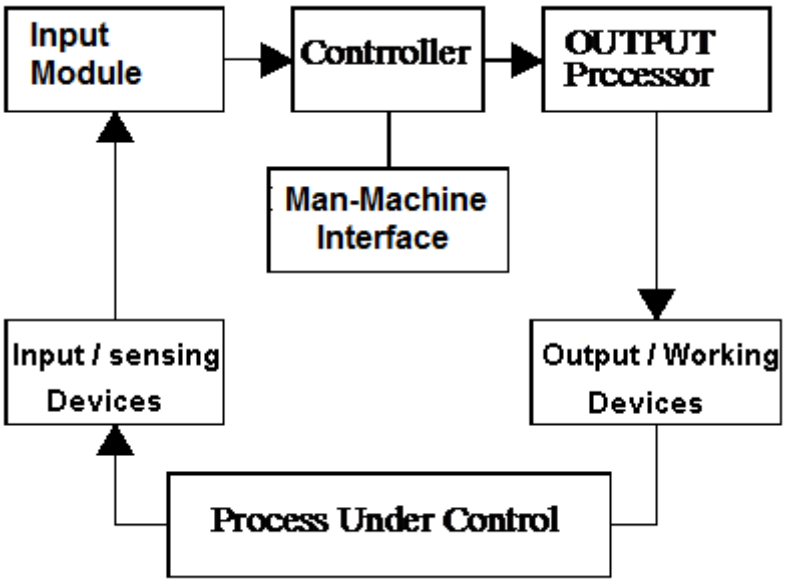
تكون جدران وسقف لوحات التوزيع من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ١,٥مم ومدهون من الخارج والداخل بطبقتين من مادة طلاء معتمدة ويكون هيكلها من زوايا صلب قوية تلحم أو تربط مع الجدران علي أن تكون كل خلية قائمة بذاتها مع تثبيتها مع الخلايا الأخري المجاورة بطريقة مناسبة وتحتوي جميع الأجهزة اللازمة لها بحيث تسمح بسهولة تشغيل وصيانة أجهزة اللوحة جميعها بمعرفة القائم بمراقبتها وتشغيلها ويراعي تزويد كل خلية بباب خلفي من الصاج ذو مفاتيح وعلي أن تركب وتثبت فى اللوحة المفاتيح والأجهزة المطلوبة وما يلزمها من توصيلات ومحولات وعوازل وقواطع ومصهرات وصناديق نهاية الكابلات لخلية الدخول وما يلزم لتشغيلها وجميع الأجهزة تثبت داخل كل خلية خلف السطح الأمامي للوحة ولا يظهر منها على السطح الا اجهزة القياس ذات الطراز الغاطس وأكر مفاتيح التشغيل ولمبات البيان وتكون قضبان التوزيع وتوصيلاتها من النحاس الجيد التوصيل ومثبتة على عوازل من الصيني أو البكاليت المناسب لجهد التشغيل ولا يسمح بارتفاع درجة الحرارة عن ٤٠درجة مئوية زيادة عن حرارة الجو المحيط المأخوذه ٤٥درجة مئوية كما أنه غير مسموح بعمل لحامات في قضبان التوزيع ويكون مقطع النحاس حسب التصميم علي الا يتجاوز كثافة التيار ٢ أمبير لكل ١مم٢ كما يجب أن يكون نظام التوصيلات يسمح بتتبعها بسهولة ويكون لون كل وجه علي حده هو الأحمر والأزرق والأصفر بالتوالي وقضيب التعادل باللون الأسود علي ألا يتغير مقطع النحاس الأساسي في جميع أجزاء اللوحة.

٢-٢-٢-٥ نظام التحكم الأتوماتيكى (Automation system)

يحتوي أي نظام بإشراف المتحكم المنطقي المبرمج PLC علي العناصر الأساسية التالية:

- التطبيق أو العملية الخاصة بالمستخدم.
- أجهزة الإدخال مثل المفاتيح أو أزرار التشغيل
- وحدات الإدخال التي تعمل كواقي بيني Protrctive interface وكمحول إشارات.
- المتحكم المنطقي المبرمج PLC الذي يحتوي علي نظام الإتصال ووحدة المعالجة المركزية ومصدر التغذية.
- برنامج التطبيق الخاص بالمستخدم (أو المنطق المعرف بواسطة المستخدم).

- وحدات الخرج التي تعمل كوحدة وقاية بينية وكمحول إشارات.
- أجهزة الخرج مثل الإضاءات والملفات اللولبية Solenoids وبادئات حركة المحركات.
- الـ interface بين الإنسان والآلة للبرمجة ومراقبة نظام التحكم والعمليات.



شكل (٢-٤٤) نظام تحكم اتوماتيكي متكامل

المتحكم المنطقي المبرمج PLC

يستخدم الـ PLC وحدات المعالجة الإلكترونية لمعالجة البيانات علماً بأن تشغيل المعدات المبنية بهذه التقنية لا يعرف برسم الدائرة الكهربية كما يحدث فى دوائر التحكم التي تتصل مكوناته بأسلاك حسب دائرة كهربية معينة بل يعمل حسب برنامج يتم تحميله فى ذاكرة وحدة المعالجة المركزية. ويعتبر المتحكم المنطقي المبرمج المكون الأساسي لنظم التحكم الأتوماتيكي الالكترونية.

تعريف الــ PLC

الــ PLC عبارة عن آلة إلكترونية متخصصة فى أعمال التحكم فى الزمن الحقيقي ومراقبة العمليات الصناعية. ينفذ الــ PLC مجموعة من التعليمات تخزن فى ذاكرته علي شكل برنامج هي :

- يمكن توصيل الـ PLC مباشرة الي مجسات وأجهزة تفعيل من خلال وحدات الإدخال والإخراج بمواقع التشغيل.
- يتم تصميم الـ PLC للعمل فى البيئة الصناعية القاسية (درجة حرارة وإهتزازات وإنقطاعات دقيقة ، بأزمنة قصيرة جداً فى التيار وسوء الجهد الكهربي والتداخل وغيرها).
- وأخيراً فإن الـ PLC مترجم بلغات تم تطويرها خصيصاً لمعالجة وظائف التحكم الاتوماتيكي وبشكل لا يحتاج الي مستوي عال من معرفة مسبقة بالبرمجة عند التركيب والتشغيل.

التركيب الأساسي

التركيب الأساسي للـ PLC يعتمد علي ثلاثة عناصر وظيفية أساسية ويتم التوصيل الكهربي بين هذه العناصر بإستخدام نظام توصيل إلكتروني وتقوم وحدة تغذية القوي بإمداد المتحكم بالجهود اللازمة لتشغيله.

المعالج CPU

المعالج أو وحدة المعالج المركزي CPU مصممة فى الأساس لمعالجة التعليمات التي تكون البرنامج العامل للتطبيق لكن إضافة إلي هذه المهمة الأساسية ، يقوم المعالج بأداء الوظائف التالية:

- إدارة المداخل / المخارج.
- مراقبة وتشخيص أداء الـ PLC بواسطة مجموعة من الاختيارات تبدأ مباشرة مع بدء عمل الــ PLC أو بشكل متكرر أثناء عمل الــ PLC.

- التحادث مع طرف البرمجة أثناء الكتابة الأولية والتعديل بالبرنامج وكذلك أثناء عمل المعالج لمراجعة أو إحداث ضبط البيانات.
- التحادث مع أنظمة أخري (نظم المراقبة والتشغيل SCADA ، مبرمجات صناعية أخري...).

يقوم بتنفيذ هذه الوظائف معالج دقيق واحد أو عدة معالجات دقيقة من خلال Firmware (برنامج علي رقيقة الذاكرة التي تقرأ فقط ROM) يتم برمجتها مسبقاً داخل نظام التحكم أو الذاكرة. وتعرف هذه الرقيقة ROM وظائف الـ PLC ولا يمكن للمستخدم الوصول اليها.

الذاكرة الخاصة بالمستخدم

يتم توجيه الذاكرة الخاصة بالمستخدم لتخزين التعليمات المكونة لبرنامج التشغيل لنظام الأتمتة وكذلك للبيانات التي قد تكون :

- معلومات يراد تطويرها أثناء دورة التشغيل للتطبيق . وهذه هي الحالة عندما يتم المعالجة بواسطة وحدة المعالجة المركزية CPU وتخزين النتائج لإستخدامها فى مرحلة تالية. ويسمي هذا النوع من البيانات بالمتغيرات الداخلية أو الكلمات الداخلية.
- معلومات لا تتطور أثناء التشغيل ولكن يمكن تعديلها عندما يري المستخدم ذلك ضرورياً كالحالة فى رسائل الإظهار وقيم الضبط ..... وهكذا وهذه الكلمات ثابتة.
- جداول صورة الدخول / الخروج والتي يصير تحديثها بواسطة المعالج فى كل عملية فحص للبرنامج.

إن العنصر الأساسي فى الذاكرة هي الحرف (Bit) والتي يمكن أن تأخذ أحد قيم المنطق صفر أو ١ ، ويتم تجميع هذه الحروف مع بعضها لتكون كلمات (١٦ حرف) او لتكون بايت (٨ حروف) وكل من الكلمات أو البايت يتم تميزها بعنوان.

ويتم التعبير عن حجم الذاكرة إما بالكيلو كلمة (١ كيلو كلمة = $٢^{١٠}$ كلمة = ١٠٢٤ كلمة) أو بالكيلو بايت وهذا التعبير ينطبق علي كل من ذاكرة البرنامج أو ذاكرة البيانات ويتم استخدام نوعين من الذاكرة فى الـ PLC :

- الذاكرة الحية أو الذاكرات من النوع RAM (الذاكرة التي يتم الوصول إليها عشوائياً). ويمكن قراءة محتويات هذه الذاكرات وكذلك تعديلها ولكنها تفقد مع فقد جهد التغذية (ذاكرة من النوع المتطاير). ومن ثم فإن هذا النوع من الذاكرات يحتاج الي بطارية كمصدر بديل الجهد ، ويتم استخدام الذاكرات الحية أثناء كتابة وتنقيح البرامج وكذلك لتخزين البيانات.
- الذاكرة الميتة والتي يتم الحفاظ علي محتوياتها (ذاكرة من النوع الغير متطاير) مع فقد جهد التغذية . ويمكن القراءة فقط لمحتوي هذا النوع من الذاكرات.

إعادة الكتابة علي هذا النوع من الذاكرات يحتاج أولاً لمسح كامل للبيانات الموجودة عليها باستخدام وسائل أكبر من إمكانيات الـ PLC وذلك باستخدام الأشعة فوق البنفسجية (في الذاكرات من النوع EPROM) أو بوسائل كهربية (للذكرات من النوع EEPROM).

وقد تم تصميم هذا النوع من الذاكرات لتخزين البرامج بعد الوصول الي المرحلة الأخيرة من التنقيح.

وذاكرة البرنامج تحتوي ضمن كارت أو عدة كروت والتي يتم إدخالها داخل الـ PLC أو داخل وحدة تمديد الذاكرة . أما ذاكرة البيانات، وفي حالات معينة ذاكرة البرنامج ، تتكامل علي كارت الـ PLC وتسمي On board memory.

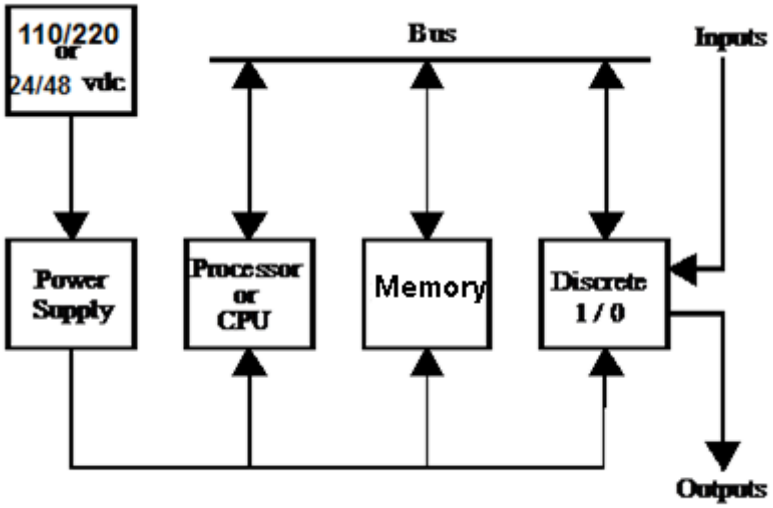
وحدات الادخال / الاخراج للإشارات الغير متصلة (Discrete I/0)

تمكن وحدات الإدخال / الأخراج (I/0) للإشارات الغير متصلة من توصيل الـ PLC مباشرة مع بيئتها الصناعية وذلك بإيجاد interface بين العملية الصناعية و الـ PLC جميع وحدات الإدخال / الإخراج لها دور مزدوج وذلك بشكل عام كالتالي:

- وظيفة الـ interface وذلك لإستقبال وتحويل الإشارات من العالم الخارجي (مجسات ، وزراير التشغيل....الخ) ثم الإشارات مرة أخري الي العالم الخارجي (التحكم فى أجهزة الفصل والتعشيق ، إشارات ، ولمبات ...الخ).

ويتم تصميم مهمات الـ interface بخصائص مثل العزل الجلفاني أو العوازل الضوئية وذلك لحماية الــ PLC من ضوضاء التداخل.

- وظيفة الإتصال وذلك لتبادل الإشارة مع وحدة الــ PLC المركزية علي قضبان المداخل والمخارج



شكل (٢-٤٥) التركيبة الأساسية الــ PLC

القضبان الإلكترونية Bus

القضبان الإلكترونية عبارة عن مجموعة من الموصلات التي تخلق إتصال بين الوحدات المختلفة فى الـــ PLC ، وتأخذ القضبان فى الـــ PLC المكون من وحدات منفصلة Modular PLC ، شكل لوحة دوائر إلكترونية مطبوعة ومثبتة علي قاعدة الحامل لتوصيل مقابس ليدخل عليها وحدات الـــ PLC المختلفة : لمعالج وإمتداد الذاكرة ووحدات الإدخال / الخروج ووحدات الذكاء.

ترتب القضبان علي شكل مجموعات مختلفة وكل مجموعة مصممة لتحمل نوع من البيانات:

- قضبان بيانات لإشارات الإدخال / الإخراج.
- قضبان العناوين لعناوين الإدخال / الإخراج.
- قضبان التحكم لإشارات الخدمة مثل نبضات التزامن وإتجاه تبادل البيانات وصحة التبادل .... وهكذا.
- قضبان لتوزيع الجهود من وحدة مصدر التغذية بالتيار.

وحدة التغذية بالتيار Power Supply

يوفر مصدر التغذية بالتيار ، المغذي من مصدر تيار متردد ٢٢٠/١١٠ فولت أو من مصدر تيار مستمر ٤٨/٢٤ فولت ، الجهود الداخلية التي تستخدم داخل الـــ PLC ووحداته ولضمان مستوي الأمان اللازم يحتوي مصدر التغذية بالتيار أجهزة التي تستكشف الهبوط فى الجهد وإختفاء الجهد وكذلك لمراقبة جميع جهود الداخلية.

وعند حدوث عطل يمكن لهذه الأجهزة أن تحدد أفضلية أوضاع الرجوع إلي الوضع الأصلي Fall – back position بشكل تلقائي.

أساس التشغيل

شكل التعليمات

التعليمات هي الأوامر التي يجب أن ينفذها معالج الــ PLC . وبذلك فإنها تخبر المعالج " ماذا يجب أن يعمل" و " بأي أدوات يجب أن يقوم بالعمل".

معالجة التعليمات يتكون البرنامج من مجموعة من التعليمات. ويقوم المعالج بتنفيذ التعليمات حسب البرنامج Firmware الذي يتم قراءته من الشريحة ROM، وذاكرة النظام وذلك بعد تحديد شفرة التشغيل والحصول علي عناوين المتغيرات من ذاكرة البيانات . وتحتوي برنامج Firmware علي جميع الدالات اللازمة لكل من التعليمات التي يمكن للمعالج إدارتها. ويمكن إستخدام نتيجة معالجة التعليمات مباشرة لتحديث المتغير أو يمكن تخزينها بالذاكرة لتستخدم فيما بعد. وبعد معالجة أحد التعليمات يقفز المعالج آليا إلى التعليمات التالية.

ويختلف زمن المعالجة حسب طبيعة التعليمات وطراز الــ PLC ويمكن لهذا الزمن أن يكون صغيراً مثل بضع مئات من النانو ثانية (النانو ثانية = ١ / $١٠^{٩}$من الثانية) وذلك للتعليمات البسيطة مثل إختيار حالة حرف أو تغيره من الحالة صفر الي الحالة ١ أو أن يكون الزمن طويلاً مثل عدة عشرات من الميكرو ثانية (الميكرو ثانية = ١ / $١٠^{٦}$ من الثانية) وذلك للتعمليات الأكثر تعقيداً.

دورة الـــ PLC

زمن الدورة فى الــ PLC وهو الزمن اللازم للتنفيذ الكامل للبرنامج. و هذا الزمن يعتمد مباشرة علي عدد وطبيعة التعليمات المطلوب معالجتها.

وتحتوي الدورة علي ثلاثة مراحل يتم تنفيذها علي النحو التالي:

- إكتساب حالات جميع وحدات الإدخال.
- معالجة (أو فحص) البرنامج.
- تحديث جميع الخروجات.

ويتم إعادة هذه العملية آلياً ما لم يعطي أمر ايقاف. ثم يتم متابعة حالة المدخلات فى بداية كل دورة وذلك لتفادي أية مشاكل خلال أعمال المعالجة. ويتم عمل ذلك بتخزين صورة من المدخلات وتظل فى حالة ثابتة طوال باقي زمن الدورة أينما كانت حالتها فى الواقع والتي يمكن أن تتغير خلال نفس الدورة أينما كانت حالتها فى الواقع والتي يمكن أن تتغير خلال نفس الدورة . ويتم تحديث المخرجات فى آخر الدورة عندما يتم التحديد الكامل لجميع الاشارات الي العالم الخارجي. يتم إكتساب المدخلات وتحديث المخرجات ضمنياً أي أن ذلك يتم بدون الحاجة الي تدخل من المستخدم.

تركيبة المعالجة

الـــ PLC مجهز بمعالج واحد من النوع أحادي – الواجب ويقوم بتنفيذ البرنامج به بطريقة تتابعية . وتعتبر هذه التركيبة أحادية المعالج أحادية الواجب بسيطة للتشغيل وتبقي مناسبة لجميع التحكم الأتوماتيكي المبسطة ومتوسطة التعقيد.

٢-٢-٢-٦ التأريض (Earthing)

يجب توصيل جميع أجزاء الآلات والمحركات والمحولات وحوامل الكابلات وأغلفة الكابلات المسلحة واللوحات الكهربائية غير الحاملة للتيار وكذا أحد أطراف الملفات الثانوية للتيار والجهد وأجهزة القياس إلى الأرض ويجب تنفيذ هذة التوصيلات بحيث تكون متصلة بطريقة مضمونة.

يتم عمل سلك أرضي نحاس عادي أو ضفيرة بقطاع مناسب يوصل لجميع الأجزاء المعرضة للمس وجانب واحد من الملف الثانوي لمحولات الجهد والتيار وأجهزة التسجيل والقياس ..... إلخ.

٢-٢-٢-٦-١ مكونات نظام التأريض

يمكن الحصول علي أرضي مناسب باستخدام أسياخ أرضي Earth rods (واحد أو أكثر) يدفن فى التربة بغرض تحقيق التماس مع الأرض وتتوفر في هذه الأسياخ بأشكال مستديرة المقطع يمكن ربطها ببعضها البعض عن طريق جلبة Coupling بغرض الحصول علي الطول المناسب للسيخ ، تغرس الاسياخ فى الأرض بواسطة الدقة للوصول الي طبقات الأرض ذات المقاومة

النوعية المنخفضة وبالتالي الحصول علي مقاومة أرضية منخفضة وللحصول علي مقاومة كلية أقل تستخدم عدة أسياخ توصل علي التوازي بواسطة موصلات أرضي.

في حالة التربة الجافة الخالية من الرطوبة تحاط الأسياخ بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم أو كبريتات المغنسيوم أو كبريتات النحاس او إضافة برادة الحديد علي ألا يكون هناك أتصال مباشر بين المواد الكيماوية والأسياخ حتي لا يتسبب ذلك فى تكوين طبقة من الصدأ العازل.

يتم توصيل سلك التأريض بالأسياخ عن طريق مسامير الرباط أو الكبس أو اللحام بالكهرباء ولا يسمح باستخدام لحام القصدير.

يتم تزويد نظام الأرض بغرف تفتيش من الخرسانة سابقة الصب أو البلاستيك ذات غطاء يتحمل الأحمال الثقيلة وذلك بغرض الوصول الي نقاط التوصيل عند إجراء القياسات أو أعمال الصيانة.

سيخ أرضي

سيخ أرضي يتكون من عمود من الصلب مغطي بطبقة من النحاس بسمك ٢٥.٠مم حيث أن الصلب مادة تتحمل الدق عليها كما أنها لها رأس مدبب بشكل معين ليسهل من اختراقها للتربة كما أنها مغلفة بطبقة من النحاس لتكون عازل للقضيب الصلب لحمايته من التأكل كما يلاحظ أن السيخ به قلاووظ من الطرفين ليسهل من عملية تزويد طوله عن طريق الجلبة.

ROD DETAIL

NOMINAL DIA (Inch)	DIM.LEGTH (mm)	THREAD DIA (A)	SHANK DIA (B)	WGT (kg) PER ROD	CAT . NO.
5/8	1200	5/8	14.2	1.53	RB 205
5/8	1500	5/8	14.2	1.88	RB 210
5/8	3000	5/8	14.2	3.79	RB 235
3/4	1200	3/4	17.2	2.19	RB 305
3/4	1500	3/4	17.2	2.73	RB 310
3/4	3000	3/4	17.2	5.44	RB 335

جلبة

جلبة توصيل مكونة من سبيكة نحاس معالجة ضد التأكل كما أنها تتحمل الصدمات والطرق عليها كما أنها جيدة التوصيل كهربياً وتستخدم لتوصيل الأسياخ الأرضي بعضها البعض.

مسمار دق

مسمار دق مصنوع من الصلب القوي يستخدم فى دق الاسياخ وذلك بعد توصيله بالسيخ عن طريق الجلبة والدق علي المسمار بمطرقة.

٢-٢-٢-٦-٢ بئر الأرض

يمكن أن توصل أسلاك الأرض إلي بئر خاص ينشأ بجوار المحطة بالمواصفات التالية:

- يتكون بئر الأرض من ماسورة حديد مجلفن بقطر لا يقل عن ٢بوصة تدفن داخل الأرض بطول ٤م أوحتي تصل إلي أسفل منسوب المياه الجوفية بما لا يقل عن ٨٠سم ويكون الطول المغمور بالمياه الجوفية مثقبا" بما لا يقل عن خمس ثقوب علي المحيط بكل ٢سم من الطول المحوري للماسورة.
- تحاط الماسورة من الخارج بمخلوط من ملح الطعام والفحم المجروش الناعم في حالة التربة الجافة الخالية تماما" من الرطوبة.
- ويمتد بداخل ماسورة الأرض قضيب نحاس عادي ويربط بأعلي الماسورة حيث تركب جلبة من الحديد المجلفن وغير مسموح بإستخدام اللحام.
- الجزء الأعلي من الماسورة بطول ٢٠سم يبرز بداخل صندوق من الزهر ذو غطاء مفصلي وأبعاد الصندوق لا تقل عن ٣٥ × ٢٢سم ويركب هذا الصندوق بحيث يكون الغطاء بمستوي سطح الأرض.
- يتم توصيل سلك الأرضى بقضيب النحاس ويكون الرباط بواسطة اللحام بالكهرباء أوبمسامير الرباط ولا يسمح بإستخدام لحام القصدير.

٢-٢-٣ المحولات الكهربائية

٢-٢-٣-١ محولات التوزيع (Distribution Transformers)

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أو أقل. ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتي ٣٥٠٠ ك.ف.أ.

- **تعريف المحولات**

تعرف المحولات بأنها الجزء الإستاتيكي من الأجهزة التي يمكنها بواسطة الحث الكهرومغناطيسي تحويل الجهد المتغير والتيار بين إثنين أو اكثر من الملفات عند نفس التردد وعادة عند قيم مختلفة من الجهد والتيار.

٢-٢-٣-٢ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي:

- النوع الأول Liquid Filled وفية يكون القلب والملفات مغمورة داخل محتوي مملوء بالسائل والذى يمنحها التبريد والعزل فى نفس الوقت.
- النوع الثنائى Dry Type وفيه يكون القلب والملفات تبرد مباشرة بالهواء (محولات جافة).

وينقسم النوع الأول إلي وحدات تستخدم زيوت معدنية قابلة للإشتعال وأخرى تستخدم أنواع مختلفة من السوائل المقاومة للحريق مثل السوائل السيليكونية أوالمركبات الهيدروكربونية. كما ينقسم النوع الثاني إلي قسمين الأول تكون فية الملفات المعزولة معرضة مباشرة للتلامس مع هواء التبريد والثانى يكون فيه الملفات الكاملة مغلقة داخل كبسولة من مادة مقاومة للرطوبة مصنوعة من راتنج الأيبوكسي Cast- resin.

٢-٢-٣-٣ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالي القدرات المقننة شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا".

جدول (٢-٦) القدرات المقننة شائعة الأستخدام لمحولات التوزيع

KVA	KVA	KVA
5.0	31.5	200
6.8	40	250
8	50	315
10	63	400
12.5	80	500
16	100	630
20	125	800
25	160	1000

٢-٢-٣-٤ التقسيمة (Tappings)

تشتمل ملفات الضغط العالي للمحولات علي تقسيمة لتغيير نسبة اللفات بين ملفات الضغط العالي والضغط المنخفض ومن ثم لمعادلة التغييرات فى الجهد الأولي للمنبع للحفاظ على الجهد الثانوي للمستهلك في الحدود المقننة. ويتم إختيار الأقسام عن طريق جهاز دائرة خارجية ويجب مراعاة فصل المحول عن النبع قبل تغيير الأقسام.

٢-٢-٣-٥ ملفات المحولات (Windings)

- يتكون المحول من قلب ذو ثلاثة شعب مصنوعة من رقائق الصلب المعزولة كهربيا" ويحمل كل شعب ملفين ملفوفيين محوريا، ويكون الملف الثانوى (الضغط المنخفض) من الداخل قريبا" من القلب الحديدي ويكون الملف الإبتدائى (الضغط العالي) من الخارج وتوضع هذه التركيبة داخل غلاف من الصلب.
- في حالة المحولات من النوع المغمور يتكون هذا الغلاف من خزان مانع للتسرب مملوء بالسائل وفي حالة المحولات الجافة فأن الغلاف يتكون من غطاء مهوي لإحتواء الأجزاء الحية.
- تصنع موصلات الملفات من النحاس إلا في حالات خاصة فإنة يمكن إستخدام شرائط الألومنيوم الرقيقة.

٢-٢-٣-٦ أداء المحولات (Performance)

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الاولية هي الإعتبار الوحيد وفى كثبر من الحالات فإنها تكلف جزء صغير من التكلفة الكلية.

العوامل التي تحكم إختيار محول معين يجب أن تتضمن معامل الحمل وتكلفة الفواقد والكفاءة وتكلفة الصيانة وجودة مقاومة الحريق وما يتطلبة من تكلفة مباني والمساحة المتاحة للإنشاء ودرجة حرارة الجو وذلك بالإضافة إلي التكلفة الأولية.

٢-٢-٣-٧ الفواقد في المحولات (Losses)

- تمثل فواقد اللاحمل وفواقد الحمل في المحول فقد في الكفاءة وهى السبب في الجزء الأكبر من تكلفة التشغيل للمحول. وتتحول هذه الفواقد الي حرارة يتم التخلص منها عادة عن طريق الإشعاع في الجو المحيط بالمحول.
- تتم المقارنة بين المنتجين المختلفين للمحولات المغمورة عن طريق تقييم إستهلاك الكهرباء والناتج عن فواقد اللاحمل في حالة التنشيط المستمر لهذه المحولات.
- تعتمد تكلفة فواقد الحمل علي معامل الحمل (L.F.) وهي لاتختلف بصورة كبيرة بين منتج وآخر لنفس القدرة في حالة المحولات المغمورة في الزيت أما في حالة المحولات المغمورة في مواد مقاومة للحريق فإن هذه الفواقد تتفاوت بدرجة كبيرة نسبيا".
- تقل الفواقد في المحولات الجافة عنها فى حالة المحولات المغمورة.
- ويبين الجدول التالي رقم (٢-٧) مقارنة بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠ ك.ف.أ. ويراعي إجراء نفس المقارنة بين أنواع المحولات لجميع القدرات الأخري قبل إتخاذ قرار تفضيل نوع على آخر كأحد العوامل المرجحة.

جدول (٢-٧) يبين مقارنة الفواقد بين الأنواع المختلفة للمحولات ذات القدرة (١٠٠٠ ك. ف. أ)

	Losses In Kilowatts at operating tamperature								
	No load	1/4 Load		1/2 Load		3/4 Load		Full Load	
Oil	2.6	No load	2.8	No load	2.8	No load	2.8	No load	2.8
Askarel		Load	0.6	Load	2.3	Load	5.2	Load	9.1
Silicone		Total	3.4	Total	5.1	Total	8.0	Total	11.9
dry – type, 150°	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2
		Load	0.8	Load	3.3	Load	7.4	Load	13.2
		Total	4.0	Total	6.5	Total	10.6	Total	16.4
Epoxy dry-type	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2
		Load	0.7	Load	3.0	Load	6.7	Load	11.8
		Total	3.9	Total	6.2	Total	9.9	Total	15.0

٢-٢-٣-٨ الإرتفاع في درجة الحرارة (Temperature Rise)

- في الأجواء المعتدلة يكون الفرق في الإرتفاع في درجة الحرارة المسموح بها بين المحولات المغمورة والمحولات الجافة غير ذو أهمية في التركيبات.
- تؤدي الزيادة فى درجة الحرارة في الجو المحيط بالمحولات إلى الحد من القدرات المقننة لها حيث تقل عن القيمة الموضحة علي لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد علي لوحة البيانات للمحولات كما تؤثر الحرارة المنبعثة نتيجة الفواقد علي الأجهزة الكهربائية لهذه المحولات.
- يبين الجدوليين رقم (٢-٨) ورقم (٢-٩) الحدود المسموح بها للإرتفاع في درجة الحرارة بالنسبة لنوعي المحولات.
- في حالة المحولات التى تركب داخل المباني وعندما تكون درجة حرارة الجو المحيط عالية جدا فإنه يفضل إستخدام المحولات الجافة مع الأخذ فى الأعتبار النزول بقدرتها إلي القيمة المكافئة لهذه الحرارة مع مراعاة الصيانة الدورية نظرا لحساسية هذا النوع ولمنع الحشرات عنها.
- بالنسبة للمحولات التي تركب في مناطق عالية الحرارة بإستمرار أو في أماكن صغيرة جدا" فانة من الأنسب إستخدام محولات مصنعة خصصيا" لدرجات الحرارة العالية والمغمورة في السوائل السيليكونية.

جدول (٢-٨) جدول الارتفاع في درجة الحرارة للمحولات الجافة

1	2	3	4
Parts	Cooling method	Tesperature class of insulation	Maximum temperature rise (°C)
Windings (temperature rise measured by the resistance method)	Air, natural or forced	A	60
		E	75
		B	80
		F	100
		H	125
			150+
Cores and other parts			
(a) adjacent to windings	All		(a) same values as for windings
(b) Not adjacent to windings			(b) the temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself other parts or adjacent matertials

جدول (٢-٩) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة للمحولات المغمورة في الزيت

1	2
Part	Maximum temperature rise (°C)
Windings: Temperature class of insulation A (temperature rise measured by the resistance method)	65, when the oil circulation is natural or forced (non-directed)
	70, when the oil circulation is forced and directed
Top oil (temperature rise measured by thermometer)	60. when the transformer is equipped with conservator or sealed
	55. when the transformer is neither equipped with a conservator nor seald
Cores, metallic parts and adjacent materials	The temperature shall, in no case, reach a value that will damage the core itself, other parts or adjacent materials
Note :	

1	2
The temperature rise limits of the windings (measured by the resistance method) are chosen to give the same hot-spot temperature rise cannot normally be measured directly. Transformers with forced directec oil flow have a difference between the hot spot and the average temperature rise in the windings which is smaller than that in transformers with natural or forced but not directed oil flow for this reason, the windings of transformers with forced directed oil flow can have temperature rise limits (measured by the resistance method) which are 5°C higher than in other transformers.	

٢-٢-٣-٩ دليل التحميل للمحولات (Loading Guide)

- يجب تحديد الظروف المختلفة لدرجة حرارة الجو المحيط وظروف الخدمة التي يمكن للمحولات المغمورة في الزيت أن تعمل فيها دون حدوث إتلاف لعزل الملفات الخاصة بها بسبب التأثيرات الحرارية في حالة تعدي الحدود المسموح بها. ويمكن تطبيق نفس الوحدات في حالة إستخدام أنواع أخري من سوائل التبريد.
- الهدف من دليل التحميل هو إعطاء التحميل المسموح به تحت ظروف معينة من درجة حرارة وسط التبريد ونسبة التحميل الأولية من القدرة المقننة للمحول (التي يعمل عليها في الوضع العادي للتشغيل) بحيث يمكن للمصمم أن يختار القدرة المقننة لأي إنشاءات جديدة.
- تحدد درجة حرارة وسط التبريد المعتادة (وهي ٢٠° مثلا) والحيود عن هذه القيمة يتم بحيث يحدث توازن بين إطالة العمر الإفتراضي في حالة العمل تحت درجة حرارة أقل وتقصير هذا العمر في حالة العمل في درجة حرارة أعلي.
- لايتم في التطبيقات العملية تشغيل المحولات بصفة مستمرة تحت ظروف الحمل الكامل. ويعطي الدليل مقترحات الدورة والتحميل اليومية آخذا في الاعتبار التغير في درجة حرارة الجو المحيط خلال فصول السنة.
- يبين الجدول رقم (٢-١٠) دليل التحميل للمحولات المغمورة في الزيت عند درجة حرارة لوسط التبريد مقدارها ٢٠° م.
- عن طريق الجدول السابق يمكن تحديد إما نسبة التحميل الزائد لمحول ذو قدرة مقننة محددة خلال فترة زمنية معينة أو تحديد القدرة المقننة المطلوبة لمحول يعمل وفق دورة تحميل يومية معينة وذلك عن طريق رسم منحني للعلاقة بين k1، k2 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t (شكل رقم ٢-٤٦).

جدول (٢-١٠) دليل للمحولات المغموره فى الزيت

K_1 = Initial load power as a fraction of rated pwoer
K_2 = Permissible load power as a fraction of rated power greated than unity)
T = Duration of K_2 in hours
Θ_a = Temperature of cooling medium (air or water)

Note

K_1 = (S_1/ S_r) and K_2 - S_2/ S_r where S_1 is the initial load power
S_2 = Is the permisable load power and S_r is the rated power

Values of K_2 for given values K_2 and t

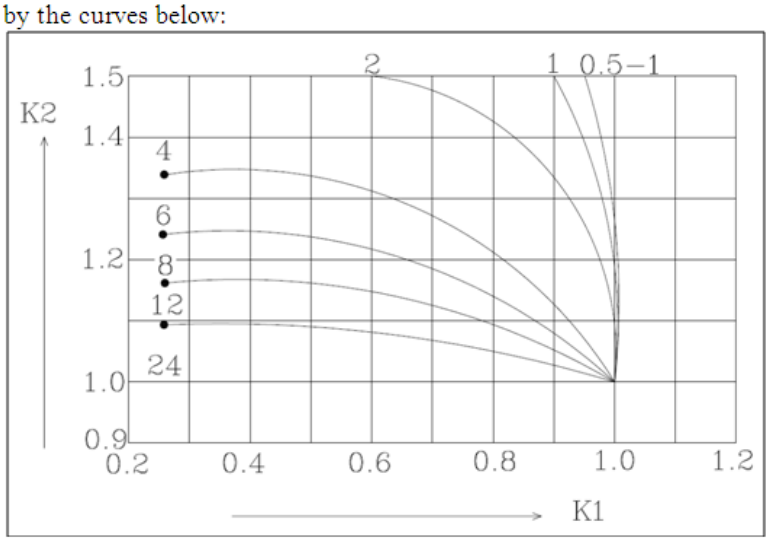
	K_1 = 0.25	**K_1 = 0.50**	**K_1 = 0.70**	**K_1 = 0.80**	**K_1 = 0.90**	**K_1 = 1.00**
t = 0.5	+	+	**1.93**	**1.83**	**1.69**	1.00
t = 1	**1.89**	**1.80**	**1.70**	**1.62**	1.50	1.00
t = 2	**1.59**	**1.53**	1.46	1.41	1.32	1.00
t = 4	1.34	1.31	1.27	1.24	1.10	1.00
t = 6	1.23	1.21	1.10	1.16	1.12	1.00
t = 8	1.16	1.15	1.13	1.12	1.09	1.00
t = 12	1.10	1.09	1.00	1.07	1.05	1.00
t = 24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ONAN and ONAF transformer : Θ_a = 20 ºC

Note

In normal cyclic duty the value of K_2 should not be greater than 1.5. the values or K_2 greater than 1.5, underlined, apply to emergency duties
The + sign indicates that K_2 is higher than 2.0.

Assuming the same service life as for continuous operations at rated power and at an ambient air temperature of 20° C, the transformers may be subjected to a load cycle as shown by the curves below:



The curves air in accordance with the IEC recommendation of 1972 which permits a hot-spot temperature in the windings of 140° C

In which :

K1 : initial load referred to rating
K2 : max, permissible load referred to rating
I : duration of K2 in h

Note:
In certain Cases the permissible overload obtained from the above carves may be limited by the tap changer and bushings, therefore if it is intended to opera in the Transformer with a load cycle involving overloads, the height of the latter and the nature of the load cycle should be stated

شكل (٢-٤٦) قيم هذه المكونات لبعض المواد المقاومة للحريق

٢-٢-٣-١٠ مقاومة الحريق (Fire Resistance)

تعتبر المحولات الجافة والمغمورة (عدا الزيوت المعدنية) مقاومة للحريق ولكن ذلك لا يعني أن تلك المواد غير قابلة للإحتراق رغما عن أن لهذه المواد نقطة إشتعال (وهي درجة الحرارة التي يتم عندها الإحتراق المستمر للمادة عندما تتعرض للهب عند سطحها) ويعتبر العامل المهم عند الأخذ في الاعتبار مقاومة المادة للحريق وأن تكون نقطة الاشتعال للمادة أعلي بكثير من أقصي درجة حرارة يمكن الوصول إليها لمحول يعمل عند أقصي تحميل له في ظروف جوية محيطة.

يبين الجدول رقم (٢-١١) نقطة الاشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق (بعد إستبعاد المركبات الكربونية لخطورتها علي البيئة) ويتضح منه عدم وجود فرق كبير بينها عدا العزل H الذي يمكن اعتباره عمليا مضاد للحريق. وعلي ذلك فيجب الأخذ في الاعتبار التأثير السام للأدخنة

المنبعثة نتيجة لإحتراق هذه المواد والخطر الناجم عن ذلك بالإضافة للمميزات الأخري عند مقارنة الأفضلية.

يعتبر معدل التخلص من الحرارة للمادة المحترقة عاملا" هاما" حيث أنه يتوقف عليه حجم وطبيعة مأوي المحولات ويتكون هذا المعدل من مكونين أحدهما توصيلي والآخر إشعاعي والمكون الأول أكبر في القيمة ويعتبر مقياسا" لمدي التدمير الذي يلحق بأسقف مباني الإيواء لهذه المحولات بينما يبين المكون الثاني التاثير التدميري للحريق علي الحوائط والمهمات المحيطة بالمحول.

جدول (٢-١١) نقطة الأشتعال لبعض المواد المقاومة للحريق.

Material*	Fire point (ºC)
Silicone liquid	360
Midel 7131	310
Cast resien	350
Class (II)	+

* For comparison purposcs mineral oil is 170ºC Askarel is non-flammable
\+ These designs are virtually lire proof

جدول (٢-١٢) قيم معدلات التخلص من الحرارة لبعض المواد المقاومة للحريق.

Material	RHR	
	Convactive (Kw/m)	Radiative (Kw/m)
Silicone 561	53	25
High fire point hydrocarbon	546	361
Epoxy resin	--	--

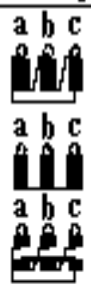
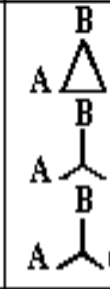
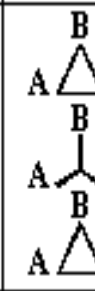
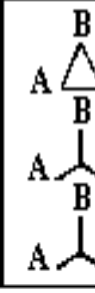
٢-٢-٣-١١ التوصيلات (Connections)

- يتم توصيل الملفات الثانوية لمحولات التوزيع وهي جانب الضغط المنخفض بتوصيلة ستار (Y) ومن ثم يتم تأريض النظام عن طريق نقطة التعادل وذلك حتي يمكن الحصول على الجهد الأحادي.
- ويتم توصيل الملفات الإبتدائية وهي جانب الضغط العالي يتوصيلة دلتا (Δ) حتي يمكن تلاش التوافقيات الثلاثية.

- التوصيلات الشائعة الإستخدام هي كالآتي طبقا" للإزاحة بين نفس الوجه فى الملفات الإبتدائية والثانوية Dy 11 , Dy5 Or Dy7 وتعتبر التوصيلة Dy11 أوما يماثلها هي الأكثر شيوعا" فى العالم.
- ويبين الشكل (٢-٤٧) هذه التوصيلات بالإضافة إلى التوصيلات الأخري الممكن الحصول عليها.

في هذا الشكل يؤخذ المتجه الخاص بملفات الضغط العالي كمتجه الأصل وينسب الوجه المماثل فى ملفات الضغط المنخفض إليه طبقا" لوضع عقارب الساعة.

- إختيار الإزاحة بين الوجه للملفات الإبتدائية (الضغط العالي) والثانوية (الضغط المنخفض) غير ذي أهمية فى حالة إستخدام محول واحد لشبكة المنطقة. ولكن إذا أشتملت الشبكة على أكثر من محول واحد فانه يجب أن تكون جميع المحولات لها نفس علاقة الوجه والا فانه لا يمكن أن تعمل هذه المحولات على التوازي أو تحويل التغذية للشبكة من محول إلى آخر.

Code	Connection	Symbols		Connections	
		Primary winding	Secondary winding	Primary winding	Secondary winding
0	Dd0				
	Yy0				
	Dz0				
5	Dy5				
	Yd5				
	Yz5				
6	Dd6				
	Yy6				
	Dz6				
11	Dy11				
	Yd11				
	Yz11				

شكل (٢-٤٧) مجموعات شائعه الأستخدام فى محولات التوزيع

٢-٢-٣-١٢ نهايات التوصيل (Terminals)

- تكون نهايات التوصيل للضغط المنخفض فى المحولات على هيئة جراب من راتنج الإيبوكسي يحوي مجموعة لقم توصيل تربط بها أطراف موصلات الكابلات بالمسامير.

- بالنسبة لنهايات التوصيل للضغط العالي فانها إما ان تكون عن طريق صندوق كابلات مملوء بالكومباوند فى حالة كابلات الضغط العالي المعزولة بالورق، أو صندوق كابلات هوائي فى حالة كابلات XLPE أو P.V.C تكون ذات جلب أو أكمام قابلة للإنكماش بالحرارة.

٢-٢-٣-١٣ تبريد المحولات (Cooling)

- تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٢-١٣) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز للدلالة على طريقة التبريد.
- أبسط طرق التبريد تكون عن طريق تبريد الملفات بالهواء الطبيعي الذي يمر فوق الأسطح الساخنة لملفات وقلب المحول حيث تنتقل الحرارة الى الهواء المحيط بالمحول عن طريق التوصيلة والإشعاع وتوصف هذه الطريقة بأنها طبيعية بالهواء (.A.N).
- للتغلب على العوائق التي تؤدي إلى تقليل إنتقال الحرارة من الملفات الى الهواء فإنه يتم إستخدام هواء مدفوع فوق هذه الملفات وذلك لتحسين إنسياب الحرارة وزيادة معدلات التبريد بدرجة محسوسة وتعرف هذه الطريقة بالهواء المدفوع (.A.F).
- يمكن الخلط بين هاتين الطريقتين فى حالة المحولات الجافة وذلك باستخدام التبريد الطبيعي بالهواء مع تشغيل مروحة أتوماتيكية فى حالة إرتفاع درجة الحرارة محولات عن حدودها المعتادة وتسمي هذه الطريقة (AN/AF).
- فى حالة المحولات المغمورة فى السائل فانه يجب إستخدام مجموعتين من الأحرف الأولي تصف طريقة تبريد الملفات والثانية لوصف طريقة تبريد سطح السائل. وعلى ذلك فانه فى حالة الملفات المغمورة فى الزيت لتبريدها طبيعيا وفى نفس الوقت فان هذا الزيت يبرد طبيعيا أيضا عن طريق الهواء فان الأحرف الدالة على ذلك هي ONAN وإذا كان الزيت يبرد عن طريق الهواء المدفوع فإن طريقة التبريد تكون ONAF ويمكن الخلط بين الطريقتين عن طريق تشغيل مروحة أوتوماتيكية لدفع الهواء فوق سطح السائل فى حالة زيادة درجة حرارة السائل عن حد معين وتعرف الطريقة بأنها ONAN / ONAF وبذلك يمكن زيادة قدرة نفس المحول بقيمة محسوسة.
- عند إستخدام طلمبة للمساعدة على سريان الزيت داخل المحول بالإضافة إلى مروحة لدفع الهواء فان الطريقة تصبح OFAF.
- فى حالة المحولات ذات القدرات١٥٠٠ ك.ف.أ. وأكثر فان الطريقة الطبيعية فى التبريد ONAN تحتاج إلى سطح تبريد أكبر بالنسبة لخزان الزيت من السطح العادي لهذا الخزان ،

ويمكن الحصول على هذا السطح الإضافي إما بإستخدام أنابيب ملحومة بجدران الخزان تحمل الزيت الساخن من أعلي الخزان إلى أسفله كما كان يستخدم فى الماضي أو بإستخدام ألواح التبريد المماثلة لتلك المستخدمة للمياه الساخنة التى توضع عليه هيئة مجموعات(Banks) على جانبي الخزان لرفع كفاءة التبريد وتقليل التكلفة عنها فى حالة إستخدام الأنابيب. وتستخدم فى الوقت الحالي خزانات زيت مصنوعة من ألواح الصاج الرفيعة (١,٢مم) عميقة التعريج للحصول على أعلي كفاءة تبريد طبيعية لزيت التبريد الخاص بالمحولات.

جدول (٢-١٣) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز لدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

Kind of Cooling medium	**Sympol**
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non- Flammable synthetic insulating liquid.	L
Gas	G
Water	W
Air	A
Kind of Circulation	
Natural .	N
Forced (Oil not directed).	F
Forced – directed Oil.	D

٢-٢-٣-١٤ تهوية مأوي المحولات (Ventilation of transformer enclosure)

- المحولات التي تعمل داخل مكان مغلق من المحتم أن تصل إلى درجة حرارة أعلي عند نفس الحمل من تلك التى تعمل فى الهواء الطلق. وعلى ذلك فمن الضروري لإطالة عمر المحولات أن تؤخذ هذه الحقيقة فى الإعتبار ويتم عمل الترتيبات اللازمة عند تصميم غرف المحولات لان تكون هذه الزيادة فى درجة الحرارة محدودة.
- يجب عمل الموازنة بين مميزات إستخدام مراوح تهوية لهذه الغرف فى الحد من مشكلة إرتفاع درجة الحرارة وبين مميزات التهوية الطبيعية التى لا تعتمد على كفاءة أداء وصيانة هذه المراوح وما ينتج عن توقفها المفاجئ من أخطار.

- الزيادة فى درجة الحرارة لغرف المحولات تتوقف على الآتي:

أ- الفواقد الكلية للمحول.

ب- المساحة الصافية لفتحات التهوية (دخول وخروج)

جـ- المسافة الرأسية الفعالة بين فتحات الدخول والخروج للتهوية.

- الوضع المثالي لفتحة دخول التهوية يكون منخفضا وأسفل خط التماثل C.L لرديياتير المحول مع وضع المحول أقرب ما يمكن منها.
- فتحة خروج التهوية تكون عالية ويراعي ألا تكون فوق المحول مباشرة بل توضع في الحائط البعيد عن فتحة الدخول بحيث يمر الهواء البارد فوق المحول أثناء مروره من فتحه الدخول إلى فتحه الخروج.
- أقل ارتفاع لتفحة الخروج عن فتحة الدخول يكون في الحالة المثالية مساويا" مرة ونصف إرتفاع المحول.
- تحسب المساحة الصافية لفتحة الدخول أو فتحة الخروج من العلاقة التجريبية الأتية:

$$\mathbf{A = 0.06P}$$

حيث:

P = الفقد الكلي المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات.

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

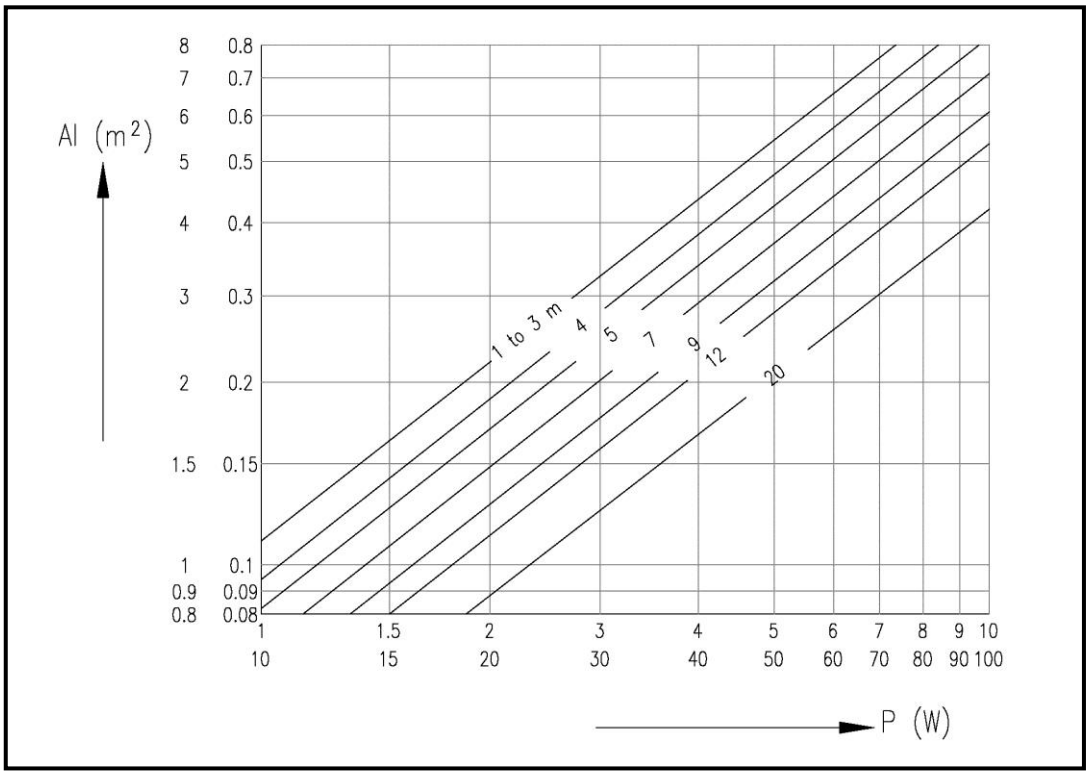
- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لا تزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧-٨ درجات مئوية.

والشكل رقم (٢-٤٨) يوضح نوموجرام تحديد مساحتي دخول وخروج الهواء.

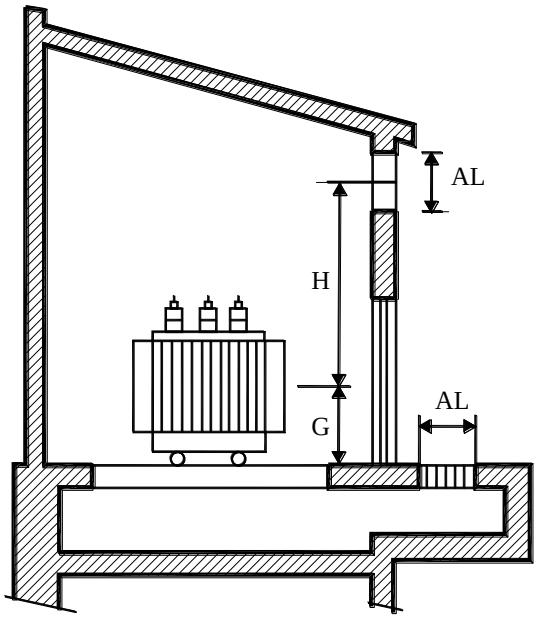
والشكل رقم (٢-٤٩) يوضح تركيب المحولات فى مأوي مغلق.

٢-٢-٣-١٥ قوة (شدة) العزل للمحولات (Insulation Strength)

يتم إختبار مستوي قوة العزل للمحولات والتى يجب أن تؤخذ فى الإعتبار عند التصميم عند مستوي ٧٥ كيلو فولت للمحولات التي تركب داخل الغرف ويتم توصيل التيار الكهربي لها عن طريق كابلات . وعند مستوي ٩٥ كيلو فولت للمحولات التى تركب على الأعمدة أو خارج المباني ويتم توصيل التيار الكهربي لها عن طريق الخطوط الهوائية.



شكل (٢-٤٨) نوموجرام تحديد مساحة فتحتي دخول وخروج الهواء للمحول



شكل (٢-٤٩) تركيب المحولات في مأوى مغلق

٢-٢-٣-١٦ تشغيل المحولات علي التوزاي (Parallel Operation)

يعني التشغيل المرضي للمحولات على التوازي أن يحمل كل محول نصيبه من الحمل حسب القدرة المقننة له ولتحقق هذا الشرط فإنة يلزم أن تكون المحولات الموصلة على التوزاي متساوية في الآتي:

- نفس النسبة التحويلية للجهد.
- نفس إزاحة الوجه.
- نفس قيمة الممانعة.

وعلي ذلك فإن أي محولين من المحولات ثلاثية الأوجة والتي لها خواص متماثلة ولها أيضا نفس رموز التوصيل يمكن أن تعملا معا على التوزاي (مثال ذلك فأن التوصيلتين Dy11 و Yd11 يمكن أن تعملا معا علي التوزاي بإمان).

تحكم قيمة الممانعة نسبة المشاركة في الحمل الكلي التي يتحملها كل محول ويجب في هذه الحالة أن تكون مقاومة كل وحدة متماثلة.

هناك نقاط أخري يجب أخذها في الإعتبار عند التشغيل علي التوزاي وهي:

أ- يمكن أن تتغير الممانعة للمحولات بين ± ١٠ % من القيمة المضمونة طبقا" لإختبار الممانعة. وعلي ذلك فإنة يمكن وجود محوليين بهما نفس قيمة الممانعة طبقا" للإختبار رغم اختلافهما في الممانعة بما يقرب من ٢٠ %.

ب- طول ونوع الكابل المستخدم في توصيل المحول يجب أخذه في الإعتبار عند حساب الممانعة في حالة إدخال محول جديد علي التوزاي إذا ما كان هذا المحول في موقع بعيد عن المحولات العاملة.

ت- بالنسبة للمحولات التي لها نظام تقسيم لمدي يزيد عن ١٠ % فإنها تحتاج إلي أخذ التغيير فى الممانعة خلال هذا المدي.

ث- علاوة على ماسبق فإنه يوجد تفاوت كبير بين منتجي المحولات من حيث ترتيب الملفات الخاصة بها مما بترتب عليه تغيير ملحوظ في خواص المحول.

٢-٢-٣-١٧ حماية المحولات (Tranformers Protection)

تزود المحولات بالحمايات الآتية :

أ - الحماية ضد التفاوت (Differential Protection)

الحماية ضد التفاوت تستند على قاعدة المقارنة بين التيارات الإبتدائية والثانوية للمحول وفى حالة حدوث خلل فى التوازن فإن ذلك يعني حدوث عطل خارجي عن المحول. وحيث أن توصيل ملفات المحول الإبتدائية والثانوية تختلف عادة فيجب أن يتم معادلتها عن طريق توصيل محولات تيار (CTS) مناسبة.

ب - الحماية عند عطل الأرضي المقيد (Restricted Earth Fault Protection)

يتم تحميع الملفات الثانوية لمحولات التيار (CTS) الثلاثية علي كل جانب من ملفات المحول مع مرحل (Relay) يوصل عبرها ويوصل محول تيار (CT) رابع علي نقطة التعادل neutral للملفات الموصلة علي هيئة T وتعمل المرحلات فقط في حالة وجود عطل أرضي داخلي حيث أنه في هذه الظروف فقط فان خرج محولات التيار لا تعطي مجموع صفر مما يتسبب في سريان تيار في دائرة المرحلة.

جـ- الحماية ضد عطل الأرضي غير المقيد (Unrestricted Earth Fault Protection)

يعطي محول تيار CT واحد مركب علي نقطة التعادل للملفات الموصلة علي هيئة مقياسا للحماية ضد عطل الأرضي ولكن المرحل في هذه الحالة يعمل أيضا في حالة حدوث اعطال خارج المحول.

د – الحماية ضد زيادة الحمل (التيار) (Over Current Prtection)

يجب ضبط أوضاع مرحل زيادة الحمل بحيث يمكن تمييز الحماية في جانب الحمل للمحول (وليس لحماية الشبكة وراء المحول).

هـ- مرحل الغاز والزيت (بوخلز) Gas and Oil Relay

يتم تركيب مرحل موخلز في الأنبوبة الموصلة بين خزان الزيت الرئيسي للمحول وخزان الإستعواض ويوجد عادة في المحولات المغمورة في الزيت ذات القدرة من ١٥٠٠ ك.ف.أ فأكثر ويزود المرحل بعوامتين تحملان مفاتيح Switches إما أن تكون مفتوحة في الوضع العادي أو مغلقة في الوضع العادي تعمل إحدي العوامتين عندما يصل منسوب الزيت في خزان الإستعواض وبالتالي المرحل إلي منسوب منخفض غير مرغوب ويتم توصيل المفتاح عند المنسوب المنخفض عادة بدائرة إنذار تعطي تحذيرا عند إنخفاض منسوب الزيت في المحول وتعمل العوامة الأخري عندما يكون هناك إنبعاث مفاجيء للغاز داخل المحول وذلك في حالة وجود عطل خطير أو احتراق في ملفات المحول وتوصل ملامسات المفتاح في هذه العوامة عادة إلي دائرة لقط Trip Circuit في لوحة التشغيل الخاصة بالمحول والتي تقوم بفصل المحول عن منبع التيار ويجب الأخذ في الاعتبار إنه عند بدء تشغيل المحول فإنه ينبعث عادة بعض الغاز الناتج عن فقاقيع الهواء الموجودة بالزيت والتي قد تعمل علي تشغيل مرحل بوخلز وإعطاء إنذار زائف.

و- أجهزة تنفيث الضغط (Pressure – Relief Devices)

يركب الجهاز علي غطاء أوجدران الخزان الرئيسي للمحول ويعمل عندما يزيد الضغط داخل الخزان حيث تفتح اللقم الحاكمة Seal Snaps مما يتيح تفريغ الغاز المستجمع من خلال فوهة متسعة بمعدل يصل إلي ٢٨٣ م^{٣} / دقيقة.

ز – مبينات درجة حرارة الملفات Winding Temperature Indicators

حيث أنه يتعذر قياس درجة حرارة الملفات بالتلامس المباشر لموصلات هذه الملفات فإن مبين درجة حرارة الملفات يمكن إعتبارة مؤشرا أقرب إلي الدقة وذلك خلال شريحة ضيقة لتحميل المحول.

هناك نوعان رئيسيان لبيان درجة حرارة الملفات :

أ- الطريقة المباشر حيث توضع مجسات الجهاز أقرب ما يمكن من ملفات الضغط المنخفض
ب- الطريقة غير المباشرة حيث يقوم جهاز للصورة الحرارية بتمثيل أو تقليد الفارق في درجة الحرارة بين الملفات واعلي منسوب الزيت .

وتستخدم الطريقة (أ) في أغلب الأحيان مع المحولات الجافة حيث تسمح ممرات التبريد الواسعة بوضع مجسات الجهاز الحرارية بحيث لا تتلف عوازل مجموعة ملفات المحول.

- تستخدم الطريقة غير المباشرة تركيبة قياسية مكونة من مبين لدرجة الحرارة ذو قرص بمؤشر ومحول تيار (CT) مركب علي التوصيلة الحية لإحد ملفات المحول حيث يمر التيار المقابل من ملفة الثانوي إلي ملف حراري ملفوف علي المخدات الخاصة بجهاز القياس . وتقوم بمقاومة معايرة بضط التيار في الملف الحراري إلي قيمة تنتج الفارق الصحيح بين الملفات والزيت.
- هناك طرق أخري مناسبة للمحولات الكبيرة. حيث يتم إستخدام مقاومة بلاتينية قياسية مقدراها ١٠٠ أوم كمجس تثبت أقرب ما يمكن لمفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التي تتغير بتغيير درجة حرارة الملفات.
- يتم توصيل مبينات درجة الحرارة إلي دوائر إنذار أوفصل ويمكن أيضا توصيلها إلي ثلاثة أوأربع مفاتيح لتشغيل مراوح أوطلمبات للهواء المدفوع لدورة تبريد خارجية للمحولات.

٢-٢-٤ الكابلات الكهربائية

٢-٢-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره

عند مرور تيار كهربي خلال موصل الكابل تتولد حرارة في هذا الموصل وتتناسب كمية الحرارة المتولدة في وحدة الزمن مع حاصل ضرب مربع شدة التيار المار في الموصل مضروبا" في مقاومة الموصل.

وعلي ذلك فإن:

$$\frac{w}{t} = I^2 R \quad \text{.....} \quad (1)$$

حيث :

$\frac{w}{t}$ = كمية الحرارة المتولدة فى وحدة الزمن (وات / ثانية).

I = التيار المار فى الموصل (أمبير).

R = مقاومة الموصل (أوم).

- الحرارة المتولدة ترفع درجة حرارة الموصل وينتج عن ذلك فرق فى درجة الحرارة بالمقارنة مع درجة حرارة الوسط المحيط بالموصل (هواء أو أرض) حيث تنساب الحرارة المتولدة خلال المواد المغلقة لموصل الكابل.
- تتناسب كمية الحرارة المنسابة فى الثانية مع الفرق فى درجة الحرارة الناتج عن مرور التيار ويتبع ذلك أن الفرق فى درجة الحرارة ΔT عند شدة تيار معينة تتزايد حتى يمكن الوصول إلى توازن فى درجة الحرارة عند نقطة تكون فيها الحرارة المنسابة إلى الوسط المحيط فى وحدة الزمن مساوية لكمية الحرارة المتولدة فى الموصل.

أى أن :

$$\theta = \frac{w}{t} \quad \text{.....} \quad (2)$$

حيث :

θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

- بتطبيق قانون أوم فإن الإنسياب الحرارى يمكن أخذه كالآتى:

$$\theta = \frac{\Delta T}{Rth} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

حيث R_{th} هى المقاومة الحرارية للموصل (الأوم الحرارى) وتحسب بالدرجة المئوية/الوات.

وتتكون المقاومة الحرارية من مقاومة حرارية داخلية (R_{thi}) من الموصل إلى السطح الخارجى للكابل ومقاومة حرارية خارجية (R_{the}) من السطح الخارجى للكابل إلى الوسط المحيط.

- عند الوصول إلى التوازن فى درجة الحرارة وبتطبيق العلاقات (3) , (2) , (1) فإن:

$$I^2 R = \frac{\Delta T}{Rthi + Rthe}$$

أو:

$$\Delta T = \mathbf{I^2 R \ (Rthi + Rthe)} \ldots\ldots \quad (4)$$

ملاحظة:

في حالة التيار المتردد فإنة يجب حساب الممانعة Impedance الخاصة بالموصل وكذلك التيارات التأثيرية في الأغلفة المعدنية إلا أنه لتسهيل الحسابات فإنة يمكن استخدام العلاقة (4) لإعطاء نتائج مقبولة وكافية من الناحية العملية.

تحدد خواص مواد العزل المستخدمة في الكابلات أقصي درجة للحرارة يسمح أن يصل إليها الموصل ومن ثم فان الفرق في درجة الحرارة بين الوسط المحيط بالكامل والموصل تكون مقيدة وهذا يمكن تحقيقه فقط بتقييد توليد الحرارة داخل الموصل وبمراعاة العلاقة (4) فإن القيمة I^2R.

يجب أن تخفض وهذا يمكن تحقيقة بواسطة الآتى:

أ- تقييد قيمة المقاومة R للموصل بإختيار موصل ذو مساحة مقطع كبيرة بدرجة كافية.
ب-تقييد أقصي شدة تيار مسموح بها I_{max} عند مساحة مقطع محددة للموصل.

- المقاومة الحرارية الداخلية R_{the} تعتمد على بنية الكابل ويمكن حسابها من أبعاد الكابل والمقاومة النوعية للمواد المستخدمة فى العزل والتغليف ، والمقاومة الحرارية الخارجية R_{the} للكابل تعتمد على عدد كبير من العوامل الخارجية ذات التأثير على عملية الانتقال الحراري.
- تحديد التيار المسموح بمروره فى الكابل يعتريه صعوبات لا ترتبط فقط بالكابل نفسه ولكن أيضا بمعدل إنسياب الحرارة θ وهي مشاكل تبريد أساسا" ويمكن تجنب هذه الصعوبات فى الكابلات العادية المستخدمة على نطاق إقتصادي بواسطة إيجاد التيار المسموح بمروره باستخدام قواعد تسري فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها باستخدام قواعد تسري فى الظروف المعتادة وقد تم وضع جداول لمقننات التيار المسموح بمرورها فى المقاطع القياسية للكابلات تم إيجادها بهذه الطريقة.

وتطبق نفس هذه الجداول على كابلات الضغط المنخفض دون اعتبار لمادة العزل المستخدمة.

- يجب التمييز بين نوعين من نظم التركيب للكابلات:-

- كابلات ممدة فى الهواء.
- كابلات ممدة فى الأرض.

وقد تم أخذ المبدأ فى جداول التيار المقنن المسموح بمروره فى الكابلات.

- اقصي تيار مسموح بمروره لكل مساحة مقطع للموصلات النحاسية قد تم وضعه بحيث أن الفرق فى درجة الحرارة بين الموصل والوسط المحيط ΔT فى حالة التشغيل العادي لا تتجاوز ٣٥م ومن ثم فانه فى درجة حرارة للجو ٢٥° بالنسبة للكابلات الممدة فى الهواء فان درجة حرارة الموصل تكون على الأكثر ٦٠° م ذلك بالنسبة للكابلات المعزولة بالـ .p.V.C
- يجب ملاحظة أن مادة العزل يمكن أن تؤثر على درجة الحرارة للكابل حيث تزيد درجة الحرارة بزيادة المقاومة الحرارية لهذه المادة.

وقد تم وضع جداول خاصة للتيار المقنن لكابلات الضغط المنخفض بعزل من نوع XLPE على أساس أقصي درجة حرارة للموصل النحاسي ٨٥°م.

- يوضح الجدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C. والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة P.V.C. والممدة فى الارض.
- يوضح الجدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة فى الارض .
- يوضح الجدول (٢-١٨) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XLPE فى درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م.

٢-٢-٤-٢ معاملات الخفض (Derating Factors)

عندما يكون تبريد الكابل معاقا" بدرجة ما فان التيار المسموح بمروره بهذا الكابل يجب أن يخفض وذلك لمنع الموصل من الوصول الي درجة حرارة عالية أكثر من الحدود المقررة لنوع العزل المستخدم.

والعوامل التى تعوق التبريد بالمعدل المعتاد هى:

- الارتفاع فى درجة حرارة الوسط المحيط
- تأثير الكابلات المجاورة والتى يمر بها تيار كهربي سواء كان تمديد الكابلات على حوائط أو سراير أو فى الأرض.
- قلة الرطوبة بالأرض الممد بها الكابلات.
- محيط الكابل موضوع كليا أو جزئيا على بكرة أو اسطوانة.

وفى جميع هذه الحالات فان أقصي حد لمقننات التيار المسموح بها فى الجداول يجب ان تخفض بنسبة معينة.

- يستخدم الجدول (٢-١٩) كدليل عملي لمعاملات الخفض فى حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط أو تأثير مجموعات الكابلات وكذلك الاختلاف فى المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة بها وتأثير لف الكابلات على البكرات.
- وفي حالة وجود أكثر من عامل مؤثر فى آن واحد فانه يتم الآخذ فى الاعتبار عوامل الخفض المقابلة لها لجميع هذه المؤثرات فى الحساب.
- يجب الاحتياط فى حالة تركيب أكثر من كابل في خندق أو فاروغة واحدة حيث يكون من الصعب توقع درجة التهوية ومن ثم تحديد معامل الخفض بدقة.

جدول (٢-١٤) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة PVC والممدة في الهواء

Current ratings and protection for cables laid in air with rubber, PVCX or paper insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition). Art. 152'

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single–core cables		Twin–core Cables		There and four core Cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm^2	A	A	A	A	A	A
1.5	27	25	24	20	20	16
2.5	40	35	31	25	27	25
4	52	50	40	35	36	35
6	65	63	52	50	46	35
10	88	80	72	63	62	50
16	115	100	96	80	80	63
25	150	125	--	--	105	100
35	185	160	--	--	125	100
50	230	200	--	--	155	125
70	280	250	--	--	195	160
95	335	315	--	--	235	225
120	385	355	--	--	270	250
150	440	400	--	--	310	250
185	500	450	--	--	345	315
240	585	500	--	--	385	355
300	670	630	--	--	425	400
400	790	710	--	--	490	450
500	900	800	--	--	--	--
625	1040	1000	--	--	--	--
800	1200	--	--	--	--	--
1000	1360	--	--	--	--	--

جدول (٢-١٥) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة PVC والممدة في الأرض

Current ratings and protection for cables laid in the ground with rubber, PVC or paper insulated conductors, in accordance with NEN 1010 (2nd edition). Art. 153'

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single–core cables		Twin–core Cables		There and four core Cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm^2	A	A	A	A	A	A
1.5	34	35	30	25	25	20
2.5	50	50	38	35	35	35
4	65	63	50	50	45	35
6	82	80	65	63	57	50
10	110	100	90	80	76	63
16	145	125	120	100	100	80
25	190	160	--	--	130	125
35	230	225	--	--	155	125
50	205	250	--	--	195	160
70	350	315	--	--	245	225
95	420	400	--	--	295	280
120	480	450	--	--	340	315
150	550	500	--	--	385	355
185	625	500	--	--	430	400
240	730	710	--	--	480	400
300	835	710	--	--	580	500
400	985	900	--	--	615	500
500	1130	1000	--	--	--	--
625	1300	--	--	--	--	--
800	1500	--	--	--	--	--
1000	1700	--	--	--	--	--

جدول (٢-١٦) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة في الهواء

Current ridings and protection for cables laid in air with (cross – Linked polyethylene) insulated conductors						
Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single–core cables		Twin–core Cables		There and four core Cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm^2	A	A	A	A	A	A
1.5	30	25	30	25	25	20
2.5	45	35	40	35	35	25
4	55	50	52	50	45	35
10	75	62	70	63	60	50
6	100	80	95	80	80	63
16	135	100	125	100	105	80
25	185	160	--	--	135	100
35	225	200	--	--	165	125
50	270	250	--	--	205	160
70	340	315	--	--	255	200
95	400	355	--	--	310	250
120	480	400	--	--	355	315
150	550	450	--	--	405	355
185	615	500	--	--	450	400
240	745	630	--	--	505	450
300	850	710	--	--	--	--
400	1000	800	--	--	--	--

جدول (٢-١٧) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة في الأرض

Current ratings and protection for cables laid in the ground with cross linked polyethylene) insulated conductors

Nominal cross geoclinal area of copper conductor	Single–core cables		Twin–core Cables		There and four core Cables	
	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse	Current rating	Highest nominal value of the fuse
mm^2	A	A	A	A	A	A
1.5	43	35	38	25	31	25
2.5	63	50	48	35	44	35
4	82	63	63	50	57	50
6	103	80	82	63	72	63
10	138	125	113	100	96	80
16	182	160	151	125	126	100
25	240	200	--	--	163	125
35	290	250	--	--	195	160
50	360	315	--	--	245	200
70	440	355	--	--	310	250
95	530	450	--	--	370	315
120	600	500	--	--	430	355
150	690	630	--	--	485	400
185	790	710	--	--	540	450
240	920	800	--	--	600	500
300	1050	900	--	--	670	630
400	1240	1000	--	--	775	710
500	1420	--	--	--	--	--

جدول (٢-١٨) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE أو PVC في درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م.

Current rating in multi-core cables laid in air at an ambient temperature of 25°C				
Number of cores	Current per core in A			
	Rubber or PVC – Insulated cables		(XLPE) Insulated cables	
	1.5 mm^2	2.5 mm^2	1.5 mm^2	2.5 mm^2
6	15	21	18	25
7	14	19	17	24
8	13	18	16	23
10	12	16	14	20
12	11	15	13	19
14	10	14	12	18
16	10	13	12	17
19	9	12	11	16
24	8	11	10	14
30	7	10	9	13
37	7	8	8	11

٢-٤-٣ الفقد فى الجهد (Voltage Drop)

يقصد بالفقد فى الجهد فى الكابل الفرق فى قيمة الجهد المقاس عند بداية ونهاية الكابل.

وينص على الفقد المسموح به بنسبة مئوية من جهد الدائرة المقنن وتؤخذ كالتالي:

بحد أقصي ٥٪ لنظم الانارة.

وبحد أقصي ٢٪ لنظم القوي.

جدول (٢-١٩) دليل عملي لمعاملات الخفض في حالات إرتفاع درجة حرارة الوسط المحيط – تأثير مجموعة الكابلات – المقاومة الحرارية للتربة نتيجة تغير نسبة الرطوبة – تأثير لف الكابلات على البكرات.

De-rating factors for the variation in ambient temperature exceeding 25°C

Temperature (°C)			25	30	35	40	45	50	60	70
De-rating factor	XLPE	11	1	0.95	0.91	0.87	0.82	0.76	0.65	0.50
De-rating factor	PVC	12	1	0.93	0.85	0.76	0.65	0.50		

De-rating factors for grouping of cables lay in air

Number of cables			2	3	4	5	6
Clearance equal to cable diameter	XLPE	13	0.94	0.90	0.87	0.85	0.83
Cables type	PVC	14	0.81	0.78	0.77	0.75	0.73

De-rating factors for grouping of cables laid direct in the ground (depth up to 70 cm, distance between cables up to 10 cm)

Number of cores and size of the conductor				Number of cables							
Single Core	Three and four cores			2	3	4	5	6	7	8	9
		15	XLPE and PVC	0.90	0.82	0.78	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
		16		0.88	0.80	0.75	0.71	0.68	0.66	0.64	0.62
		17		0.87	0.78	0.72	0.68	0.64	0.62	0.60	0.58

De-rating factors for variation to the heat resistivity of the soil

Specific heat resistivity of the soil (°C.cm/W)			50 (damp)	100	150	200 (very day)
De-rating factor	XLPE and PVC	18	1	0.8	0.7	0.6

De-rating factors for cables on racks

Number layers on racks			1	2	3	4	5
De-rating factor	XLPE and PVC	19	0.56	0.38	0.32	0.27	0.24

ويمكن حساب الفقد في الجهد بصورة دقيقة من المخطط المتجهي للدائرة وفى معظم الحالات فان الحساب الدقيق ليس ضروريا ويكتفي بالتحديد التقريبي على الوجه الآتي:

أ – بالنسبة للتيار المستمر

$$\Delta \upsilon = 2.I.l. \frac{r}{1000}$$

حيث :

$\Delta \upsilon$: الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين الأقطاب).

I : التيار المقنن بالآمبير.

l : طول الكابل بالمتر.

r : مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر.

ب – بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta \upsilon = 2.I.l. \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث :

$\Delta \upsilon$: الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت.

(مقاس بين الوجه ونقطة التعادل).

I : التيار المقنن بالآمبير.

l : طول الكابل بالمتر.

r : مقاومة الكابل بالأوم / الكيلومتر.

$\cos\phi$: معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل.

جـ- بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه.

$$\Delta\upsilon = \sqrt{3} I.l \frac{r\cos\phi}{1000}$$

حيث :

$\Delta\upsilon$: الفقد فى الجهد بين بداية ونهاية الكابل بالفولت (مقاس بين موصلات نفس الوجه).

I : التيار المقنن بالأمبير

l : طول الكابل بالمتر

r : مقاومة الكابل بالأوم /الكيلومتر

$\cos\phi$: معامل القدرة للحمل الموصل على الكابل

ملاحظة : القيم المبينة أعلاه دقيقة بدرجة كافية عندما تكون الممانعة (χ) للكابل يمكن إهمالها بالنسبة الى مقاومة الكابل (r) وهى الحالة المعتادة مع الكابلات ذات مساحة المقطع التى لا تزيد عن ٧٠ مم^{٢}، أما بالنسبة للكابلات ذات مساحة المقطع الأكبر فأنه يتم حساب النزول فى الجهد كالآتى:

١ – بالنسبة للتيار المتردد أحادى الوجه

$$\Delta\upsilon = 2.I.l.\frac{r\cos\phi + \chi\sin\phi}{1000}$$

٢ – بالنسبة للتيار المتردد ثلاثى الأوجه

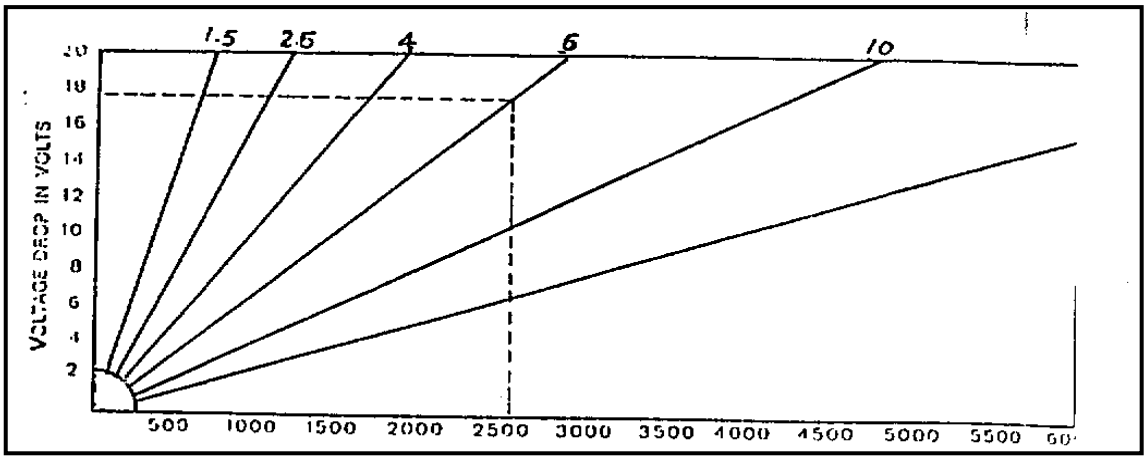
$$\Delta\upsilon = \sqrt{3}.I.l.\frac{r\cos\phi + \chi\sin\phi}{1000}$$

حيث :

χ : ممانعة الكابل بالأوم /الكيلومتر.

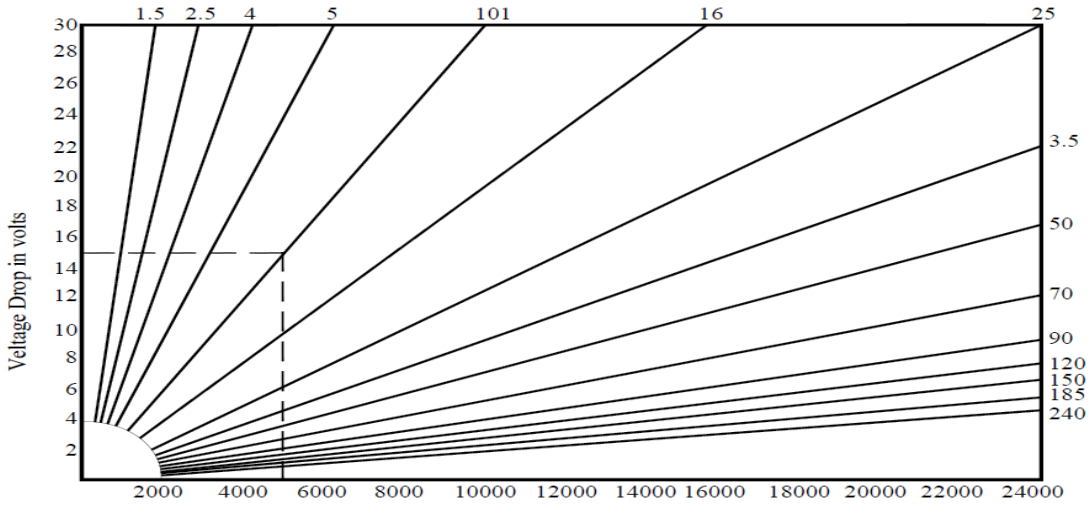
ويمكن أخذه 0.1 أوم /الكيلومتر.

للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٢-٥٠) ، (٢-٥١).



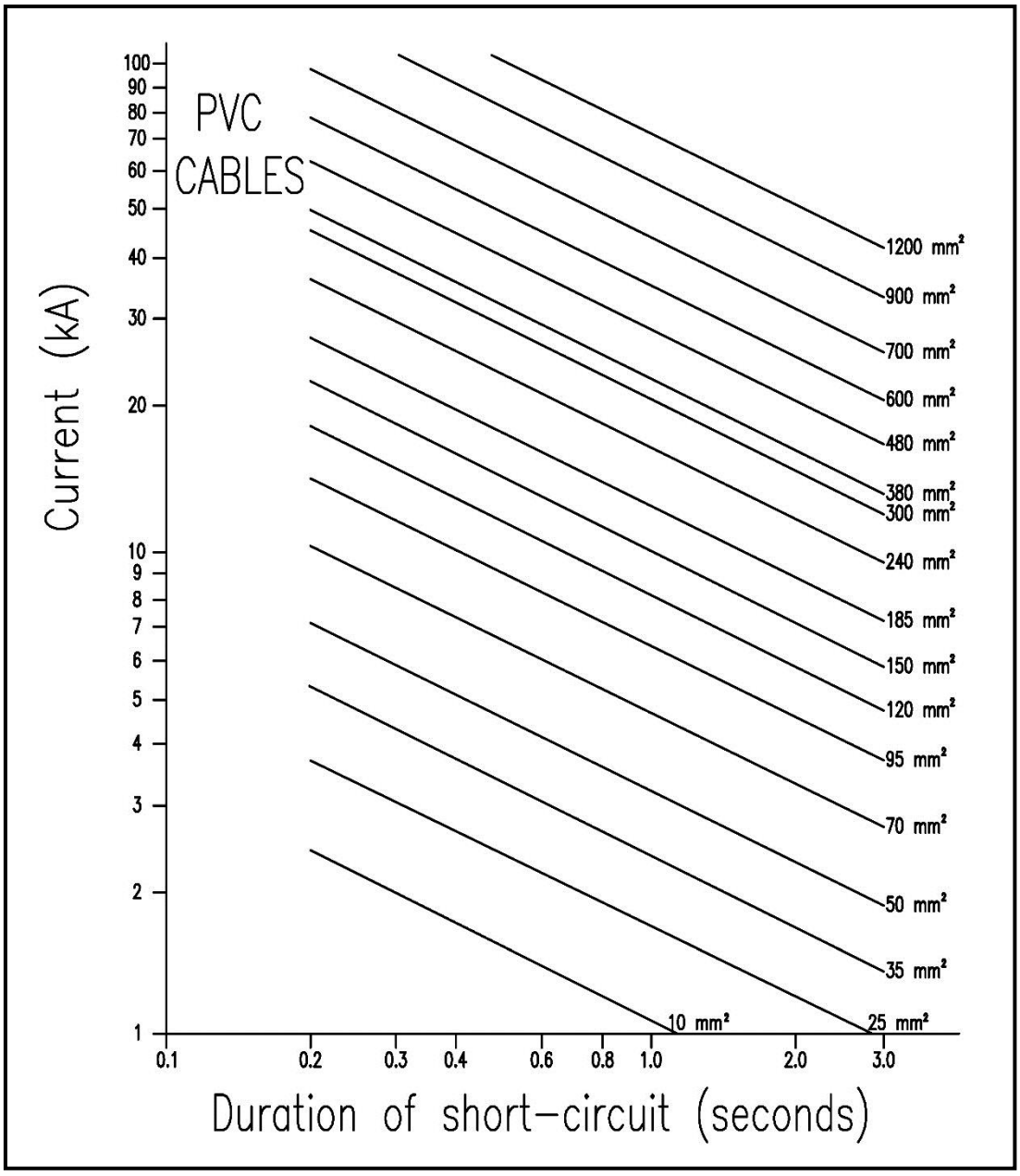
Product of current intensity and cable length in ampere meter

شكل (٢-٥٠) نوموجرام حساب الفقد في الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجه الواحد عند معامل قدرة واحد صحيح

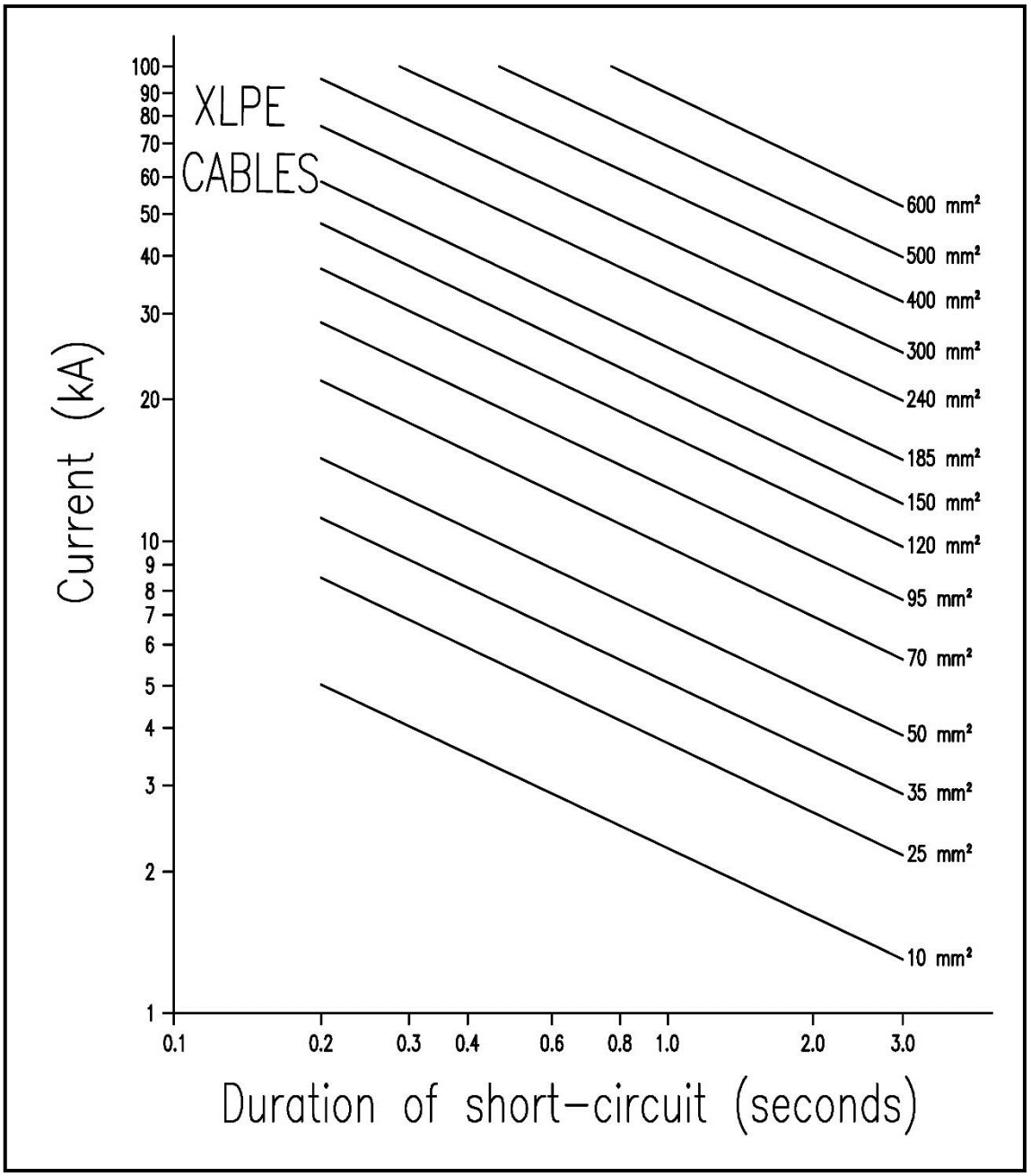


Product of current intensity and cable length in ampere meter

شكل (٢-٥١) نوموجرام حساب التنزيل في الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد ثلاثي الوجه عند معامل قدرة واحد صحيح



شكل (٢-٥٢) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)



شكل (٢-٥٣) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة XLPE (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)

٢-٢-٤-٤ تيار قصر الدائرة للكابلات

أ – تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ PVC

Thermal Short Circuit Rating of PVC

يتم حساب تيار القصر الحرارى المقنن منن العلاقة:

$$IK = \frac{109}{\sqrt{t}}.q$$

حيث :

IK : تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير

t : وقت مرور تيار القصر بالثانية

q : مساحة المقطع الأسمى للموصل النحاسى بالمم المربع

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة بين ٧٠ –١٥٠° م ويبين الشكل (2–52) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر والزمن ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ PVC بتطبيق العلاقة السابقة.

ب – تيار القصر الحرارى المقنن للكابلات المعزولة بالـ XLPE

Thermal Short Circuit Rating of XLPE

يتم حساب تيار القصر من العلاقة

$$IK = \frac{\sqrt{t}}{144}.q$$

حيث :

IK : تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير.

t : زمن مرور تيار القصر بالثانية.

q : مساحة مقطع الموصل الأسمى مم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ – ٢٥٠° م.

وبين الشكل (٣-٥٣) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XLPE بتطبيق العلاقة السابقة.

٢-٢-٥ محطه التوليد الكهربائي

مقدمة:

نظرا" لأهمية وضرورة إستمرارية الضخ لمحطة الرفع عند انقطاع تيار المدينة المغذى للمحطة. فلا بد من توافر مصدر كهرباء بديل لتشغيل المحطة وذلك بانشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءا" لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر. وأن يكون التصميم المعماري والإنشائي للمحطة مناسبا" للقدرات الاحتياطية المطلوبة وان يراعى تطبيق الكودات الخاصة بإنذار وإطفاء الحريق وكذلك اعمال التهوية في هذه المحطة.

٢-٢-٥-١ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل جميع الطلمبات والاجهزة العاملة بمحطة الرفع.

- حتى قدرة ٢٥٠ ك.ف.أ يفضل أن تكون الوحدة نقالي وتحت مظلة.

- أكبر من ٢٥٠ ك.ف.أ تكون الوحدة ثابتة وداخل مبنى.

- يتم حساب وحدات التوليد للمرحلة الأولى للمشروع مع الأخذ في الإعتبار تيار بدء التشغيل للمحركات.

٢-٢-٥-٢ عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقا للقدرات المطلوبة الإحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل محطة الرفع فإنه يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموازنة بين الناحية الإقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة.

٢-٢-٥-٢-١ تحسين معامل القدرة للأحمال

يرجع إلى الكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني – الأنظمة الخاصة – المجلد السادس.

٢-٢-٥-٢-٢ التوافقيات

يرجع إلى الكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ التوصيلات والتركيبات الكهربائية في المباني – الأنظمة الخاصة – المجلد السابع .

٢-٢-٥-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبة الإحتياطية لمحطة الرفع / عدد وحدات التوليد.

الدورة : رباعية الأشواط.

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطلمبة وقود مع شاحن هواء جبرى (turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقا" لموقع المحطة ومدى تتوفر مياه التبريد.

بادىء الإدراة : كهربائيا" أو بالهواء المضغوط.

ترتيب الأسطونات : طبقا" للقدرة والمساحة المتاحة يتم الإختيار إما صف أوحرف V.

سرعة الماكنية N : تحدد سرعة الماكنية باللفة / د. حسب قدرة محركات الديزل المطلوبة

وتؤخذ السرعات كالآتى:

للمحركات أقل من ٦٠٠ كيلو وات. تؤخذ ١٥٠٠ ل/ د

أكبرمن ٦٠٠ كيلو وات حتى ١٥٠٠ كيلو وات. تؤخذ ١٠٠٠ ل/ د

أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات حتى ٢٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/ د

أكبر من ٢٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٦٠٠ ل/ د

٢-٢-٥-٤ ملحقات محرك الديزل

مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالى٠,٠٧ م٣ / دقيقة / حصان فرملى من قدرة المحرك.
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل.
- عند استخدام شاحن هواء جبرى (turbo charger) يراعى توفر طول مستقيم لا يقل عن ٥ سم قبل توصيله مع مأخذ هواء المحرك.
- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالإضافة إلى عزل إهتزازات وضوضاء المحرك.

عادم المحرك (الشكمان)

- مراعاة العزل الحرارى لمواسير العادم ومخفض الصوت (الشكمان silencer) لحماية العاملين فى عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتى لا يؤثر على درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل.
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيدا" عن أي مواد قابلة للاشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم.
- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطره مرة ونصف قطر مواسير العادم على الأقل عند اختراقها الحوائط أو الجدارن أوالأسقف.
- نهاية مواسير العادم يتم شطفها بزاوية ٣٠ :٤٥ للتقليل من تكوين الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء وحمايتها من الأمطار.

تهوية العنبر

- يجب الاهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تودى إلى توفير من ٦% الى ١٠% من استهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة فى العنبر وتحسين إنتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر.
- يجب الحفاظ على تهوية العنبر عند درجة حرارة بحد أقصى ١٠ درجات زيادة عن درجة حرارة الجو المحيط بالعنبر وبما لا يتعدى ٣٨°م.

تبريد المحرك

- يجب إحتواء دورة التبريد على ثرموستات يسمح لهابالعمل بعد ٨٠°م للحفاظ على كفاءة المحرك عند بدأ التشغيل.
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين ٥ الى ٨°م
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين ٠,٢٥ الى ٠,٤٥ كجم / سم٢ وذلك للمحافظة على عدم تكوين بخار فى رديياتير وقميص تبريد المحرك.
- يجب أن تكون درجة الحرارة فى الجزء العلوى للرديياتير أقل من ١٠٠° لمنع التكهف فى طلمبة مياه التبريد وزيادة كفاءتها.
- سرعة مياه التبريد النقية بين ٠,٦م/ث و ٢,٥م/ث بينما تكون من ٠,٦م /ث إلى ١,٩ م/ث فى حالة إستخدام مياه عكرة غير نقية.
- يراعى نوعية مياه التبريد (نقية أوعكرة) عند تحديد السرعات فى مواسير دورة التبريد.

❖ ملحوظة: ما جاء عاليه بما لا يتعارض مع توصيات الجهات المصنعة.

٢-٢-٥-٥ نظام الوقود

التخزين الرئيسي

- يخزن الوقود فى خزانات كبيرة يكفى حجمها لتشغيل جميع ماكينات التواليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع الى أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أو القرب من مصادر التموين.
- يصنع خزان الوقود من ألواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود.

- يراعى أن تكون الخزانات الرئيسية أعلى سطح الأرض فى حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الارض عند عدم توافر المساحة السطحية اللازمة لها.

ويرجع إلى مواصفات كود معهد البترول الأمريكي API في هذا الشأن والإلتزام بما جاء به.

ملحقات الخزان

- ماسورة ملء الخزان، وتوضع بحيث تحقق عمليات التشغيل الآمن
- مواسير تهوية الخزان.
- فتحة القياس.
- صمام تصافى أسفل الخزان لسحب الرواسب على فترات.
- طلمبات كهربائية لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية إلى الخزانات اليومية بالإضافة إلى مضخة يدوية للعمل بها عند إنقطاع التيار الكهربائى
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير مجلفن) أوالصلب أوالنحاس.

التخزين اليومى

- يوضع الخزان اليومى فى عنبر محركات التوليد.
- أقطار مواسير سحب وارتجاع الوقود لا يقل عن اقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل أطوال المواسير.
- تزداد أقطار المواسير فى حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود، كذلك فى حالة إنخفاض درجة الحرارة.

الفلاتر (المرشحات)

- توضع الفلاتر لمنع رواسب الوقود التى تتسبب فى سد فوانى رشاشات حقن الوقود وطلمبات الحقن.
- تزود الفلاتر بمصافى سلكية بأبعاد ٠,٣ مم.
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢ فلتر مع وسيلة لتغيير إستخدام أي منها لتسهيل عملية تنظيف أو إستبدال الفلتر التالف أثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك.

٢-٢-٥-٦ نظم بدء إدارة محرك التوليد

يتم بدء إدارة محرك التوليد بإحدى طريقتين:

- كهربائيا" (بطارية + بادىء الحركة) للمحركات حتى قدرة ١٥٠٠ ك . وات.
- بالهواء المضغوط للمحركات ذات القدرة أكبر من ١٥٠٠ ك .وات.

بدء الإدارة كهربائيا"

يراعى إتباع النقاط التالية عند إستخدام هذه الطريقة :

- تفضل البطاريات الجافة ذات ألواح الرصاص الشائعة لقلة تكلفتها عن البطاريات النيكل كادميوم.
- يجب ألا تتعدى درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨°م للمحافظة على قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات.
- يجب إستعمال كابلات نحاس فى التوصيل بين البطاريات وبادىء الحركة.
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد. وذلك بالإضافة إلى مولد التيار المستمر الذى يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات.

بدء الإدارة بالهواء المضغوط:

- يراعى إتباع الآتى عند إستخدام هذه الطريقة:
- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧ كجم /سم٢ : ١٦ كجم / سم٢ من ضاغط هواء (كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم.
- يراعى أن يكون حجم خزانات الهواء طبقا" لكمية الهواء اللازمة للإدارة فى المرة الواحدة، وعدد مرات الإدارة وضغط الخزان والضغط الجوي. ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات.
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسى (الكومبرسور) بماكينة إحتراق داخلى تعمل إما بالبنزين أو الكيروسين أوالسولار.
- يجب توفر ضاغط هواء إحتياطى يعمل بمحرك كهربائى.

٢-٢-٥-٧ نظم الإنذار للحريق

- يؤمن مبنى المولدات ضد أخطار الحريق بواسطة نظم إنذار يدوى وآلى تغطى أجزاء المحطة ويتم تصميمها طبقاً للكود المصرى للوقاية من أخطار الحريق.
- نظم إطفاء الحريق:
- يزود مبنى المولدات بنظم الإطفاء المناسبة وحسب طبيعة الوحدات المختلفة للمبنى فيستخدم الغاز النظيف فى غرفة التشغيل والتحكم ويستخدم السائل الرغوى فى منطقة الوقود وغاز ثانى أكسيد الكربون للمحركات وفى كافة الأحوال يرجع إلى كود الحريق والمتطلبات اللازمة حسب الاشغالات.

٢-٣ التصميم المعماري والانشائي

٢-٣-١ الأعمال المعمارية

٢-٣-١-١ الموقع العام

يحب توزيع الوحدات بالموقع العام للروافع بطريقة تسمح بتوافر العناصر التالية:

١- الطرق الرئيسية والفرعية تكون بالعرض الذي يسمح بدخول وخروج السيارات وعمل المناورات اللازمة لذلك. مع مراعاة ربط مناسيب الطرق والارصفة مع المنشآت التي سيتم تنفيذها (ولا يقل عرضها عن ٤.٠٠ متر بخلاف الأرصفة).
٢- وجود غرفة الحارس والاستعلامات بجوار المدخل الرئيسي للرافع.
٣- توافر المسطحات الخضراء بين الوحدات.
٤- إنشاء المباني السكنية للعاملين في الروافع الموجودة بالمناطق النائية بعيدة عن وحدات الرافع، ويفضل أن يكون لها مدخل مستقل.
٥- يلزم تزويد الموقع بشبكات التغذية والري والصرف الصحي والكهرباء والانارة والاتصالات ومقاومة الحريق.
٦- وجود أماكن لانتظار السيارات.
٧- يلزم عمل سور مناسب لتأمين الموقع.
٨- يراعى عمل ميول للأرصفة لسهولة نقل وتشوين المعدات اللازمة في المحطة.

٩- يراعى في إرتفاع الأرصفة أن تكون مناسبة ولا تكون مرتفعة وذلك لإستخدامها عند الطواريء إذا لزم الأمر.

١٠- يراعى عمل غرفة أمن بجوار كل مدخل للمحطة.

١١- توفير مسطحات خضراء بالموقع العام للمحطة حسب المعدلات العالمية.

يراعى إختيار أنواع النباتات والأشجار في تنسيق الموقع والتي تعطي شكل جمالي وكذلك تمتص الروائح الكريهة بالمحطة يراعي توفير فراغات بالموقع وتوجيه وحدات المحطة بصورة تسمح الهواء بسهولة.

١٢- يراعى عمل حرم (مساحة خالية) حول المحطة وذلك لمراعاة البعد الأمني والبعد البيئي.

يراعى عمل خط كهرباء إضافي للمحطة وتوصيله بالوحدات الحيوية بالموقع ليكون بديلا" ويعمل أتوماتيكيا" عند حدوث أي عطل بخط الكهرباء العمومي للمحطة.

١٣- مراعاة الجانب الجمالي في تصميم المحطة والأسوار ونظم مراقبة الأمن، على أن يكون التصميم متسقا مع الطابع العام للمدينة من حيث الشكل والخامات المستخدمة في الإنشاء.

١٤- يتم تحديد مواصفات مواد التشطيب والخامات المستخدمة داخل وحدات المباني وخارجها وكذلك في الفراغات المفتوحة بالموقع طبقاً لإستخدامات كل فراغ.

١٥- يراعى بوجه عام إستخدام خامات من البيئة المحيطة بالمحطة ويفضل المواد الطبيعية التي يسهل صيانتها ولا تحتاج لصيانة على فترات قصيرة ولا تكون مكلفة.

٢-٣-١-٢ وحدات المشروع

فيما يلي توضيح بعض الشروط الواجب اتباعها عند تصميم بعض الوحدات والتي يراعي فيها الناحية الجمالية (تنسيق الألوان والأرتفاعات لوحدات المشروع):

أ - عنبر التشغيل (الطلمبات والمحركات)

- يراعي ان يكون منسوب أرضية عنبر التشغيل علي ارتفاع مناسب من منسوب الطريق

- سهولة توصيل الكهرباء من مصادرها مع مراعاة النواحي الاقتصادية.

– مراعاة ان تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش وبطنية كمرة السقف ويراعى مايلى:

- ألا تعوق التشغيل الآمن.
- مراعاة التهوية والاضاءة داخل العنبر.
- مراعاة وجود درابزينات حول الفتحات.
- يجب ان يكون مجاري الكابلات غاطسة بالارضيات ومغطاه بأغطية منسوبها مع منسوب أرضية العنبر ولها مقابض متحركة.
- يجب ان تكون ارضية عنبر الطلمبات من السيراميك المقاوم للاحماض بالاحتكاك والحوائط من السيراميك أو ما يماثله بالارتفاع المناسب – ويراعي وجود الفتحات المناسبة لتجديد الهواء داخل العنبر.

ب – مبني المحولات والتوليد

- مراعاة ان تكون أبعاد المبني مطابقة لمواصفات هيئات وشركات وزارة الكهرباء.
- مراعاة وجود أبواب مبني المحولات علي السور الخارجي وعلي احد الطرق الرئيسية أو الفرعية يسهل الوصول اليها.
- مراعاة ان تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطي نقطة لكمرة السقف وبحيث لا تعوق التشغيل الآمن.
- مراعاة التهوية والاضاءة الكافية داخل الوحدة ويتم ذلك طبقا" لكود التهوية وكذلك كود الإضاءة المصري.
- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشأ والارضيات من السيراميك المقاومة للاحماض والاحتكاك وغير قابلة للانزلاق وأن تكون أغطية مجاري الكابلات مع نفس منسوب الأرضية ولها مقابض متحركة.

جـ– الورش والمخازن

– مراعاة ان تكون المسافة مناسبة بين كمرة الونش أوطي نقطة لكمرة السقف بحيث لا تعوق التشغيل الآمن.

– مراعاة التهوية والاضاءة الكافية داخل الوحدة.

- سهولة دخول وخروج السيارات والمعدات والآلات الى مدخل الورش والمخازن.

- قريبة ما أمكن من غرف خلع الملابس.

- التشطيبات الداخلية من مواد ملائمة للمنشا والأرضيات غير قابلة للانزلاق وعمل مجاري الكابلات مع نفس منسوب الارضية ولها مقابض متحركة.

د – مبني الادارة والمعمل

- مراعاة قربه من المدخل الرئيسي للمحطة لسهولة السيطرة على العمل والعاملين والوصول لباقي المباني المختلفة وتسهيل أخذ العينات سواء يدويا" أوبواسطة طلمبات ومعدات خاصة.
- دراسة اتجاه الرياح لتفادي تعرض المبني لأي غازات متسربة – مع ضروره تزويد المعمل بنظام خاص لتصريف الغازات.
- توفير التهوية والاضاءة الكافية داخل الوحده.
- يلزم استخدام مواد التشطيبات للارضيات من السيراميك المقاوم للاحماض والاحتكاك والحوائط من القيشاني.
- يلزم وجود فتحات علوية جانبية لتركيب شفاطات لطرد الغازات والابخره بحيث يكون منسوب هذه الفتحات اقل من منسوب سقف المعمل بمسافة كافية.
- مراعاة توافر التوصيلات الصحية الخاصة بالأحواض (مياه – صرف صحي) التى تلائم المعمل.
- يجب تكسية أسطح ترابيزات المعمل بالرخام الطبيعي أو السيراميك أو ما يماثلهم.
- يفضل أن يكون المعمل بالدور الأرضي فى حالة إنشائه مع مبني الإدارة وأن يكون له مدخل مستقل وأن يقسم الي عدة معامل فرعية مثل الكيماوي والبكتريولوجي والبيولوجي والطبيعي وحجرة الغسيل وحجرة الموازين ومكاتب الكيماويين والمشرفين.

٢-٣-٢ الأعمال الانشائية

يرجع للكود المصري للخرسانة.

٢-٣-٢-١ الأعمال الكهروميكانيكية بالمنشآت

يرجع إلي الكودات المصرية الخاصة بأعمال الكهرباء والميكانيكا داخل المنشآت وكذلك الأكواد العالمية المكملة والخاصة بذلك.

٢-٤ إعداد مستندات الطرح

مقدمة:

تحتوي مستندات العطاء التى يتم طرحها على المعلومات الفنية عن المشروع والشروط العامة والخاصة والتي تعتبر الحكم الذي يحتكم إليه كل من أطراف التعاقد ويستند اليها عند الإقتضاء.

٢-٤-١ مكونات مستندات الطرح

تتكون مستندات الطرح من المجلدات الأتية:

- دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية.
- جداول الكميات التقديرية.
- ألبوم الرسومات التصميمية للمشروع.
- أي مستندات أخري يقوم المصمم بإعدادها مثل تقارير الجسات والتحاليل للتربة والمياه الجوفية.

٢-٤-١-١ دفتر الشروط العامة والخاصة والمواصفات الفنية للمشروع

لابد وأن يتضمن هذا المجلد الآتي:

أ- الدعوة إلى المناقصة

ب- نموذج العطاء

جـ- تعليمات إلى مقدمي العطاءات

أ – الدعوة الى المناقصة

تكون الدعوة إلى المناقصة في صفحة أوصفحتين بوصف مختصر موجز عن المشروع والإجراءات الخاصة للمناقصة، كما تتضمن طريقة الحصول على نسخة من مستندات العطاء وتسعيرها وموعد ومكان تسليم هذه المستندات كما يتم الإعلان عن هذه المناقصة في الصحف اليومية (جريدتين واسعتي الإنتشار) يومين متتاليين.

ب – نموذج العطاء

يحدد نموذج العطاء الصيغة الموحدة التي بموجبها يتقدم المقاولون بأسعارهم وعروضهم إلى صاحب العمل والتي تسنها أعمال المقارنة الفنية والسعرية وذلك لتكافؤ الفرص بينهم.

جـ – تعليمات إلى مقدمي العطاءات

تعتبر تعليمات مقدمي العطاءات الأساس الثابت للعطاءات والتي تساعد علي ترتيب محتويات العطاءات ترتيبا" قياسيا" طبقا لنموذج العطاء، حيث تحتوي هذه التعليمات علي البنود التي تغطي الأتي:

- تعاريف
- عرض المتقدمين في العطاءات
- مستندات العطاء
- إجراءات العطاء
- الإعتبارات الواجبة للعطاءات
- تعليمات البريد
- التأمين الإبتدائي والتأمين النهائي
- نموزج التعاقد بين المالك والمقاول
- تعليمات إضافية

٢-٤-١-٢ نماذج التأمين

تحتوي مستندات العطاء علي نماذج صيغة التأمين الأبتدائي الذي سيقدم مع العطاء والتأمين النهائي الذي سيقدمه المقاول الفائز بالعطاء من بنك معتمد وتشترط الصيغة أن تكون لصاحب

العمل حق صرف هذا التأمين لصالحة عند أول إشعار للبنك بذلك ولا يعتد بأي إعتراض من المقاول. وكذلك ضرورة إستمرار هذا التأمين ليتزامن مع الغرض منه.

٢-٤-٢ التعاقد بين المالك والمقاول

يعتبر هذا التعاقد من الأهمية بحيث يعتبر وثيقة مستقلة بذاته، حيث يغطي هذا التعاقد خمسة أسس أساسية هي:

١. التماثل والتطابق بين الموقعين علي هذا التعاقد من الناحية القانونية ومدي أهلية الموقعين علي التعاقد في تنفيذه. ويتم التوقيع علي عدد من الأصول تكفي ليكون مع كل من المالك والمقاول والمهندس المشرف (إن وجد) وإدارة العقود والمشتريات ومجلس الدولة نسخة أصل من كل منها.
٢. وصف موجز واضح للمشروع.
٣. زمن التنفيذ المتوقع الأنتهاء خلاله. ويعتبر هذا الجزء هام جدا حيث يترتب عليه توقيع غرامات التأخير أوتمديد العقد أوماشابه ذلك.
٤. السعر سواء سعر ثابت شامل للمشروع بالكامل أوسعر لكل بند من بنود الأعمال، أوسعر مقطوعية لكل مجموعة بنود متشابهة من الأعمال حسبما يتم الإتفاق عليه.
٥. شروط الدفع عن طريق المستخلصات الدورية تبعا" لتقدم الأعمال وما يتم الاتفاق علية من خصم نسبة معينة تتراكم لحين الاستلام الابتدائي وما يتم خصمة من نسبة من الدفعة المقدمة للمقاول ..... وهكذا.

وكذلك نظام المستخلص الختامي للعملية الذي يعتبر من أهم المستخلصات القانونية في حياة المشروع.

كما يتضمن هذا التعاقد مدي العلاقة بين هذه الوثيقة وبين باقي مستندات العطاء وذلك للصفة القانونية حيث أن هذه الوثيقة هي الوحيدة الموقعة من أطراف التعاقد.

٢-٤-٣ شروط التعاقد

تنقسم شروط التعاقد الي قسمين، شروط عامة وشروط خاصة أي مكملة.

٢-٤-٣-١ الشروط العامة

تغطي الشروط العامة حقوق وإلتزامات كل من المالك والمقاول كما توضح إطار أعمال مسئوليات مدير المشروع.

ومن اهم بنود محتويات هذه الشروط العامة:

أ – تعاريف

يتم التعريف بدقة وبوضوح البنود الهامة مثل : المالك (المهندس الاستشاري – مدير المشروع) – المقاول – مقاول الباطن – بدء التنفيذ للمشروع – موعد الانتهاء من المشروع.

ب – الحقوق والمسئوليات

يتم توضيح الحقوق والمسئوليات لكل الأطراف بشئ من التفصيل لكي يفهم كل طرف مدي حقوقه ومسئولياته تجاه العقد وكذلك العلاقات مع مقاولي الباطن الذين تمتد اليهم حقوق ومسئوليات المقاول الاساسي.

ج – العمل بآخرين

بصفة عامة، فان للمالك الحق في القيام ببعض الأعمال المتعلقة بالمشروع بمعرفته أوبواسطة مقاول آخر منفصل تابع له.

د – فض المنازعات

يتم وضع شروط توضح طريقة فض المنازعات الناجمة عن العمل بشئ من التفصيل سواء سلميا أو بالتحكيم.

هـ – الوقت

يتم توضيح تاريخ البدء في المشروع وتاريخ الإنتهاء ومنها يتم توضيح المدة اللازمة لتنفيذ المشروع والتي بناء عليها يقوم المقاول بعمل جداول البرامج الزمنية اللازمة للإنتهاء من المشروع والذي يجب إعتمادها من الإستشاري (إن وجد) والمالك أومن يمثله والتي بموجبها يتحدد أي تأخير

في العمل وأسبابه ومدى إستحقاق المقاول لتمديد الزمن طبقا لهذا التأخير أومدى خصم غرامات التأخير عليه طبقا للحالة، ويجب أن يتم توضيح الظروف القهرية التي تكون خارجة عن الإرادة والتي يتعطل فيها العمل.

و – المستخلصات والدفع

يتم توضيح طريقة إعداد المستخلصات طبقا لتقدم العمل بطريقة واضحة ومحددة، ومتى يتم تقديم هذه المستخلصات الدورية وأقل قيمة لها، والمدة اللازمة لمراجعتها من المالك أومن يمثلة من الشئون الفنية والمالية وإجراءات إرتجاع هذه المستخلصات عند ظهور أخطاء بها في مراحل المراجعة المختلفة.

ويجب توضيح أن موافقة المالك علي صرف هذه المستخلصات لا تعتبر موافقة منه علي قبول العمل.

كما يوضح الأسباب التعاقدية والقانونية التي تتيح للمالك حق تعليق مستحقات المقاول وعدم صرفها ومنها علي سبيل المثال عدم إصلاح الأعمال المعيبة والدعاوي المرفوعة من طرف ثالث، وفشل المقاول المستمر في الخضوع لشروط وإحكام العقد.

ز – إجراءات التسليم المؤقت (الإبتدائي) والنهائي

١ – المؤقت (الإبتدائي)

- بعد تمام الأعمال بقوم المقاول أومن يمثله بإخطار المالك كتابة بأن كافة الأعمال وضعت موضع التشغيل وجاهزة لإجراء التجارب التي تتم بمعرفة وفي حضور المالك أومن ينوب عنه والمهندس المشرف علي التنفيذ (إن وجد).
- بعد ثبوت نجاح التجارب وقيام المقاول بتوريد قطع الغيار والأجهزة المساعدة والرسومات المطلوبة (As Built Drawing) يتم إثبات ذلك في محضر تجارب المشروع.
- بعد استقرار التجارب الفترة اللازمة التي يتفق عليها بين المالك والجهة التي سوف يقوم بالتشغيل لفترة معينة منصوص عليها بالتعاقد.
- في حالة عدم نجاح التجارب يلتزم المقاول بإعادة التجارب علي نفقته الخاصة حتي نجاح التجربة بعد الفترة اللازمة لها.

- يتم التسليم المؤقت (الإبتدائي) للإنتفاع بالمشروع وتشغيلة وإثبات أي ملاحظات أوأعمال ناقصة لم تتم وذلك بكشف للملاحظات وبحيث لاتكون لهذه الملاحظات أي تأثير علي تشغيل المشروع والأنتفاع به. أو إذا ما كان المقاول أي من الاجهزة المساعدة أوقطع الغيار أوأعداد الرسومات أو أي مستندات بتعهد المقاول أومن يمثله بنهوها خلال فترة يتفق عليها وتكون هذه الفترة خلال سنة الضمان.
- يكون للمالك الحق في خصم مبالغ أوتعليقها بالأمانات من مستحقات المقاول نظير نهو وأتمام هذه الأعمال أوأستمرار خطاب الضمان وترد هذه المبالغ بعد انجاز المقاول لكافة هذه الإلتزامات.
- في حالة ظهور أي من أجزاء العمل معيبة أوتالفة خلال سنة الضمان فعلي المقاول إستبدال المعيب أو التالف أوالقيام بإصلاحها في حالة ثبوت جدوى هذا الإصلاح علي حسابه الخاص وفي حالة رفضه يتم الإصلاح خصما من مستحقاته أوطبقا لما ينظمه العقد في هذا الخصوص. ويعتمد ضمان الجزء المستبدل لمدة سنة من تاريخ الاستبدال.

٢– الإستلام النهائي

- قبل الإنتهاء من مدة الضمان وبعد قيام المقاول بنهو كافة إلتزاماته يقوم المقاول بإخطار المالك كتابة لتحديد موعد للمعاينة وتشكل لجنة الإستلام النهائي بحيث تتضمن الجهة المالكة والجهة المستفيدة من المشروع والتي قامت بالتدريب علي التشغيل والصيانة طوال سنة الضمان.
- في حالة ظهور أي أعمال أو التزامات لم تستكمل يؤجل التسليم النهائي حتي يفي المقاول بجميع الألتزامات المقررة طبقا للتعاقد والشروط الفنية وأصول الصناعة وتمد فترة الضمان تبعا" لذلك.
- متى أسفرت المعاينة عن مطابقة الأعمال للشروط والمواصفات الفنية الأصلية أوتعديلاتها التي تضاف أثناء التنفيذ للمشروع وأتضح للجنة أن المقاول أنهي جميع ألتزاماته يتم تحرير محضر الأستلام النهائي موقعا من المقاول والمالك والجهة المستفيدة القائمة علي التشغيل مستقبلا والمهندس المشرف علي التنفيذ (إن وجد).
- لا يخل هذا التسليم النهائي بمسئولية المقاول بمقتضي القانون المدني المصري.
- بعد إتمام التسليم النهائي يعمل المستخلص الختامي بين المالك أومن ينوب عنه وبين المقاول أومن يمثله.

ح – التأمين

توضع الشروط العامة للمجالات التي يلزم تغطيتها بالتأمين علي الأعمال والعمال بما فيهم موظفي المقاول والاستشاري والمالك المعينين بالمشروع والطرف الثالث ضد جميع المخاطر ومنها الحوادث والسرقة والحريق . إلخ لدي شركة تأمين مقبولة من المالك وأصدار شهادات التأمين بإسم الملك وتوضح أيضا التعويض المناسب لكل حالة . كما تغطي جميع التزامات المالك والمقاول والطرف الثالث. ويتم إرسال شهادات التأمين إلي طرفي التعاقد.

ط – التغييرات

توضح الشروط العامة أسلوب عمل أوامر التغيير للأعمال التي تتغير في العقد ومدي الوقت اللازم لهذا التغيير لإضافته إلي أوخصمه من مدة العقد وكذلك تكاليف التغيير المطلوب لإضافته الي أوخصمه من قيمة العقد وذلك دون التأثير علي وثيقة التعاقد نفسها.

كما توضح أسلوب التفاوض بين الأطراف المختلفة للإتفاق على الآثار الناجمة عن التغيير من حيث الوقت والتكلفة.

ك – تصحيح الأعمال

يعطي هذا البند من الشروط العامة الحق للمالك في رفض الأعمال المعيبة أوالغير مطابقة لشروط العقد والتي يلزم إستبدالها أوإصلاحها بمعرفة المقاول وعلي حسابه، وذلك خلال مدة المشروع بما فيها سنة الضمان.

ل – إلغاء العقد

يجب أن تتضمن الشروط العامة هذا البند الذي يتيح للمالك الحق في إلغاء العقد نتيجة فشل المقاول، علي سبيل المثال فشل المقاول في إتمام العمل في موعده المحدد، أو عدم إنجاز الأعمال كما يتيح للمقاول الحق في الألغاء في حالة فشل المالك في الوفاء بإلتزاماته.

٢-٤-٣-٢ الشروط الخاصة المكملة

تعتبر الشروط الخاصة مكملة للشروط العامة لتلائم القوانين المحلية والظروف البيئية والظروف الخاصة بكل مشروع على حده، وتكون أرقام بنود هذه الشروط مماثلة لما يشابهها من الشروط العامة وذلك عند إضافة أوحذف بعض نصوص الشروط العامة.

٢-٤-٣-٣ ألبوم الرسومات

أ- الرسومات

تعبر الرسومات عن العلاقة بين المكونات المختلفة للمنشأ، حيث توضح أماكنها وأبعادها، وتحتوي علي المعلومات التي تعبر عن الأحجام والمواقع والكميات، أي تعتبر الرسومات التصميم ذاته.

يجب أن تكون الرسومات كاملة إلي حد كبير ودقيقة ومرسومة بمقياس رسم مناسب وموضح عليها الأبعاد الكافية.

حيث تعتبر دليل المقاول في تقديراته وحساب الكميات أثناء تجهيز العطاء ومرشدة له في أعمال الانشاء والتنفيذ، كما تحتوي علي رسومات تنفيذية منفصلة لكل من الأعمال الانشائية والمعمارية والصحي الداخلي الكهرباء وأعمال التكييف والتبريد.

ب – الرسومات التفصيلية Shop drawing

نظرا" لعدم إحتواء الرسومات التنفيذية للتفاصيل الدقيقة الواضحة لكل جزء من مكونات المنشأ المختلفة، لذلك يجب علي المنفذ (المقاول – مقاول الباطن – المورد – المصنع .....) إعداد رسومات تفصيلية دقيقة واضحة، تحتوي علي كل المعلومات التفصيلية اللازمة للتنفيذ، بما فيها المنحنيات البيانية لطرق الأداء والجداول المتضمنة الخامات للمكونات وطرق التركيب ونظام التشغيل التي سيتم إعتمادها وإستعمالها.

ج – الرسومات طبقا للمنفذ As Built Drawings

يجب أن يقوم المقاول بإعداد رسومات كاملة بالأبعاد والتفاصيل الدقيقة طبقا لما تم تنفيذه على الطبيعة وتقديمها إلى المالك كمستندات يحتفظ بها ويسترشد بها فى أعمال الصيانة والتشغيل عند تسليم المحطة.

٢-٤-٣-٤ المواصفات الفنية

تعتبر المواصفات الفنية مكملة للرسومات التنفيذية، حيث تعبر عن المتطلبات بالكلمات، وتوضح جودة الخامات والمهمات والمعدات وطرق الإنشاء الفنية.

وتعتبر المواصفات الفنية أكبر أجزاء العقد، وتعد هذه الموصفات طبقا" للتقسيمات الآتية:

المتطلبات العامة لأعمال الموقع، أعمال الخرسانة الأعمال التكميلية Masonary الأعمال المعدنية، الأعمال الخشبية، العزل والحماية، الابواب والشبابيك والتشطيبات، أعمال خاصة (special works) المعدات، الأثاث، إنشاءات خاصة (Special Construction) نظم الربط (Conveying systems) الأعمال الميكانيكية، الأعمال الكهربائية.

ويتم تقسيم هذه الأعمال إلي أربعة اقسام (عام، الخامات والمواد، التنفيذ، طريقة المحاسبة).

- قسم عام ويحتوي علي تعريف نطاق العمل بهذا القسم وما يتطلبة من تحكم وجودة المعلومات المطلوبة للمهمات والمعدات، متطلبات المناولة والتخزين والضمانات.
- قسم الخامات والمواد Materials ويحتوي علي وصف موجز للمواد المستعملة في هذا القسم لتكون مرشدا للمنتجين – ويحتوي قسم التنفيذ علي تفاصيل طرق الإنشاء وأداء الأعمال، التفتيش والقيول، الإختبارات – ويتضمن قسم المحاسبة علي أن تنفيذ هذا الجزء من الأعمال محمل علي بنود العقد أو سعر البند، أو بالمقطوعية ..... إلخ.

٢-٤-٣-٥ جداول الكميات التقديرية

- تحتوي جداول الكميات التقديرية علي بنود الأعمال وصف موجز لكل بند وطريقة المحاسبة علية سواء بالوحدة أوبوحدة المساحة أووحدة الحجوم أوبالمقطوعية، والكمية التقديرية لكل بند من هذه البنود.

- يقوم المقاول بتسعير هذه البنود كل علي حده.
- يشترط في هذه الجداول أن البند الذي لا يقوم بتسعيرة المقاول يعتبر محملا" سعره علي باقي أسعار بنود العقد عند التنفيذ وذلك بالرغم من وضع أعلي سعر لهذا البند من العطاءات الأخري عند تقييم هذا العطاء في لجنة البت والترسية.
- تعتبر الكميات المدرجة في جدوال الكميات تقديرية، ويحق للمالك زيادة أونقص هذه الكميات بنسية ٢٥ % منها بنفس اسعار العقد، ومازاد علي هذه النسبة يتم الإتفاق علي أسعارها الجديدة.

الفصل الثالث

شروط التنفيذ

الفصل الثالث
شروط التنفيذ

٣-١ إدارة تنفيذ المشروع

يقاس نجاح أي مشروع بنهوه في الوقت المحدد طبقا" لمستدات العقد والشروط والمواصفات الفنية والرسومات التنفيذية.

وأن مفتاح الوصول إلي نجاح المشروع هو وجود سبل إتصال وتفاهم مستمر بين الأطراف العاملة في المشروع عن طريق وجود علاقة إرتباط بين مالك المشروع والاستشاري والمقأول تساعد علي تنفيذ الأعمال حسب البرامج الزمنية المحددة لنهو هذا المشروع.

ويتوقف حجم العمالة اللازمة لأنهاء المشروع حسب حجم وحالة كل مشروع والشكل رقم (٣-١) يوضح تنظيم إدارة المشروع.

ولكي يتم التنسيق بصورته الجيدة بين الأطراف الثلاثة يتبع النظام الآتي:

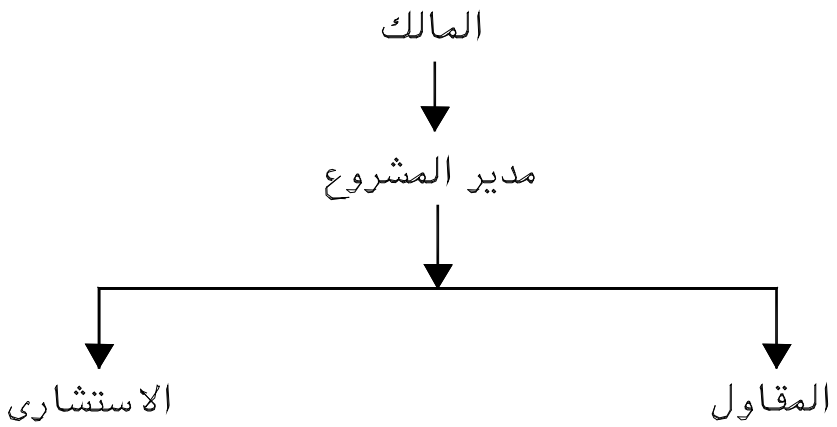
أ – يقوم مالك المشروع بالتعاقد مع المقأول المستند إليه تنفيذ العقد طبقا" للوائح والقوأنين المتدأولة.

ب – يقوم مالك المشروع بتشكيل جهاز تنفيذي بغرض المراجعة الفنية لجميع خطوات التنفيذ والتعرف علي العقبات والمشاكل التي تواجه المشروع والعمل علي حلها سواء كأنت فنية أومالية أوإدارية أوقأنونية.

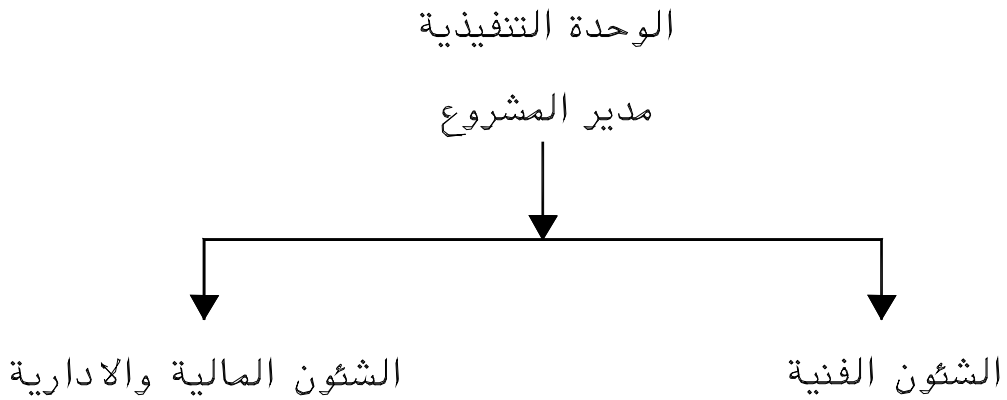
جـ- يقوم الجهاز التنفيذي بالتنسيق مع إستشاري المشروع الذي قام بأعمال الدراسات والتصميمات وإعداد مستندات العقد للإشراف علي التنفيذ.

د – يتم تعيين رئيسا" للوحدة التنفيذية (مدير المشروع) للتنسيق بين فريق العمل داخل الوحدة ووضع أسس علاقة العمل بين الوحدة التنفيذية والإستشاري.

هـ- يقوم مدير المشروع بالتنسيق بين أعمال المالك والمقأول والإسشارى والشكل رقم (٣-٢) يوضح الجهاز التنفيذي للمشروع والذي يتحدد إختصاصه علي النحو التالي:



شكل (٣-١) تنظيم ادارة المشروع



شكل (٣-٢) تشكيل الوحدة التنفيذية للمشروع

٣-١-١ مدير (المشروع)

أ – يكون له الكفاءة والقدرة علي إدارة المشروع.

ب – يكون مسئولا عن متابعة الإستشاري القائم بالإشراف على تنفيذ جميع الأعمال وكافة النشاطات المتعلقة به (أن وجد) وله سلطة المراقبة والتنسيق بين النشاطات المختلفة سواء كأنت فنية أومالية أوإدارية أوقأنونية وعلى درجة من الإلمام بها.

جـ- يمكنه إختيار الأسلوب الأمثل لتنفيذ الأعمال مع الإستشاري المشرف على التنفيذ (أن وجد) ومراعاة النواحي الإقتصادية والوقت والجهد لتحقيق الهدف نحو نهو المشروع في المواعيد المحددة وكذا مراعاة إتخاذ الإجراءات الكفيلة لتصحيح مسار التنفيذ حتى يمكن الإنتهاء من المشروع بنجاح في المواعيد المحددة وفي حدود التمويل المتاح.

د – يقوم مدير المشروع بإختيار المدير الفني ومدير الشئون المالية والإدارية وتكليفهما بتشكيل الجهاز المعأون لكل منهما وإعتماد هذا التشكيل.

هـ- يعتمد صرف مستحقات الإستشاري طبقا" للتعاقد.

٣-١-٢ الشئون الفنية

٣-١-٢-١ مهندسو التصميم

يتولى أعمال مراجعة الرسومات المقدمة من المكتب الإستشارى مهندسون متخصصون لمطابقة الرسومات الهيدروليكية والمعمارية والمدنية والميكانيكية والكهربائية والتأكد من توافر العدد الكافى من نسخ الرسومات التنفيذية.

٣-١-٢-٢ مهندسو التنفيذ

أ – يجب أن يتولى أعمال التنفيذ مهندسون متخصصون في التخصصات المختلفة لمتابعة مراحل التنفيذ.

ب – القيام بإعداد التقارير الدورية عن مراحل سير العمل ومراجعة سجلات المتابعة اليومية من قبل إستشاري ومقأول المشروع والتوقيع عليها وتدوين أي ملاحظات فنية أوأي مشاكل قد تعترض سير التنفيذ.

جـ- مراجعة المستخلصات الدورية طبقا" للكميات المنفذة بالطبيعة ومراجعتها مع الرسومات التنفيذية والدفاتر المقدمة من المقأول والمعتمدة من الإستشاري.

٣-١-٣ الشئون الإدارية

٣-١-٣-١ المدير المإلى والإدارى

أ – يجب أن يتولى هذا العمل محاسب متخصص فى النواحى المالية والإدارية المتعلقة بالمشروع ويقدم المساعدة والمشورة لمدير الشروع فى مجاله.

ب – يقوم بمتابعة الأعمال المالية والإدارية للمشروع ورفع التقارير الدورية لمدير المشروع ومقترحاته بكيفية حل المشاكل المالية والإدارية التى تعترض سير العمل.

جـ- يقوم بإختيار أفراد المراجعة المالية ومراجعة حسابات المخازن.

٣-١-٣-٢ المراجعة المالية

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون في الأعمال الآتية:

أ – مراجعة المستخلصات من الناحية المحاسبية ومطابقة الفئات على العقود.

ب – متابعة الموقف المإلى للمشروع أولا" بأول وإمساك سجلات بذلك مبين بها المبالغ المتاحة وما تم صرفها منها والمتبقى.

جـ- مراجعة المنصرف على الجدول الزمنى للتنفيذ.

٣-١-٣-٢ حسابات المخازن

يجب أن يتولى هذا العمل محاسبون متخصصون فى الأعمال التالية:

أ – إمساك سجلات منتظمة مبين عليها كافه الواردات وتورايخ ورودها وقيمتها.

ب – مراجعة المهمات الموردة طبقا" للتعاقد على كشوف التعبئة.

جـ– إمساك سجلات منتظمة خاصة بالتسويات لكل إعتماد مستندى.

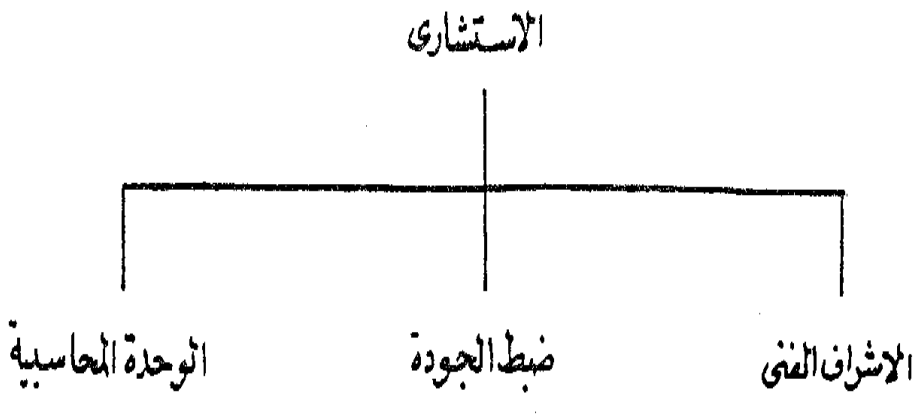
٣-١-٤ الإستشاري

وتتحدد مهامه في الآتي:

أ – إعداد النماذج النمطية للتقارير وطرق وإجراءات متابعة سير العمل.

ب – إعداد الخطوات التي يتم عن طريقها التحكم في كيفية الإدارة السليمة للمشروع ووضعها في إطار الميزأنية الفعلية له.

جـ– إختبار فريق الإشراف الفني ذو كفاءة عالية في مجال التخصصات المختلفة والشكل رقم (٣-٣) يوضح الهيكل التنظيمي للإستشاري.



شكل (٣-٣) الهيكل التنظيمي للإستشاري.

٣-١-٤-١ الإشراف الفني

أ – متابعة الأعمال اليومية للمقأول الجاري تنفيذها وأخذ العينات اللازمة لإختبارها.

ب – متابعة الموقف التنفيذي ومدي تمشية مع البرنامج التنفيذي المعتمد.

جـ– مراجعة دفاتر الحصر للأعمال المقدمة وإعتمادها.

د – مراجعة المستخلصات المقدمة من المقأول وإعتمادها للصرف.

هـ– دراسة أي أعمال إضافية أوتعديلات تقتضيها تنفيذ الأعمال للإستفادة الكاملة من المشروع علي أكمل وجه وعرضها علي مدير المشروع للموافقة عليها.

و – دراسة أي مطالبات يتقدم بها المقأول سواء كأنت مالية أوتعديل في مدة التنفيذ للمشروع وذلك بعد أن يستوفي المقأول جميع المستندات اللازمة لإثبات أحقيته في تلك المطالبات وعرض النتيجة علي مدير المشروع.

ز – الإشتراك في أعمال الإستلام الابتدائي والنهائي وإعداد قائمة الملاحظات التي لا تمنع من الإستلام الإبتدائي والنهائي.

٣-١-٤-٢ ضبط الجودة

أ – التأكد من صلاحية مواد المهمات والمعدات الموردة بالموقع والقيام بمراجعة شهادات الإختبار أجراء الإختبارات اللازمة علي عينات عشوائية من المواد والمهمات للتأكد من مدي مطابقتها للمواصفات المنصوص عليها بالتعاقد.

ب – الإشراف علي إعداد الخلطات الخراسأنية التجريبية ومتابعة معالجتها وإختبارها لتحديد مقأومتها للكسر طبقا" للقيمة التي يحدد المصمم والمنصوص عليها في مستندات التعاقد.

جـ– القيام بأعمال الإشراف والمتابعة الدورية علي صب ومعالجة المنشات الخراسأنية المنفذة.

د – التأكد من معايرة الأجهزة المستعملة في أعمال الإختبارات والقياس.

٣-١-٤-٣ الوحدة المحاسبية

وتقوم بالآتي:

أ – مراجعة المستخلصات المقدمة من المقأول.

ب – متابعة الموقف المالي للمشروع.

جـ– مراجعة المصروفات والإيرادات للمكتب الإستشاري.

٣-١-٥ المقأول

ويكون مسئولا" عن تنفيذ جميع الأعمال حتي يتم الإنتهاء من المشروع بنجاح ويكون له فريق كفء في مجالات التخصص المختلفة.

والشكل رقم (٣ – ٤) يوضح الهيكل التنظيمي للمقأول.

٣-١-٦ المهندس المقيم

ويقوم بالآتي:

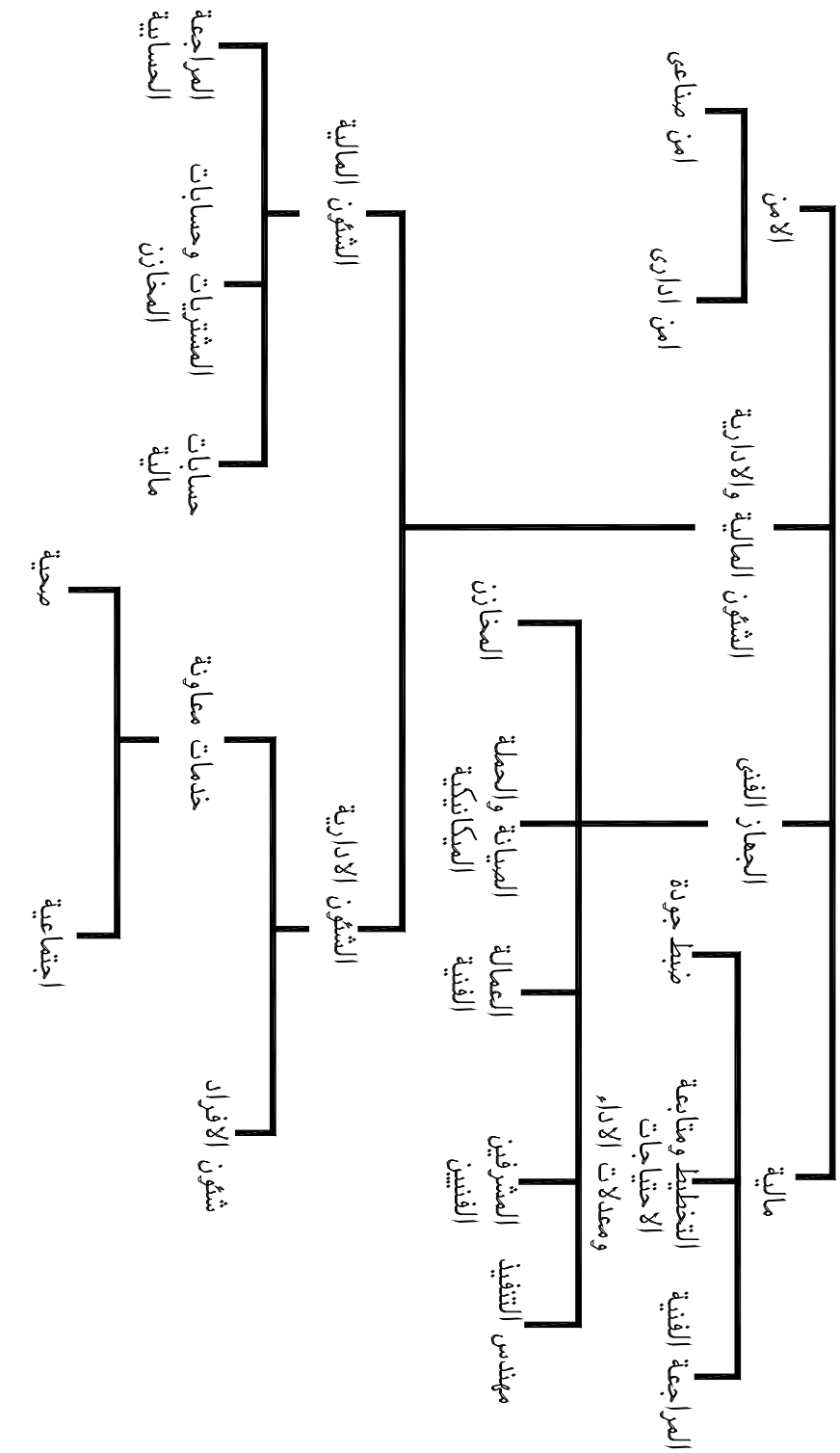
أ – إدارة المشروع.

ب – التنسيق بين جميع الأجهزة المعأونة له وتحديد اختصاصات كل منها.

جـ– مراجعة ما تم تنفيذه من أعمال من خلال البرامج الزمنية ومراجعة المستخلصات المعدة بمعرفة مهندس التنفيذ وإعتمادها.

د – مراجعة الموقف المالي وأرصدة المخازن.

هـ– إعتماد حوافز العاملين علي ضوء ما أنجز من أعمال.



شكل (٣-٤) الهيكل التنظيمي للمقاول

٣-١-٦-١ المكتب الفني

يقوم المكتب الفني بدور رئيسي في إعداد كافة البيانات الخاصة بالنواحي الفنية والتصميم والتخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء لتنفيذ ونهو المشروع علي الوجه الأكمل طبقا" للبرنامج المعتمد ويتلخص دور المكتب الفني في الآتي:

٣-١-٦-١-١ المراجعة الفنية وتختص بالآتي:

أ – مراجعة دفاتر الشروط والمواصفات والإشتراطات الخاصة بالمشروع.

ب – إعداد وحصر لجميع بنود الأعمال المطلوب تنفيذها بالمشروع.

جـ– مراجعة مستندات العطاء وإعداد وطرح المناقصات لمقأولي الباطن.

د – إعداد المستخلصات طبقا" للكميات المنفذة بالطبيعة ومراجعتها علي الرسومات التنفيذية ودفاتر الحصر قبل تقديمها لإستشاري المشروع أومندوب المالك.

هـ– متابعة تنفيذ المشروع طبقا" للبرامج الزمنية.

و – إعداد الختاميات ومحاضر التسليم الإبتدائي للمشروع.

ز – مراجعة الرسومات الهيدروليكية مع الرسومات الميكانيكية والكهربائية وكذلك مطابقتها مع الرسومات المعمارية والمدنية مع توفير المجموعات من نسخ الرسومات التنفيذية.

ح – مراجعة تقرير أبحاث التربة والتأكد من أن مواقع الجسات التى تم تنفيذها مطابق لما هو موضح بالرسومات وعليه القيام بأعمال أبحاث التربة إذا أقتضى الموقف ذلك وعلى نفقته.

ط – إعداد نسخ الرسومات التنفيذية النهائية طبقاً لما تم تنفيذه بالطبيعة واعتمادها من الاستشارى (As Built Drawings).

٣-١-٦-١-٢ التخطيط والمتابعة والإحتياجات ومعدلات الأداء

ويختص بالآتى:

١ – إعداد الموازنة التخطيطية للمشروع والتعرف على العقبات والمشاكل أن ظهرت والعمل على حلها فى الوقت المناسب.

٢ – إعداد البرامج الزمنية المختلفة واستخدام النظم كالحاسب الإلى وذلك لسهولة الإطلاع على كافة المعلومات المطلوبة لتنفيذ مراحل المشروع المختلفة وتوفير الاحتياجات اللازمة وكذلك توفير اتصالات وتعأون مستمر بين الأطراف المعنية لنهو المشروع فى المواعيد المحددة.

٣ – تحديد الموارد اللازمة للمشروع وتوفير المواد والمهمات المطابقة للمواصفات بالكميات اللازمة وفى التوقيتات المناسبة لتنفيذ المشروع طبقاً للبرنامج الزمنى المحدد.

٤ – متابعة تنفيذ المشروع وخطة العمل وجميع خطوات التنفيذ من خلال البرامج الزمنية ومعدلات الأداء وتعديل مسارها عند حدوث أى تأخير فى تنفيذ المشروع.

٥ – متابعة تحصيل المطالبات المالية.

٣-١-٦-١-٣ ضبط الجودة

القيام بأعمال التفتيش وإختبارات المواد ومراجعة أعمال المصنعيات للتأكد من أن العمل مطابق لمستندات التعاقد.

٣-١-٦-٢ الجهاز الفنى

٣-١-٦-٢-١ مهندسو التنفيذ

يقوم مهندسو التنفيذ من التخصصات الهندسية المطلوبة بالتوجيه الفنى الدقيق ومراجعة الجودة طبقاً لمستندات التعاقد.

وتتلخص مهام مهندسى التنفيذ فى الآتى:

أ – إستلام الموقع وتخطيط وتحديد محأوره وإتجاهاته.

ب – إعداد الكروكيات التفصيلية اللازمة التى تساعد على تنفيذ المشروع.

جـ– طلب المعدات والمواد والعماله والمهمات فى توقيتاتها المناسبة وطبقاً للبرامج الزمنية.

د – توجيه المشرفين الفنين وتوزيع العماله تبعاً لإحتياجات العمل.

هـ– تنفيذ جميع الأعمال طبقاً للبرامج الزمنية.

و – إعداد تقارير يومية عن سير العمل والمعوقات التى تصادف التنفيذ وطرق حلها.

ز – إعداد الحصر اللازم للأعمال المنفذه والمستخلصات بصفة دورية.

ح – التوجيه لحسنإستخدام الخامات والمهمات والمعدات وتخزينها بالموقع.

ط – الإشراف على المخازن.

ى – إعداد الرسومات التنفيذية النهائية لما تم تنفيذه بالطبيعة (As Built Drawings).

٣-١-٦-٢-٢ المشرفين الفنيين

وتتلخص مهام مشرفى التنفيذ فى الآتى:

أ – تنفيذ تعليمات مهندسى التنفيذ.

ب – رقابة العمالة الفنية وتوجيهها.

جـ– الإبلاغ عن المعوقات فى حينها.

د – إستلام المواد والمهمات من المخازن وتسوية عهدته.

هـ– الحفاظ على معدات وأدوات التنفيذ وحسن إستخدامها.

٣-١-٦-٢-٣ العمالة الفنية

تقوم العمالة الفنية بتنفيذ الأعمال طبقا" للتعليمات الصادرة لها من قبل مهندسى ومشرفى التنفيذ بكل دقة.

٣-١-٦-٢-٤ الصيأنة والحماية الميكانيكية

تتلخص مهام وحدة الصيأنة والحماية الميكانيكية فى الآتى:

أ – تجهيز المعدات وصيأنتها وتشغيلها.

ب – أعمال الصيأنة الدورية للمعدات والحماية الميكانيكية.

جـ– تدريب العماله على أعمال الصيأنة والتشغيل.

٣-١-٦-٢-٥ المخازن

وتقوم بالمهام الآتية:

أ – إمساك سجلات مخزنية مبين بها كافة الواردات وتواريخ ورودها وقيمتها وما تم صرفه منها.

ب – إستلام وتخزين كافة المواد والمهمات الواردة للمشروع طبقاً للأصول الفنية وذلك بعد الإنتهاء من إجراءات الفحص والإضافة.

جـ– تسليم المواد والمهمات اللازمة للعمل.

د – إعداد بطاقات الصنف وكمياتها ووضعها فى أماكن ظاهرة بالموقع.

هـ– طلب تزويد المخازن بالأصناف التى يصل رصيدها المخزنى إلى الحد الحرج.

٣-١-٦-٣ الشئون المالية والإدارية

وتتكون من.

٣-١-٦-٣-١ الشئون الإدارية

وتتكون من شئون الأفراد والخدمات المعأونة.

٣-١-٦-٣-٢ شئون الأفراد

وتختص بالآتى:

أ – تدبير العماله اللازمة التى يتطلبها العمل.

ب – إعداد ومتابعة كشوف مرتبات العاملين.

جـ– إعداد كشوف حوافز الأنتاج حسب تقدم سير العمل.

د – تأثيث وتجهيز المكاتب والإستراحات اللازمة لخدمة كافة العاملين بالمشروع.

هـ– إعداد التقارير الشهرية السنوية بحالات العاملين وكفاءتهم الفنية والإدارية.

و – متابعة حضور وأنصراف العاملين.

ز – تحديد ومتابعة الأجازات حسب التعليمات.

ح – إعداد قرارات نقل العاملين وأنهاء خدمتهم طبقاً للتعليمات.

ط – القيام بإجراءات التأمينات الإجتماعية.

ك – إستخراج تراخيص العمل ونهو الإجراءات الأمنية إذا أقتضى الأمر ذلك.

٣-١-٦-٣-٣ خدمات معاونة

وتشمل الخدمات الاجتماعية والصحية.

أ – الخدمات الاجتماعية

وتختص بالآتى:

- الإشراف على صندوق رعاية العاملين والذى يشترك فيه جميع العاملين بالمشروع ويتم الصرف منها على أفراد المشروع فى الحالات التى تستوجب ذلك.
- تنظيم الرحلات الترفيهية والثقافية والسياحية والدينية والزيارات الميدأنية لمواقع العمل المماثلة.
- تنظيم الأنشطة الرياضية المختلفة.

ب – الخدمات الصحية

وتختص بالآتى:

- إعداد وحدة صحية للإسعافات الأولية لمعالجة الإصابات والحالات السريعة.
- تحويل المصابين بحالات خطيرة إلى المستشفيات المختصة.

٣-١-٦-٣-٤ الشئون المالية

وتشمل الآتى:

أ – حسابات مالية

ويكون دورها كالآتى:

- مراجعة المستخلصات مالياً ومتابعة خطابات الضمان.
- القيام بأعمال المتابعة والتحصيل من صاحب العمل.

- إعداد الميزانيات وتحديد نتائج الأعمال.

- الإشراف على المشتريات.

ب – المشتريات وحسابات المخازن

ويتلخص دور إدارة المشتريات فى المهام الآتية:

- القيام بشراء المواد والمعدات والتأكد من وصولها إلى الموقع فى الوقت المناسب مع أمساك سجلات منتظمة لذلك.

- الإبلاغ عن أى نقص فى توريد المهمات والمواد أولاً بأول.

- حساب غرامات التأخير على الموردين.

وكذلك يتلخص دور حسابات المخازن فى الآتى:

- مراجعة التوريدات وأسعارها وكمياتها طبقاً للتعاقد.

- مراجعة إستمارات الصرف المقدمة من الإدارات على النماذج المعدة لذلك وإرسالها للمراجعة الحسابية.

- إمساك سجل لحسابات المخازن للمراجعة على سجل المخزون.

جـ– المراجعة الحسابية

ويتلخص دورها فى الآتى:

- مراجعة المستخلصات على دفاتر الحصر ومطابقة الفئات على العقود.

- مراجعة المطالبات المالية الخاصة بالمشروع.

٣-١-٦-٤ الأمن

ويتكون من الأمن الإدارى والأمن الصناعى.

٣-١-٦-٤-١ الأمن الإدارى

أن دور الأمن الإدارى هو القيام بمراقبة مواقع العمل والبوابات وأعمال الحراسة من دخول وخروج الأفراد والمهمات، وإعداد الترتيبات الأمنية لضمأن حسن وسهولة سير العمل ومراجعة تصاريح العمل.

٣-١-٦-٤-١-٢ الأمن الصناعى

أن دور الأمن الصناعى يختص بتأمين المشروع من حيث:

أ – مقاومة الحرائق وتوفير الأجهزة اللازمة لذلك والحفاظ على صلاحيتها.

ب – تأمين سلامة العاملين أثناء العمل وتوفير الحماية اللازمة لهم ضد التعرض للإصابات ومخاطر العمل.

٣-٢ تخطيط وتجهيز الموقع

مقدمة :

الطريقة المثلى للوصول إلى الهدف المنشود تبدأ من التخطيط الجيد وتحليل بنود المشروع إلى خطوات تنفيذية تسبق عملية التنفيذ التى تهيئ الموقع للعمل والتى تتمثل في إستلام الموقع ورفعه مساحيا" وعمل التجهيزات والتنسيق والتخطيط العام للموقع شاملا" المنشآت المؤقته التى يجب إتمامها قبل البدء فى تنفيذ الأعمال حتى يتمكن مقأول المشروع من القيام بالأعمال الرئيسية بسهولة.

ويمكن تقسيم هذه الأعمال إلى ثلاث مراحل:

أ – مرحلة تحديد وإستلام الموقع وأعمال الرفع المساحى وإعداد الدراسات.

ب – مرحلة أعمال التخطيط والتنسيق والتجهيز للموقع العام.

جـ– مرحلة أعمال المنشآت المؤقته.

٣-٢-١ تحديد وإستلام الموقع وأعمال

٣-٢-١-١ تحديد إستلام الموقع

٣-٢-١ تحديد وإستلام الموقع وأعمال الرفع المساحى وإعداد الدارسات

٣-٢-١-١ تحديد إستلام الموقع

- إستلام المساحة المخصصه للموقع من لجنه مكونه من ممثل المالك والإستشارى والمقأول ومندوب الجهة المنتفعة بالمشروع ومندوب المساحة بالمحافظة وذلك بدق حداىد بمعرفة مندوب المساحه.

- تحديد العوائق التى تعوق تنفيذ الأعمال ظاهره أوداخل باطن الارض.

- تحديد موقف إستلام الموقع "مرحلة واحده" أو "عدة مراحل" مع تحديد تاريخ إستلام كل مرحله.

- تحديد مصادر المياه والكهرباء الموجوده حول الموقع أن وجدت.

٣-٢-١-٢ أعمال الرفع وإعداد الدراسات والتجهيز

- يتم تصوير الموقع بحالته الطبيعية فوتوغرافيا" قبل البدء فى التنفيذ.

- يتم إستلام نقط الثوابت "الروبير" الموجوده بالموقع بمحضر إستلام موقع عليه من ممثل المالك والإستشارى ومندوب المقأول وذلك بعد مراجعة المناسيب والإتجاهات مراجعة دقيقة وكذلك مراجعة أبعاد الموقع ومطابقتها للوحة الموقع العام للتأكد من صحة الأبعاد.

- يتم عمل كتل خرسأنيه حول أماكن النقاط الثابته "الروبير" مع مراعاة أن تكون بعيده عن منطقة الحفر وبحيث يصعب إزالتها.

- يتم عمل دارسات حول أماكن المحاجر والعمالة القريبة من المشروع لتحديد أفضل العناصر التى يمكن إستخدامها وبأقل تكلفه.

- يتم تقسيم الموقع إلى شبكة مربعات لعمل ميزانية شبكيه إبتدائيه وذلك لتجهيز قطاعات هذه الميزنيه لبيأن مكعبات الحفر والردم والتسوية.

- يتم عمل المحأور الرئيسية للموقع بشرط أن تكون بعيدة عن أماكن المنشآت المؤقته والطرق الداخلية بالموقع.

- يتم إعداد لوحة يوقع عليها جميع العوائق بالموقع.

- يتم إزالة العوائق الموجودة بالموقع والمعترضة التنفيذ من مخلفات – أشجار – مبأنى قديمة..... إلخ والتى تعوق التنفيذ.

- يتم عمل التسويات اللازمة لأرضية الموقع من حفر وردم طبقا" لظروف الموقع مع الأخذ في الإعتبارطرق التنفيذ المقترحة – منسوب تنفيذ المشروع، الظروف المناخية – إتجاهات سير الامطار .... إلخ.

- يتم عمل محاضر تنسيق مع الأجهزة المختلفه قبل البدء فى التنفيذ ويتم عمل التحويلات اللازمة إذا إحتاج الأمر ذلك.

- يتم عمل جسات إضافية للتربة إذا تطلب الأمر ذلك وطبقا" لشروط التعاقد.

- يتم عمل دراسة جيولوجية لتحديد الفوالق ومخرات السيول.

- يتم تسوير الموقع وأنشاء بوابة لدخول وخروج المعدات وكذلك مكتب الأمن.

- يتم إمداد الموقع بمصادر المياه – الكهرباء – الصرف – الإتصالات .... إلخ.

- يتم عمل ميزانية شبكية مرة أخرى بعد عمل التسويات والوصول إلى المنسوب التصميمى.

- يتم دراسة موقف المبأنى المجأوره ومدى تأثرها بعمليات الحفر لمنع أي تصدع يمكن حدوثه وتقديم تقرير عنها للمالك لاجراء اللازم.

- يتم إستخراج التصاريح والتراخيص اللازمة.

- يتم إختيار أنسب الأماكن لوضع يافطه المشروع بالتنسيق مع ممثل المالك والإستشارى.

٣-٢-٢ أعمال التخطيط والتنسيق وتجهيز الموقع العام

يقاس نجاح أى مشروع بتخصيص الوقت الكافى لتخطيط وتطبيق أسس التنفيذ من حيث الآتى:

٣-٢-٢-١ الدراسات المطلوبه لعمل تخطيط سليم للموقع

يجب الرجوع إلى الدراسات التالية التى تم إعدادها بمعرفة إستشارى المشروع قبل البدء فى التنفيذ:

- الموقع ، شروط التعاقد، الرسومات التنفيذية للمشروع، طرق التشييد المقترحه، خطة للخدمات المطلوبه.

- مواصفات وتفاصيل رسومات المعدات المطلوبة.

- البرامج الزمنيه والفنيه للمعدات، الخامات، العماله.... الخ) لتحديد فترات التوريد لإحتياجات المشروع وذلك لتقليل المساحات المستخدمه فى المخازن ولتقليل الفواقد والرواكد ولتنفيذ الأعمال فى التواريخ المحددة لها.

- إقامة محطة خلط خرسأنيه بالموقع طبقا" لظروف التنفيذ.

- التفاصيل والمتطلبات الخاصة للمنشآت المؤقته من ايجار أراضي اخرى أووحدات إداريه .... إلخ.

- متطلبات الأمن الصناعى والأمن الإدارى فى تخطيط الموقع.

٣-٢-٢-٢ العناصر التى يجب مراعاتها عند دراسة عمل تخطيط سليم للموقع:

- تأثير إتجاه الرياح عند تحديد اماكن ورشة اللحام ، أماكن التخزين ، مبنى المكاتب ، الوحدات السكنيه ....الخ).
- تأثير اتجاه سير سقوط وميول أرض الموقع وطرق التخزين على الأرض.
- أنسياب الحركه داخل مكاتب المواظفين المخازن والورش ..... الخ.
- تحديد أماكن مناسبه لأنتطار السيارات وتخصيص مكتب أنتظار للزائرين.
- تخطيط طرق داخلية موقتة "ممرات" لسهولة حركة المعدات والأفراد والمواد الخام.... إلخ).
- وأن تكون شبكة الطرق الموقتة للمواقع على نفس مسار شبكة الطرق الريئيسية للمشروع وعلى ألا تتعارض مع منشآت المشروع.
- يتم إتخاذ إجراءات الحماية للمنشآت المجاورة مثلإستخدام طرق النزح للمياه ودق الستائر والخرازيق.....الخ.
- توفير أماكن وخطوط المرافق بالموقع (مياه – كهرباء – صحى – تليفونات ..... إلخ).
- يتم عمل دراسة لتحليل مياه الابار بالموقع.
- تحديد أماكن تشوينات المواد من محطات الخلط والورنش لتقليل الهالك وتكاليف النقل وأن تكون التشوينات في أماكن لا تعوق العمل وحركة الإتصالات داخل الموقع وكذلك تفادى التشوين فى مناطق الحفر والإقلال بقدر الامكأن من تغيير أماكن المخازن طول فترة تنفيذ المشروع.
- دورة دخول المواد الخام "للفحص – التصنيف – التخزين" وخروجها للتنفيذ.
- دراسة المعدات الثقيلة والثابتة من حيث الحجم – الحركة – الارتفاع داخل الموقع أثناء عملية الأنشاء.
- توفير الإضاءة – الحراسة – علامات التحذير – اللافتات – .....الخ.

- تجهيز معمل أبحاث المواد والخرسانة داخل المواقع ومحطة تموين المعدات بالوقود وحسب أهمية المشروع .

- عمل لوحات إرشادية للتعريف بأماكن المشروع "مكاتب الاداره – الاستراحات– مكتب الزائرين – دورات المياه – وحدة الإسعاف – دور العباده – المخازن – الورش – مناطق العمل ..... إلخ).

٣-٢-٣ أعمال المنشآت المؤقتة

٣-٢-٣-١-العوامل الموثرة في أنشاء المنشأت المؤقتة:

- شروط التعاقد.

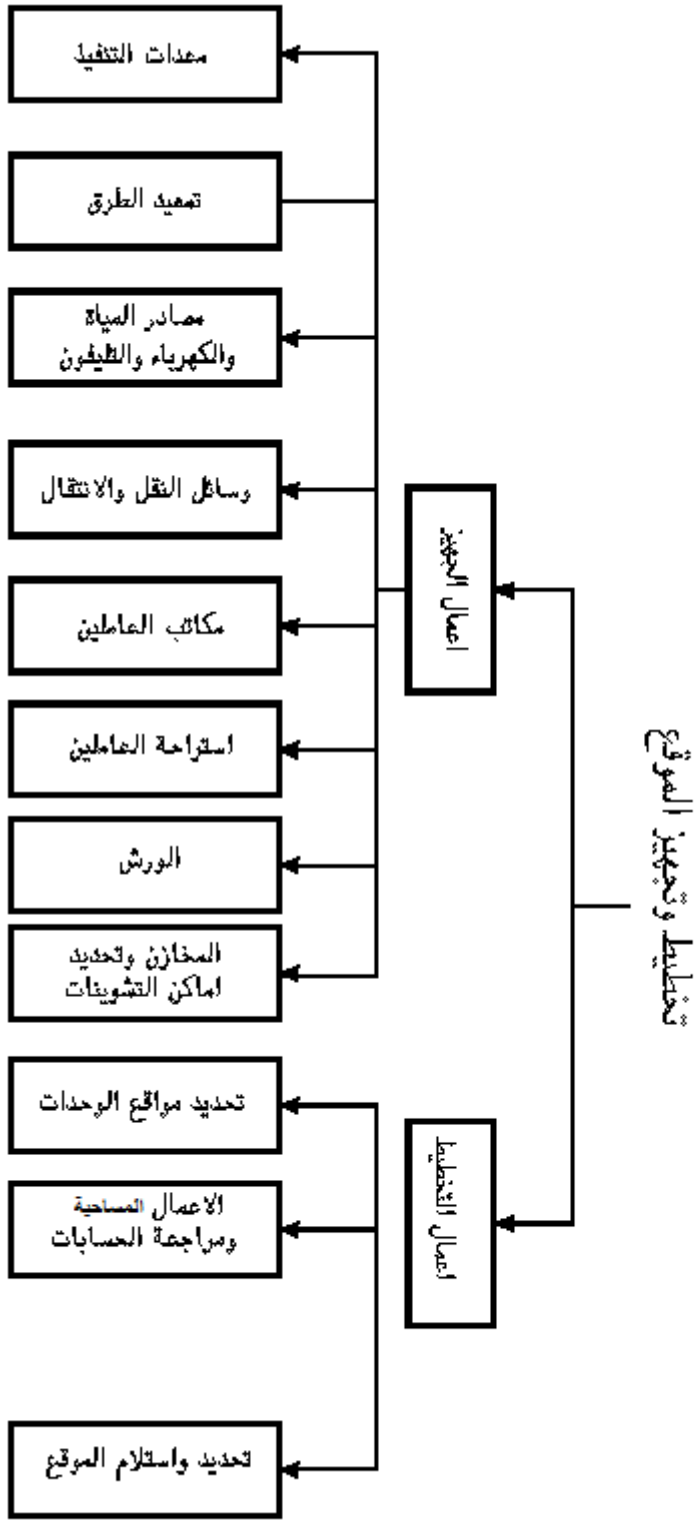
- اتساع الموقع العام.

- نوعية المشروع.

- فترة التنفيذ ومراحل البرأنامج الزمنى.

- طريقة الأنشاء ونوعية المعدات المستخدمه.

- مكأن المشروع منطفة "نائيه أومدنيه".



شكل (٣-٥) تخطيط وتجهيز المواقع

٣-٣ تنفيذ الأعمال المدنية والمعمارية

مقدمه :

تنقسم بيارات محطات الرفع إلى مستديرة أومستطيلة أومربعة القطاع وهى عباره عن منشأ خرسانى يتم تنفيذه تحت الارض بأبعاد محددة طبقا" للرسومات التنفيذيه لإستيعاب التصرفات الوارده من المدينه أوالقرية أوالحيز وينشأ فوق هذا المنشأ عنبر للمحركات. والغرض من البياره هو تخزين مؤقت ولفترة قصيرة للمخلفات السائله الوارده للبياره. والشكل رقم (٣-٦) يوضح قطاع رأسى فى بيارة مستديره ويختلف شكل محطات الرفع طبقا" لأنواع وحدات الرفع المستخدمه بها ومعظم الطلمبات المستخدمه فى محطات الرفع هى الطلمبات الطارده المركزية وتنقسم إلى الآتى:

- الطلمبة الطارده المركزيه الرأسية.
- الطلمبة الطارده المركزيه الأفقية.
- الطلمبة الغاطسه.

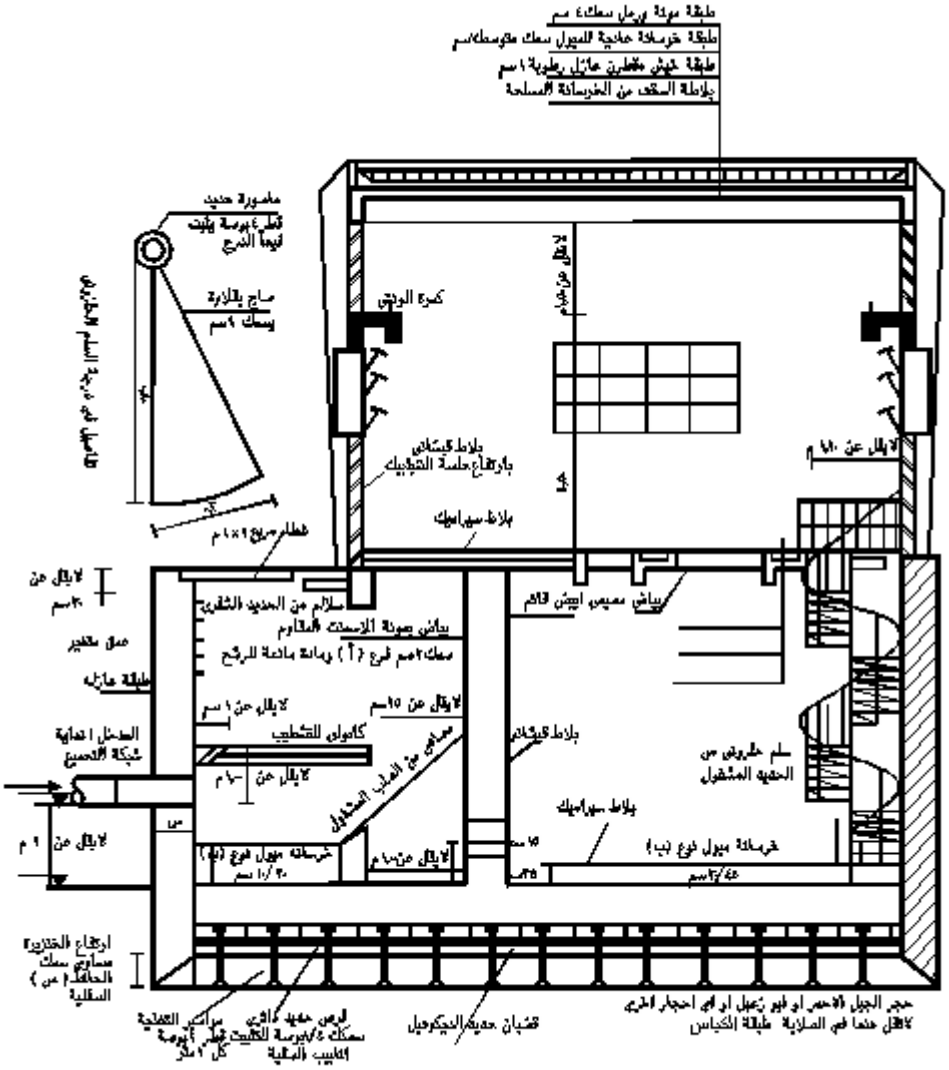
٣-٣-١ طرق تنفيذ البيارات

١ – طريقة الحفر بالتغويص.

٢ – طريقة الحفر بالتجريف.

٣ – طريقة الحفر بالهواء المضغوط.

٤ – طريقة الحفر المكشوف مع صلب جوأنب الحفر.



شكل (٣-٦) قطاع تفصيلي للبيارة المستديرة

٣-٣-١-١ الطرق الأسترشادية لتنفيذ البيارات (مستديرة – مربعة – مستطيلة)

٣-٣-١-١-١ طريقة الحفر بالتغويص

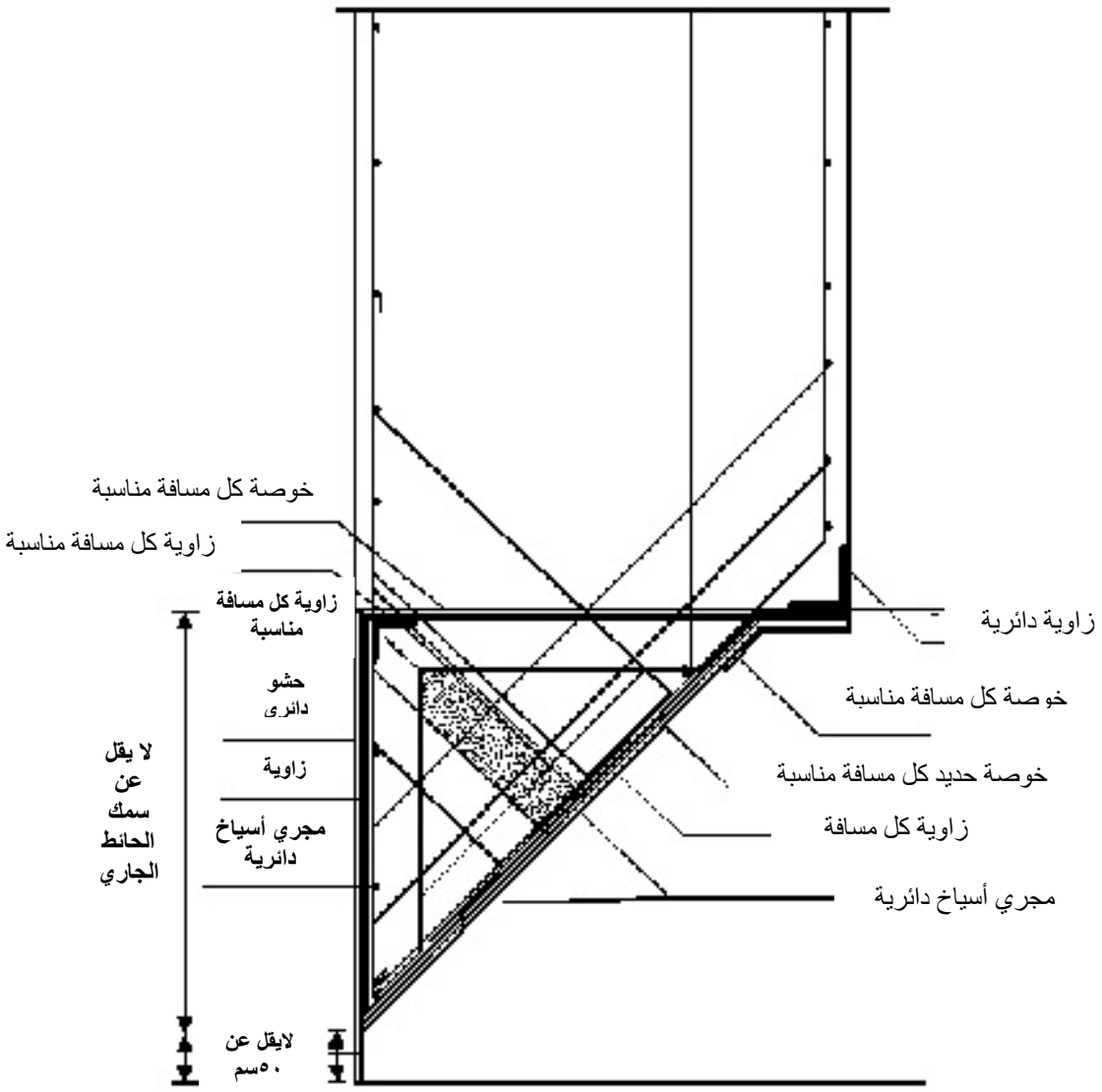
الخطوات التالية تبين الأعمال الأسترشادية لتنفيذ البيارة بالتغويص وعلي أن لا يتم البدء في تنفيذ الأعمال ألا بعد التأكد من إمكانية التغويص بسهولة وبدون عوائق كوجود أرض حجرية أو صخرية حتي لا تتعلق جسم البيارة علي مثل هذه هذه النوعية من التربة ويتم التأكد من ذلك عن طريق تقرير الجسات وتوصيات التأسيس

- تتم أعمال الحفر المكشوف بقطر مساو للقطر الخارجى للبيارة مضافاً إليه مسافة مناسبة وذلك قبل الوصول لمنسوب مياه الرشح بمقدار ٢٥-٥٠ سم و يتم تسوية قاع الحفر .
- يتم أنشاء خنزيرة من الحديد المشغول على قاع الحفر والخنزيرة عبارة عن هيكل مستدير من الحديد الصلب مصنع على شكل مثلثاث بقطر داخلي مساوي للقطر الداخلى للبيارة وبقطر خارجي مساوي للقطر الخارجي للبيارة ويمكن زيادة القطر الخارجي بمقدار ٥سم مع مراعاه أن يكون رأس المثلث حاداً ويوضع مرتكزاً علي قاع الحفر لسهولة التغويص ويتم تجميع الخنزيرة باللحام وليس بالبرشمة والشكل رقم (٣-٧) يبين تفاصيل أسترشادية للخنزيرة.
- يتم تركيب أسياخ حديد التسليح داخل مثلث الخنزيرة وتستمر هذه الأسياخ بجسم البيارة طبقاً للرسومات التنفيذية ثم يتم صب جسم الخرسانة المسلحة لحوائط البيارة علي مراحل أو حطات لايزيد ارتفاع المرحلة او المحطة عن ٣,٠٠ متر مع إستخدام شدة جاسئة إما خشبية أو معدنية.
- في حالة التربة الطينية اللينة أو في حالة تنفيذ حفر جائر أسفل البيارة أو أحتمال ذلك فإن البيارة قد تحتاج إلي فرملة لايقاف هبوط البيارة خصوصاُ قبل ان تكتسب السده الخرسانية مقاومتها بالكامل ويجب تحديد ذلك بمعرفة المصمم بناءً علي توصيات التأسيس.
- يجب ترك أماكن الفتحات للثوابت المدفونه (مواسير الدخول والخروج – مواسير التهويه – الكابلات – إلى آخره) أثناء صب المنشأ على أن تكون بالأبعاد والمناسيب الموضحه بالرسومات التنفيذية.
- بعد فك الشدات يتم عزل البيارة من الخارج إما باليتومين أو بالمواد العازله طبقا للتوصيات الوارده بالرسومات وتقرير التربة.

- تبدأ أعمال الحفر لتغويص البيارة داخل البيارة بواسطة الكباشات بدءاً من منسوب المياه الجوفية مع إستخراج التربة من داخل البيارة أولا بأول والأخذ فى الإعتبار القيام بأعمال الحفر بإنتظام فى داير البيارة بالكامل وبشكل منتظم ويتم تشوين ناتج الحفر بعيداً عن جسم البيارة.
- لضمان تغويص البيارة رأسياً يلزم عمل عدد من الموازين الرأسية على جوانب جسم البيارة (بإستخدام ميزان مساحي أو بإستخدام خيط شاغول بثقل) وفى حالة ميل جسم البيارة على أحد جوانبها أثناء عملية التغويص يتم ضبط ذلك بتنفيذ حفر بعمق أكبر فى الجانب المقابل حتى تستقر البيارة رأسياً كما يمكن أستخدام ثقل أضافي علي الجانب الأعلي لأتمام ذلك.
- لايتم تغويص البيارة في أي مرحلة من المراحل قبل التأكد من إكتساب الخرسانة معظم مقاومتها أو سبعة أيام علي الأقل.
- يراعى عدم سحب المياه الجوفية من داخل البيارة للمحافظة على سلامة المنشآت المجاورة وكذلك نزول البيارة رأسيا خلال مدة التغويص ويجب التأكد من أن منسوب المياه داخل البيارة مساوي أو أعلي من منسوب المياه الجوفية المحيطة.
- يتم وضع وتثبيت قضبان الحديد الديكوفل فى المجرى الموجوده فى داير جسم البيارة وترص بواسطه الغواصين المدربين طبقاً للرسومات ويجب تصوير شبكة الديكوفيل للتأكد من سلامه التنفيذ.
- يتم تجهيز مواسير السقية من الحديد المجلفن قطر ٢,٠ بوصه وعلى أن تكون أطرافها السفلية مفرطحة مخرمة بإرتفاع طبقة الكياس ويراعى أن تكون المواسير فى وضع رأسى تماما وعلى مسافات مناسبة وتكون بدايتها عند بداية طبقة الكياس ونهايتها عند نقطة أعلى من منسوب مياه الرشح بحوالى واحد متر.
- توضع طبقة الكياس (البازلت أوحجر الأحمر أو حجر أبى زعبل أو أى حجارة اخرى لاتقل عنها فى الصلابة) فى قاع البيارة فى وجود المياه الجوفيه حتى منسوب بطنية الخرسانة العادية ثم يتم تسويه الارضية قبل حقنها بواسطة الغواصين مع مراعاه أن لا يزيد حجم قطر حجر الكياس على ١٠٠ مم ويدك جيدا قبل وضع حديد الديكوفيل ويمكن الأستعاضة عن حجر الكياس والحقن بخرسانة عادية يتم صبها تحت الماء وعلي أن يتم التنفيذ طبقاً لما يرد بتقرير التربة والجسات المعتمد.
- يتم صب الخرسانه العادية تحت الماء بالسمك المطلوب بواسطة مزاريب رأسية على شكل مواسير تبدأ عند منسوب أرضية الخرسانة العادية وتنتهى عند سطح الأرض وذلك لتفادى أختلاط الخرسانة بالماء وذوبان الأسمنت الموجود بالخلطة أو بإستخدام المضخه الخرسانيه

بحيث يتم توصيل خرطومها إلى منسوب أرضية الخرسانه العاديه مباشره ويتم تسويه سطح الخرسانه العادية فى جميع أركأن البيارة بواسطة الغواصين مع ملاحظه صب خرسانه الأرضية بصفه مستمرة وعلى مرة واحدة دون توقف مهما كانت الظروف المحيطه.

- بعد تمام شك طبقه الخرسانه العادية الأرضية بمده لاتقل عن أربعه عشر يوما من إنتهاء صب الخرسانه تبدأ عملية الحقن وذلك بغسل أنابيب السقية فى بادى الأمر بماء نظيف ثم تحقن طبقه الكياس بالأسمنت اللبانى وذلك باستخدام الأسمنت المقاوم للكبريتات بنسبة ١:١ (أسمنت : رمل) تحت ضغط ٦ امتار فوق منسوب مياه الرشح أو بإستخدام جهاز الحقن.
- يتم الحقن لكل ماسوره على حده حتى ترفض ماسوره الحقن أى حقن جديد وهذا يدل على تمام حقن هذه المنطقة ثم تقفل الماسورة بسدادة خشبية أومحبس قفل مركب على الماسورة لعدم إرتداد مواد الحقن إلى الخارج ثم تنتقل إلى الماسورة المجاورة ثم التى تليها دون توقف حتى تنتهى عملية حقن طبقة الكياس.
- بعد مده لاتقل عن ٢٨ يوم وبعد إكتمال تصلد الخرسانة العادية يتم سحب المياه المحجوزه داخل البيارة حتى تظهر الأرضية دون خوف من تسرب المياه أوتلف الخرسانة العادية.
- بعد معالجة أى رشح بالأرضية والتأكد من عدم ظهور أى رشح يتم قطع مواسير السقيه التى استخدمت فى الحقن حتى منسوب نهاية (ظهر) الخرسانة العادية .
- يتم زنبره الحوائط فى الجزء المحصور بسمك البلاطة المسلحة، ثم يتم فرد أشاير حديد التسليح داخل البلاطه ويستكمل تسليح البلاطه مع الأخذ فى الإعتباروضع أشاير للقواعد الخاصه بالمصافى ثم يتم صب خرسانة الأرضية المسلحة.



شكل (٣-٧) كروكي أسترشادي لتفاصيل الخنزيره

٣-٣-١-١-٢ طريقة الحفر بالتجريف

تتبع نفس الخطوات السابقة ولكن الاختلاف الوحيد هو طريقة التغويص والذى يتم بإستخدام طلمبة التجريف وطبقا لما يلى:

أ – يتم حمل طلمبة التجريف بالونش وتنزيلها داخل البياره مع ضرورة الأخذ فى الإعتباروضعها بمعدل ثابت فى كل مكان بالبيارة حتى تضمن هبوط البياره بانتظام.

ب – يتم تركيب خرطوم طويل لمخرج الطلمبة المذكوره يصب فى حوض يتم اعداده بعيد عن البياره حيث تلقى المياه المحملة بالاتربة فى هذا الحوض لكى تترسب فيه الاتربة ثم تم سحب المياه التى تطفو بهذا الحوض وصبها مره اخرى داخل البيارة.

جـ– يجب أن يكون منسوب المياه داخل البياره هو منسوب مياه الرشح وألا يقل بشكل حاد هذا المنسوب نتيجة سحب المياه المحمله بالأتربه حيث ان الطلمبة الخاصة بالتجريف لا تعمل إلا وهى مغمورة فى المياه.

د – يجب مراعاة عدم إحدث سحب شديد فى المياه أثناء العمل حتى لاتحدث فوارات فى أرضية البيارة محدثه قلقله فى منسوب التأسيس نتيجة زياده ضغط المياه الجوفيه من الخارج عن ضغط مياه الرشح من الداخل.

٣-٣-١-١-٣ طريقة الحفر بالهواء المضغوط

– نظر لنزول البيارات إلى اعماق تحت الارض ووجود مياه رشح تعوق تنفيذ البيارات على الناشف وللتغلب على مياه الرشح لابد من وجود مصدر لانتاج الهواء المضغوط داخل البياره لمعادله عمود الماء الموجود (بمعنى اذا كان هناك عامود مياه لزم له عامود هواء مقاوم ومساوى له فى المقدار ومضاد له فى الاتجاه) وذلك حتى يتمكن العمال من إتمام أعمال الحفر فى أرض جافه دون عائق ودون وجود مياه رشح اثناء التنفيذ.

– تتم أعمال الحفر المكشوف بقطر مساوى للقطر الخارجى للبياره مضافا اليه واحد متر وذلك حتى قبل منسوب مياه الرشح بمسافه ٢٥ سم ثم يتم تمهيد قاع الحفر تماما".

- يتم انشاء خنزيره بقطر مسارى للقطر الخارجى للبيارة على قاع الحفر وبنفس المواصفات السابق ذكرها فى طريقة الحفر بالتغويص. ثم يتم تسليحها وصب الخرسانة المسلحه بداخلها.

- يتم تجهيز وعمل شده النجاره الداخلية والخارجية للحوائط حتى المنسوب السفلى لبطنية السقف ثم يتم وضع حديد التسليح وصب الخرسانة المسلحة.

- تزال شده الحوائط ويتم الردم بالكامل بالرمل حتى أسفل منسوب بطنيه السقف بمسافة ٥ سم.

- يتم صب خرسانه عاديه (نظافه) بسمك ٥ سم تمهيدا لرص حديد تسليح الارضيه مع الأخذ فى الإعتبار ترك فتحات فى الارضية المسلحه (السقف السفلى) لوضع قطعتين دائر خاصة بغرفة الضغط (لكبايه) وتسمى القطع المفقود(lost piece) وكذلك وضع ماسورتى دخول الهواء من محطة ضغط الهواء لمعادله عمود الماء بالاضافه إلى وضع مجموعه من المواسير المجلفنه قطر ٢ راسيا والخاصه بعمليه الحقن بحيث تكون المسافه بين كل واحده والاخرى حوإلى ٦متر كما هو موضح بالاشكال ارقام (٣-٩) . (٣-١٠) .(٣-١١).

- يتم استكمال النجاره والحداده لحوائط البياره بالكامل ويتم الصب لجسم لبياره وكذلك السقف العلوى مع ترك نفس اماكن الفتحات التى تم تنفيذها فى الارضية المسلحه (السقف السفلى) من البيارة.

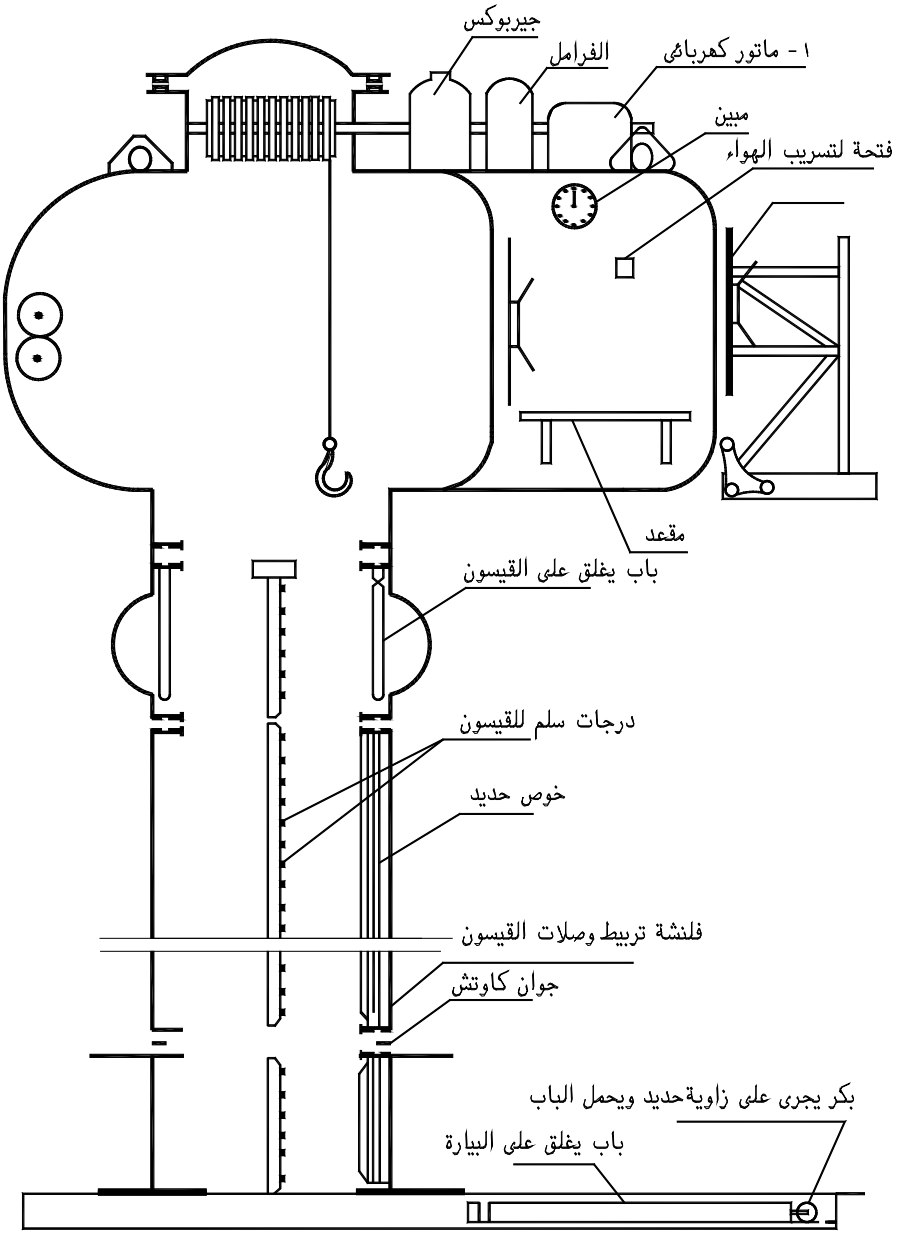
- بعد فك الشدد للحوائط والسقف تتم أعمال الحفر بدون استخدام الهواء المضغوط حتى منسوب مياه الرشح.

- يبدأ بعد ذلك أعمال الحفر باستخدام الهواء المضغوط وهناك طريقتان لأعمال الحفر أما بواسطه العماله اليدويه بالكامل أو بإدخال معدة البلدوزر داخل غرفة التشغيل مفككة ويتم تركيبها أسفل البياره فى غرفة التشغيل ويعمل بالكهرباء حتى لايتضرر العمال من عادم المعده حيث تقوم هذه المعده بإزاحه الأتربه وتفكيكها للتسهيل على العمال القيام بالعمل ثم يتم ملء الجردل الإسطوانى (قطره حوإلى٥٠رمتر وطوله –ر١ متر) بالأتربه الجافه ثم يتم رفعه بواسطه الونش الكهربائى حتى يصل إلى أعلى الماسورة الرأسية مع ملاحظه غلق الباب المحكم بين الماسوره الرأسيه وغرفة خروج الأتربه حتى نحافظ على الضغط الجوى ثم يفتح الباب لخروج الأتربه حتى نخافظ على الضغط الجوى ثم يفتح الباب وتعاد نفس الطريقه مره اخرى.

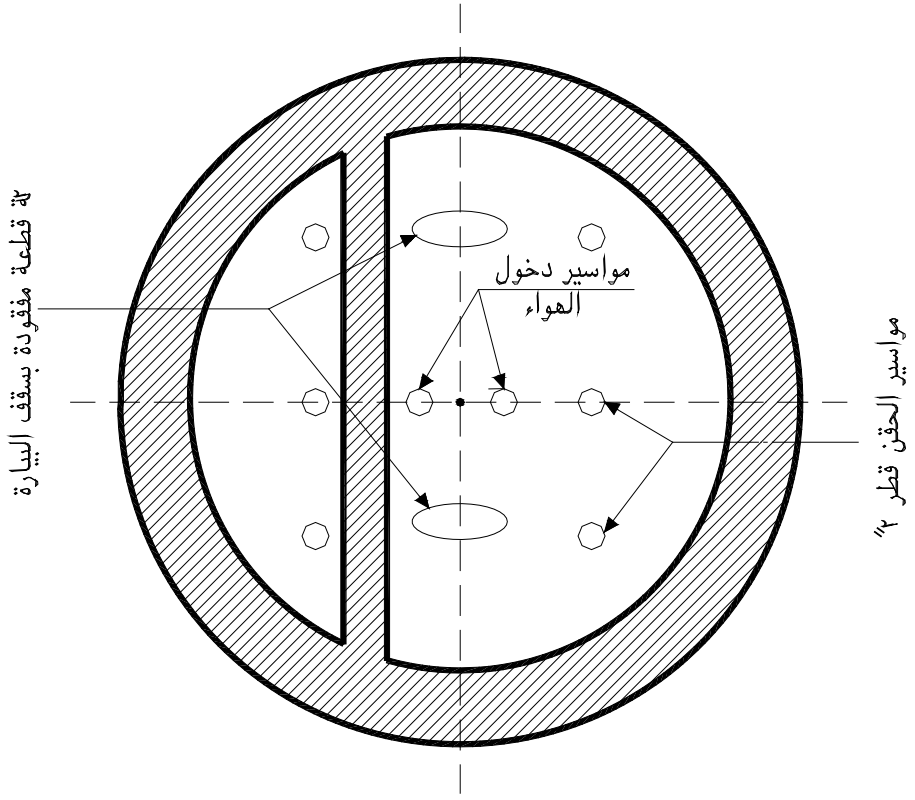
- تستخدم البطاريات فى معدات التشغيل ولاتستخدم المعدات التى تعمل بالسولار حيث انها تنتج عادم ضار جدا بالعمال القائمين بالحفر.

- بعد وصول البياره إلى المنسوب النهائى للتأسيس ، يتم صب الخرسانة العاديه داخل غرفه التشغيل من الاسمنت المقاوم للكبريتات مع إضافة مادة تساعد على مقاومة رشح المياه وينسب اسمنت ٤٠٠ كجم / م٣ يتم تنفيذها بنفس طريقة خروج الأتربة ولكن بشكل عكسي.

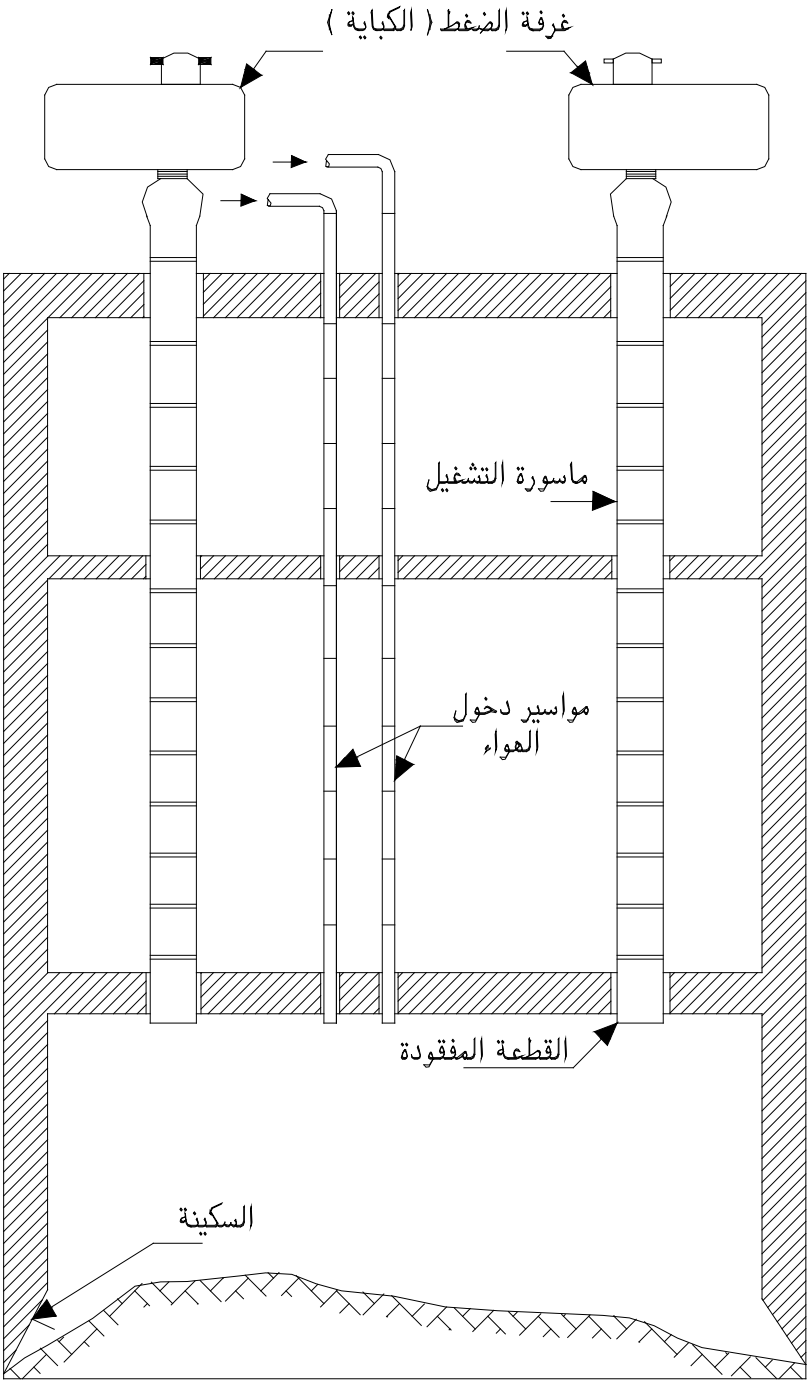
- بعد تمام شك طبقه الخرسانه العاديه بمدة لاتقل عن أربعه عشر يوما نبدأ فى عملية الحقن بنفس الطريقه السابق ذكرها فى طريقه الحفر بالتغويص شكل رقم (٣-١٢).



شكل (٣-٩) رسم توضيحي لغرفة الضغط والقيسون



شكل (٣-١٠) مسقط أفقي لأرضية البيارة مبينا" الفتحات



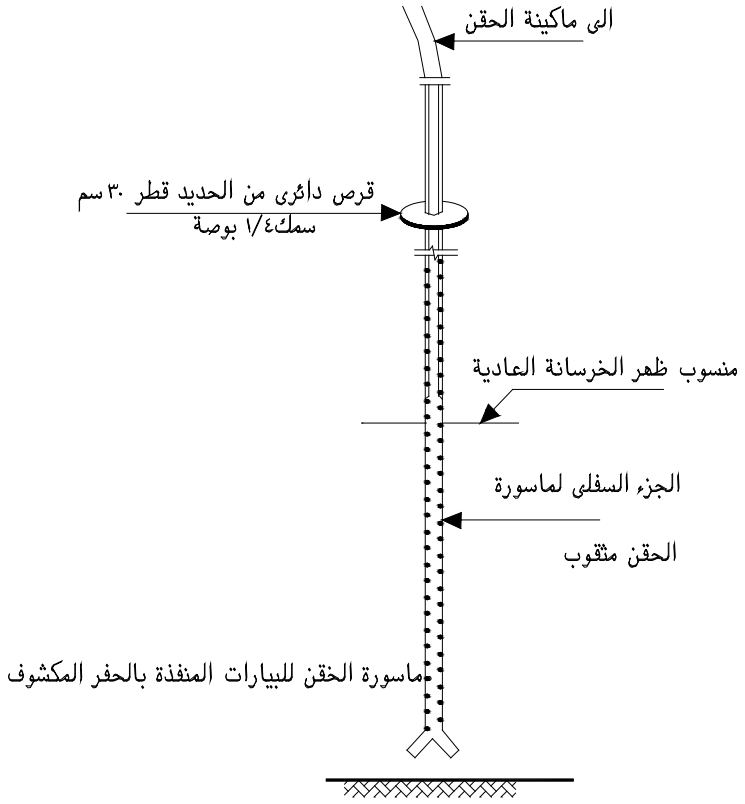
شكل (٣-١١) قطاع رأسي للبيارة مبينا" الفتحات

٣-٣-١-٢ طريقة الحفر المكشوف مع صلب جوانب الحفر

تستخدم هذه الطريقة مع البيارات المربعه او المستطيله مع صلب جوانب الحفر ونزح المياه الجوفيه بالطرق الفنيه ، ثم تتم أعمال الحفر بالعماله اليدويه او باستخدام الحفارات فى أرض جافه وفيها يلى الطرق المختلفه المستخدمه فى صلب جوانب الحفر:

- الستائر المعدنية Sheet piles
- الشدات المختلطه Combined sheeting
- الشدات المترابطه Contact sheeting
- الحوائط اللوحيه Diaphragm wall

الحوائط الخازوفية Piles wall



شكل (٣-١٢) عملية الحقن في البيارات المنفذه بالحفر المكشوف

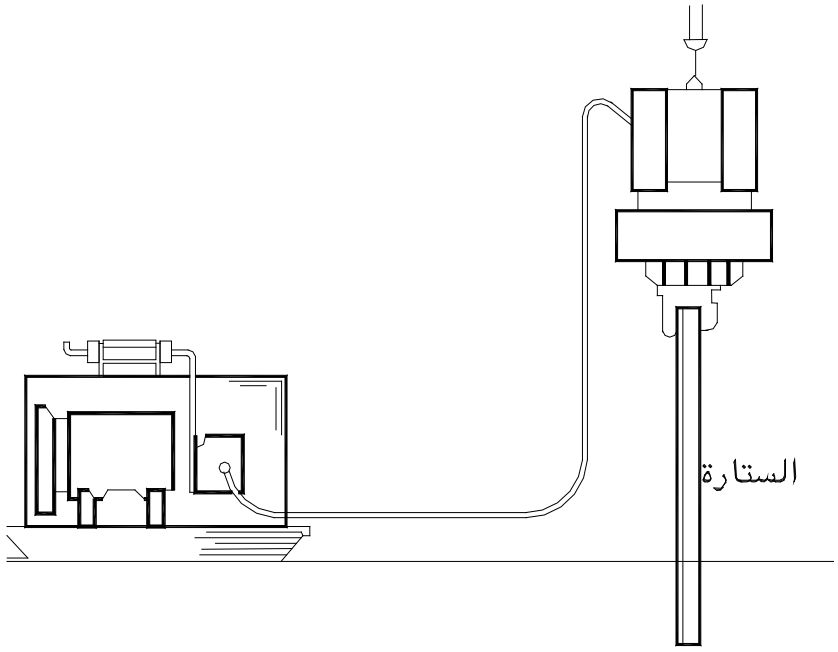
٣-٣-١-٢-١ الستائر المعدنية

تعتبر من الحلول الاساسية لعملية سند جوانب الحفر لأى عمق خاصة للبيارات ذات الابعاد الكبيره وتستخدم الشدادات الخلفيه back anchors مع الستائر المعدنيه الشدات المختلطه ، الشدات المترابطه ، الحوائط اللوحيه ، الحوائط الخازوفيه ، وفيما يلى نعرض فكره مبسطه تساعد المنفذ على حسن اختيار الآله المناسبه لدق الستائر.

تستخدم الهزازات Vibrators لدق الستائر فى طبقا الرمل او الطمى او الزلط فى وجود المياه ويمكن دفع المياه أسفل الستاره تحت ضغط مائى اثناء عملية الدق اذا كان منسوب مياه الرشح بعيد اما بالنسبه اللانواع الاخرى من التربه مثل التربه الطينيه او المختلطة فيمكن ايضا استخدام الهزازات بشرط وجود المياه حيث تساعد المياه على تقليل الاحتكاك بين التربه وجسم الستاره ويمكن خلع الستائر بنفس الاله ويعمل الهزاز بالتيار الكهربائى ويجب الحرص الشديد عند اختيار هذه الاله حيث أن قوه الهزاز تسبب إهتزازا للمبانى المجاوره مماقد يمثل خطرا" عليها شكل (٣-١٢).

تستخدم الشواكيش الديزل Diesel hammers لدق الستائر وهى تتوافر بأحجام مختلفه وطاقة دق مختلفه طبقا لقطاع الستاره وأيضا لنوع الأرض وعمق الدق ويجب الأخذ فى الإعتبار شاكوش ذو طاقة تتناسب مع قطاع الستاره للمحافظه عليها رأسياً وعدم إلتوائها.

ويزود شواكيش الديزل أو الهواء بطاقيه يتم تركيبها أسفل الشاكوش للحفاظ على قطاع الستاره من الدق الستمر لتوزيع طاقة الدق على قطاع الستاره بالكامل وتوجد انواع أخرى من الشواكيش مثل شواكيش الهواء وشواكيش البخار.



شكل (٢-١٣) تركيب الستائر بالهزاز

طريقة تنفيذ الستائر المعدنية

- يحدد أبعاد البياره ومنها يحدد محور الستائر المعدنيه .

- يتم تصنيع هيكل معدنى (جبارى) طوله حولى ٤ متر وإرتفاعه حوالى ٣ متر وعرضه حوالى ٢ متر ويتم ضبطه رأسيا بميزان مياه لوضع الستائر المعدنيه بداخله لضمان رأسيتها تماما" أثناء عملية الدق ويمكن الإستغناء عن الجباره فى حاله إستخدام أى معده مثل الحفار أوالونش بدليل رأسى لعملية الدق (شكل ٣-١٤).

- يتم دق أول ستاره حتى تقترب الستاره من الجبارى ثم يتم دق الستاره التاليه وهكذا حتى يتم دق مجموعه الستائر على الجبارى.

- يتم رفع الجبارى وتستكمل أعمال الدق مره اخرى ، فى حاله صعوبة عمليه الدق، يتم دفع هواء أسفل الستاره لتقليل مقاومة احتكاك التربه لبدن الستاره أثناء الدق وتستخدم هذه الطريقه فقط فى الطبقات الرمليه مع وجود المياه وأما حاله الطبقات الطينيه شديده التماسك فيتم دفع مياه تحت ضغط عالى جدا" مع ملاحظة التوقف عن دفع المياه قبل أن تصل الستاره إلى المنسوب النهائى بمتر واحد حتى لايتسبب ذلك فى خلخلة التربه عند منسوب التأسيس شكل (٣-١٥).

- بعد الإنتهاء من إنشاء الستائر المعدنيه تتم أعمال الحفر بكامل سطح البياره حتى نصل إلى منسوب أول صف من الشدادات الخلفيه ثم تتوقف أعمال الحفر.

- يتم عمل ثقوب الشدادات بواسطه ماكينه التخريم بالقطر والطول والميل المطلوب طبقا" للرسومات التنفيذيه.

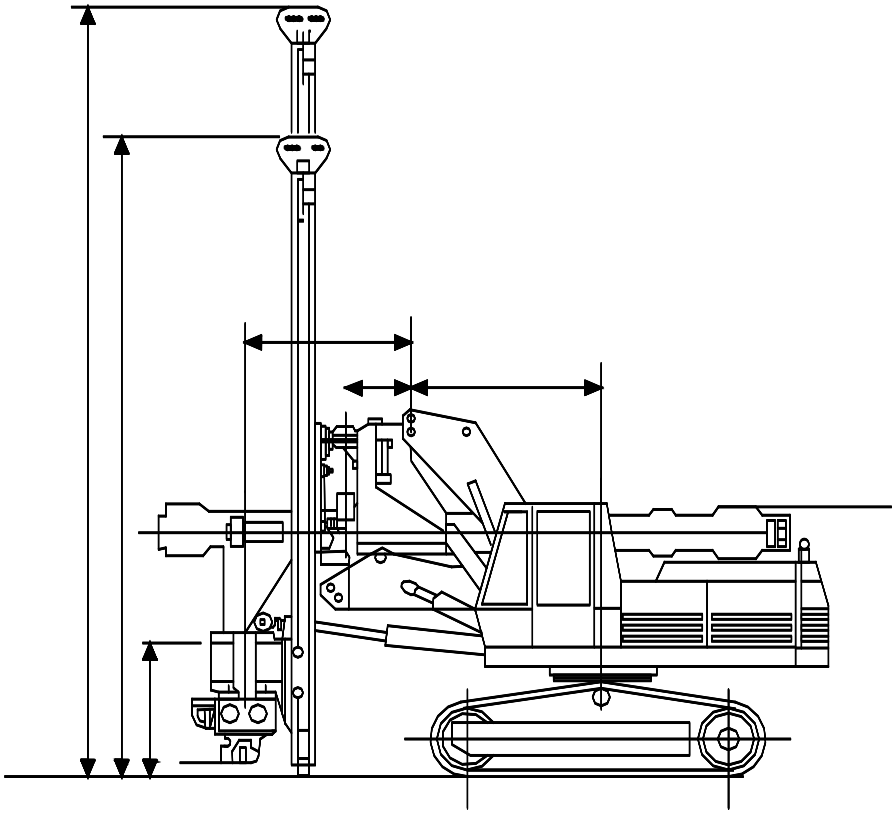
- يتكون الشداد من ثلاث أجزاء هما الطول المتماسك BOND length والطول الحر Free length ورأس الشداد Anchhor head وهو الجزء الرابط بين الشداد والحائط شكل (٣-١٦).

- بعد الإنتهاء من عمل الثقوب تماما" ، يدفع الماسوره المعدنيه ذات الجدار المعرج إلى داخل الثقب حتى نهايته ويدفع مع الماسوره مجموعه الكابلات فى حزمة واحده موزعه على حلقات دائريه ويدفع كذلك ماسوره الحقن فى منتصف الماسوره المعدنيه.

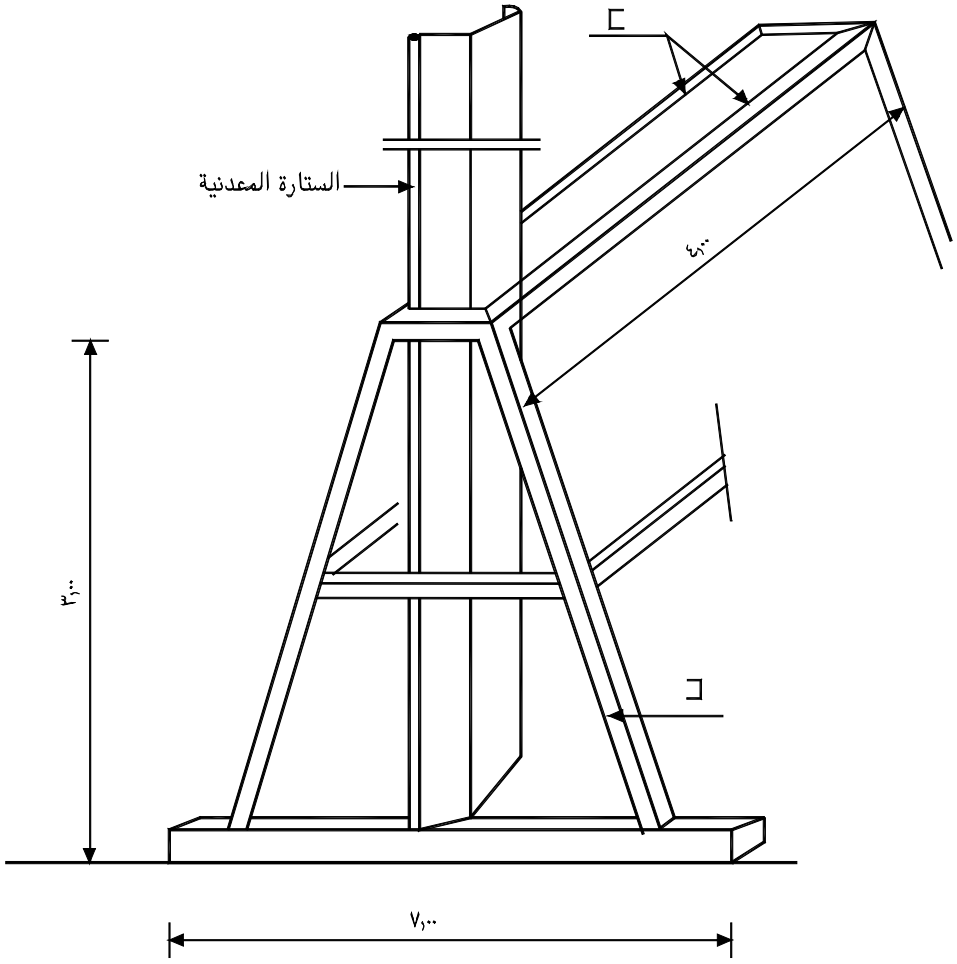
- بعد الإنتهاء من وضع الكابلات والمواسير يتم عملية الحقن بالأسمنت اللبانى تحت ضغط عالى لضمان ملء الماسوره وقطاع الحفر كاملا بمواد الحقن.

- تترك الشدات فتره حتى يتم وصول المونه إلى قوة التصلد ثم وضع رأس الشداد على الحائط .ثم يتم عمليه شد الكابلات بواسطه آله شد هيدروليكيه للوصول إلى قوه الشد اللازمه للشداد شكل (٣-١٧).

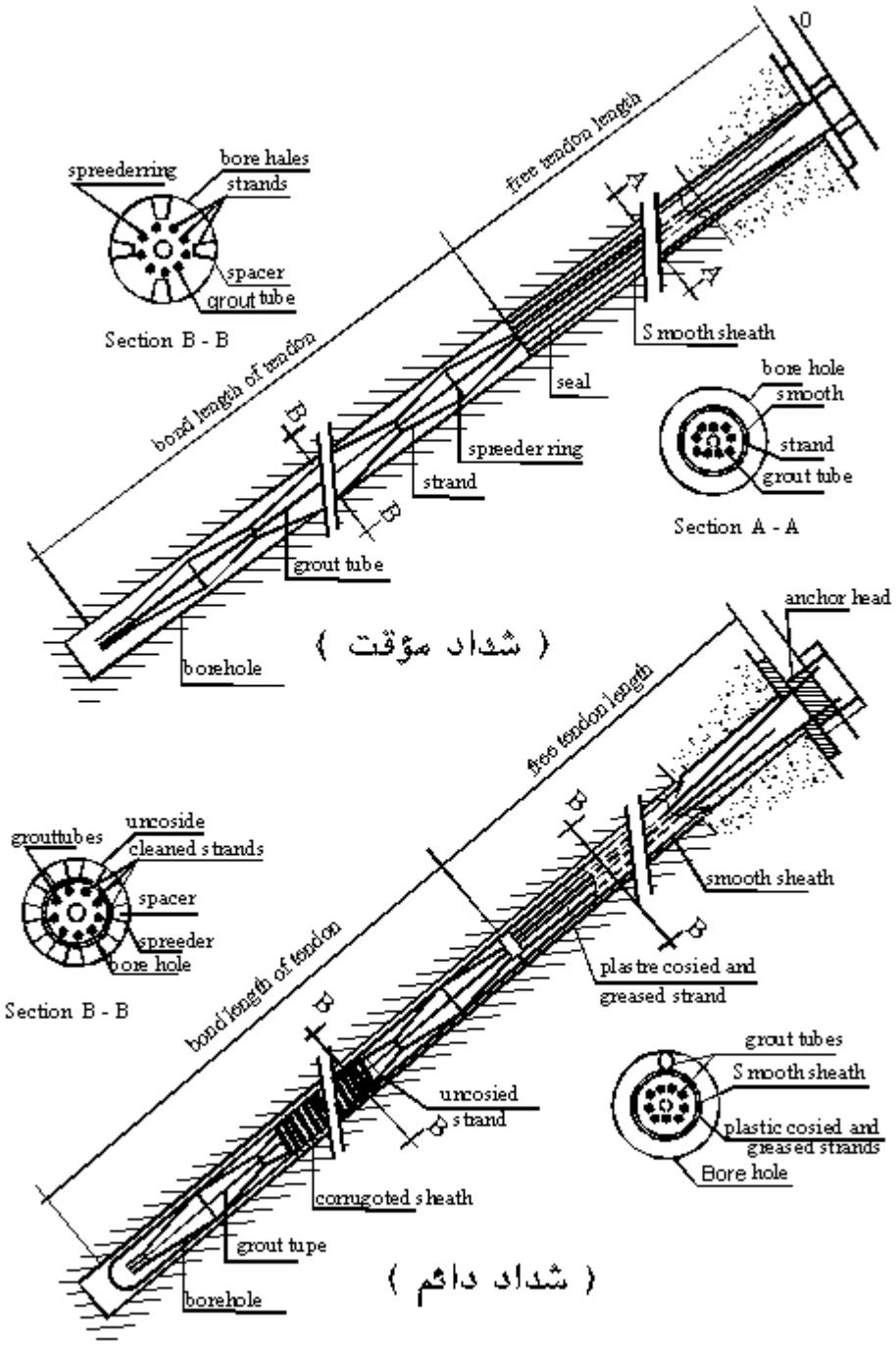
- بعد الوصول إلى قوه الشد يتم وضع خوابير معدينه على شكل مخروط عند كل حزمه من الكابلات المشدوده ويتم بعد ذلك إيقاف أله الشد الهيدرولكيه لتحاول الكابلات العوده إلى وضعها الأصلى نتيجة قوه الشد العالية ولكن يمنع الخابور المعدنى إرتداد الكابلات إلى وضعها الاصلى قبل الشد كما تقاوم الحلقه المعدنيه الدائرية حركه مجموعه الخوابير.



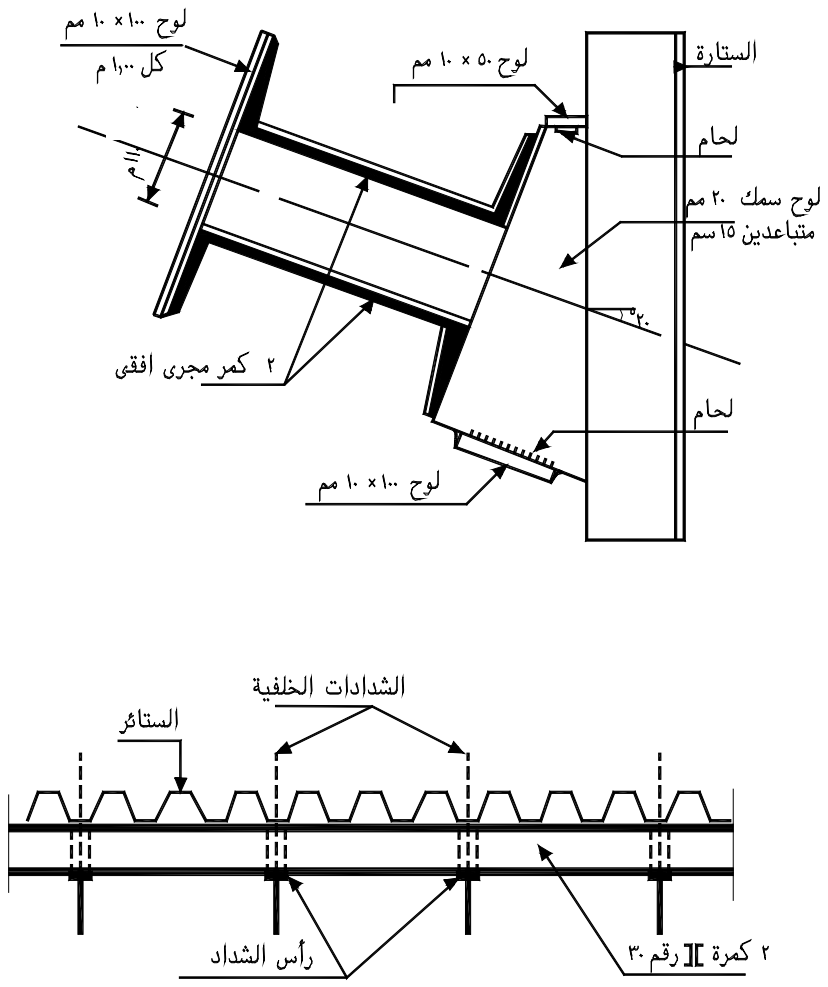
شكل (٣-١٤) تركيب الستائر باستخدام دليل رأسي مركب على حفار



شكل (٣-١٥) الجباري



شكل (٣-١٦) تفاصيل الشدادات الدائمة والمؤقتة

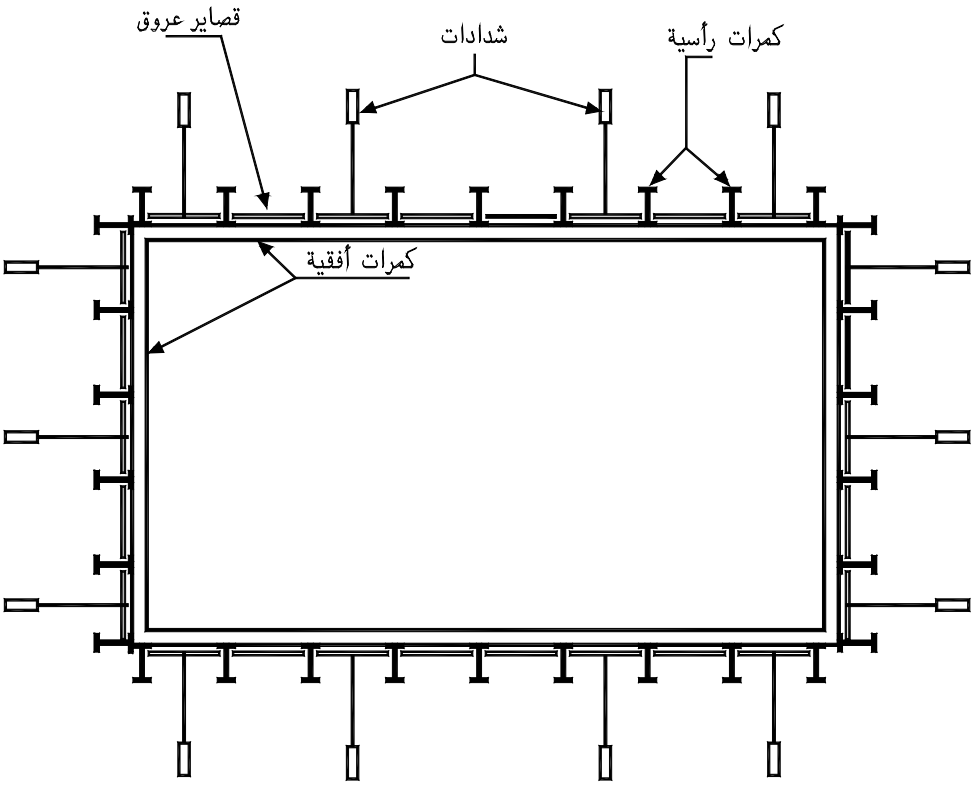


شكل (٣-١٧) رأس الشداد

٣-٣-١-٢-٢ الشدات المختلطه

طريقة التنفيذ:

- يحدد ابعاد البياره ومنها يحدد محور كل جانب الحفر مع احتساب سمك الشدة المطلوبة.
- يتم دق كمرات رأسيه وأفقيه I على حدود محور البياره وتتحدد المسافه بين كل كمره والتى تليها بواسطة التصميم وعادة تكون مابين ٥ر١ متر ثم تتم أعمال الحفر حتى عمق يتناسب مع طبيعة التربه شكل رقم (٣-١٨).
- يتم وضع قصاير العروق (٤"X٤" او ٥"X ٥") فى المسافه مابين محورى الكمرات الرأسية.
- يتم تنفيذ الشددات الخلفيه بنفس الطريقة السابق ذكرها فى الستائر المعدني شكل رقم (٣-١٩).

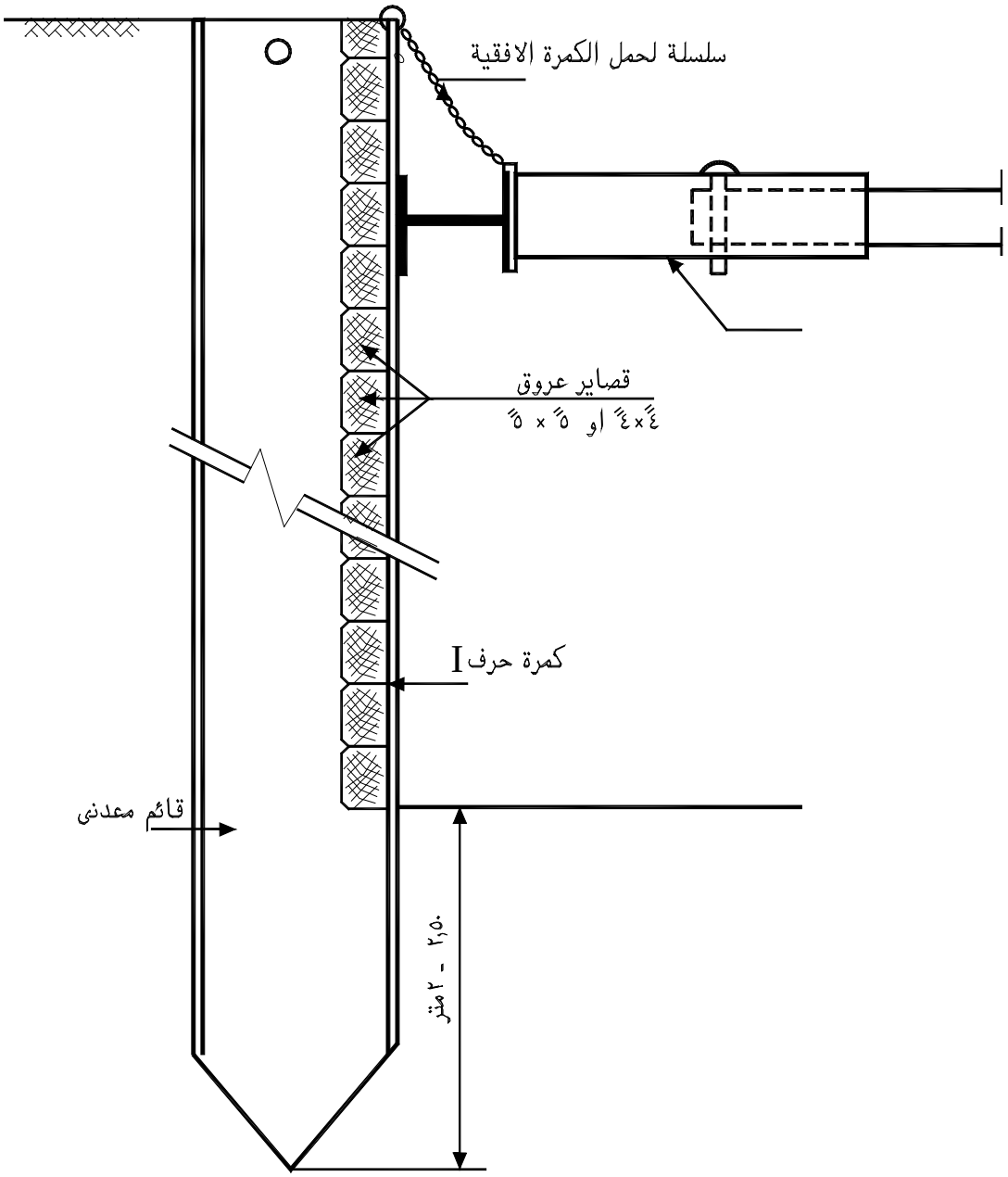


شكل (٣-١٨) استخدام الشدادات المختلفة للمشروعات

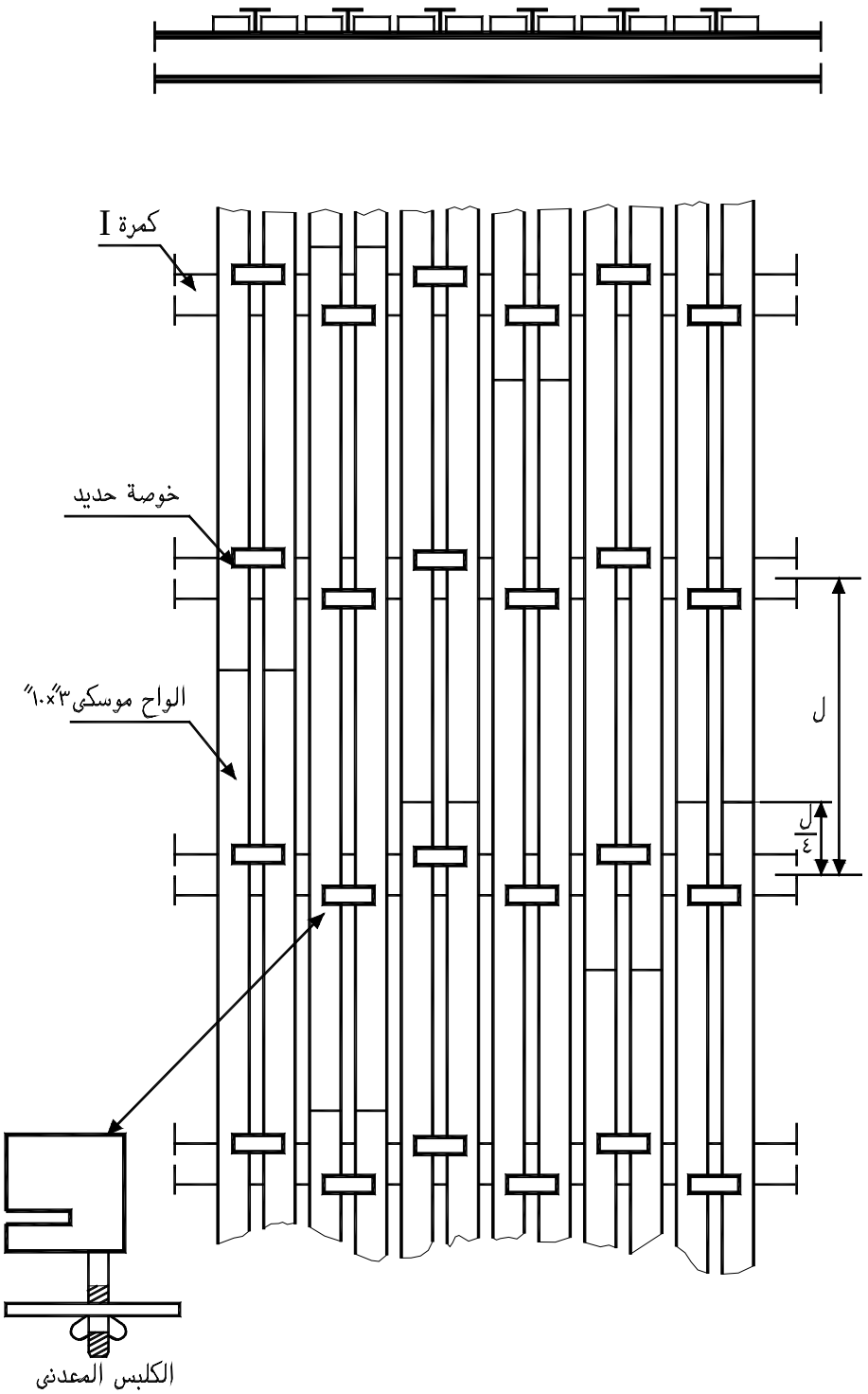
٣-٣-١-٢-٣ الشدات المترابطه

- يتم تحديد محور كل جانب من جوانب الحفرر للبياره مع إحتساب سمك خشب الشده.
- يتم دق كمرات قطاع I على كل محور وتتحدد المسافة بين كل كمره والتى يليها بواسطة التصميم وعادة ماتكون مابين ٥ر١ – –ر٢ متر.
- تتم أعمال الحفر بعد الإنتهاء من دق جميع الكمرات.
- يتم تطبيق خشب موسكى قطاع (٣"X١٠" ، ٣"X١١") مع رباط هذه الالواح بواسطه الكلبسات المثبته فى الكمرات الرأسية كما هو موضح بالشكل رقم (٣-٢٠) ، (٣-٢١) ، (٣-٢٢).
- عند الوصول لمنسوب الصف الأول للكمرات الأفقية (walers) يتم وضع الكمرات بواسطه الدكم أو بالشدادات الخلفيه السابق ذكرها فى الستائر المعدنيه مع الأخذ فى الإعتبارالنقاط التالية :

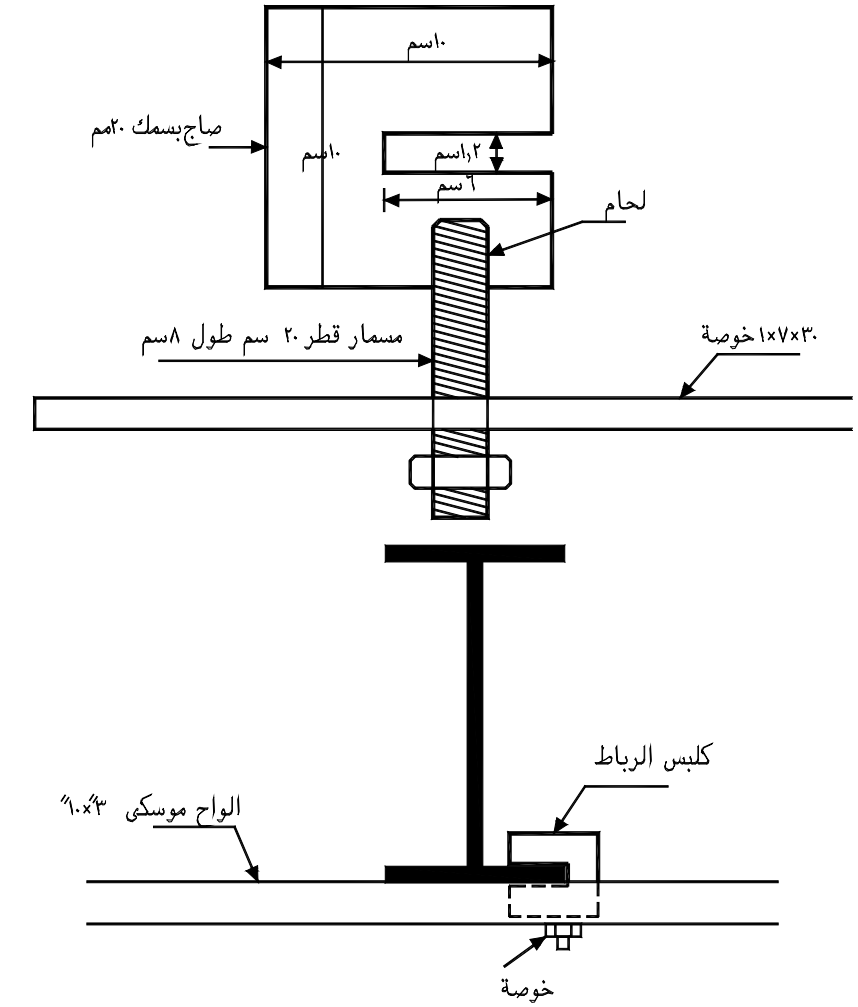
- يجب تصميم جميع عناصر الشده لتحديد قطاعها والمسافات بينها.
- يجب أن تكون وصلات الألواح الخشبيه وجوانب الحفر ملء هذا الفراغ بالاتربه.
- تستانف أعمال الحفر وكلما زاد العمق يتم تطبيق الألواح الموسكى بالطريقة السابقه.
- عند نهو الأعمال تفك الشده من أسفل إلى أعلى مع متابعة الردم على كل جزء يتم فكه.

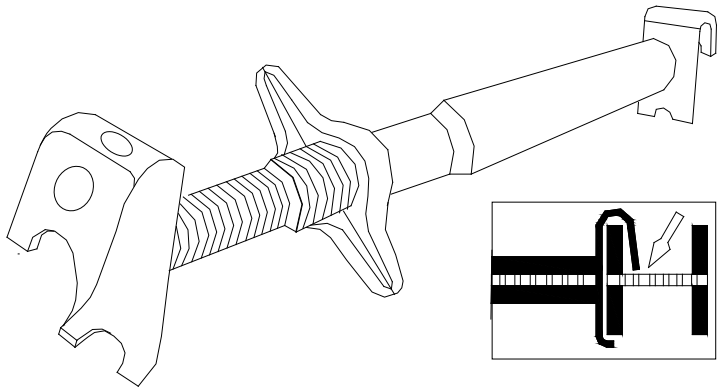


شكل (٣-١٩) قطاع في الشدات المختلطة وتدكيمها



شكل (٣-٢٠) قطاع في الشدات المترابطه





شكل (٣-٢١) تركيب الكلبس بالشدة المترابطة

٣-٣-١-٢-٤ الحوائط اللوحية

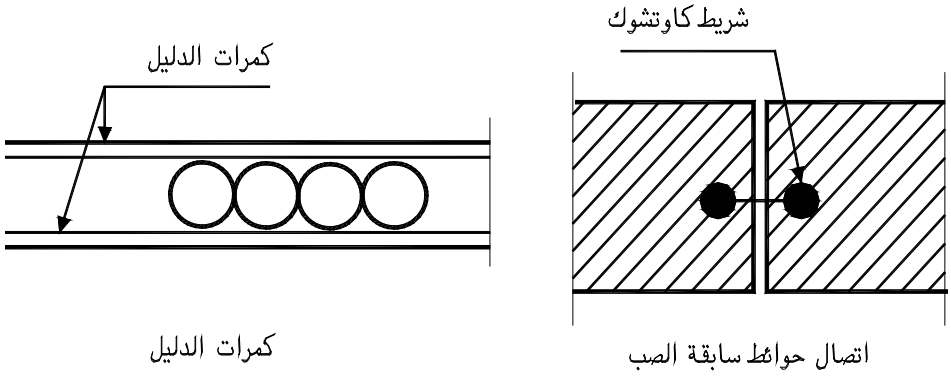
حوائط لوحية سابقة الصب pre cast doiaphram walls أو مصبوبه على بيتها site cast in.

٣-٣-١-٢-٤-١ طريقة الحوائط اللوحيه سابقه الصب:

- يتم تحديد أبعاد البياره ومنها يحدد محور الحوائط.

- يتم صب كمرات مسلحة على جانبى المحور تعمل كدليل للحفار ثم تتم أعمال الحفر بين الدليلين بحيث تكون المسافه بينهما تساوى سمك الحائط الساند +٥ سم خلوص وتستمر أعمال الحفر حتى نهاية المنسوب المطلوب.

- يتم تنزيل الحائط اللوحى داخل الحفر بعد الوصول إلى المنسوب المطلوب مع وضع شريط كاوتشوك فى منتصف سمك الحائط اللوحى فى الفراغ الدائر الموجود بطول الحائط قبل تنزيله بداخل الحفر (فائده هذا الشريط هو الترابط بين الحوائط اللوحيه ومقاومة مياه الرشح ورقم (٣-٢٣).



شكل (٣-٢٣)

٣-٣-١-٢-٤-٢ طريقة تنفيذ الحوائط اللوحيه المصبوبه على بيتها

- يتطلب التنفيذ عمل حوائط ذات أبعداد معينه لإستكمال العمل وذلك فى حالة تنفيذ حائط بعرض أصغر من الحائط اللوحى سابقه الصب أو بعمق أكبر مما يستلزم قطاعا أكبر وتسليحا مختلفاً.

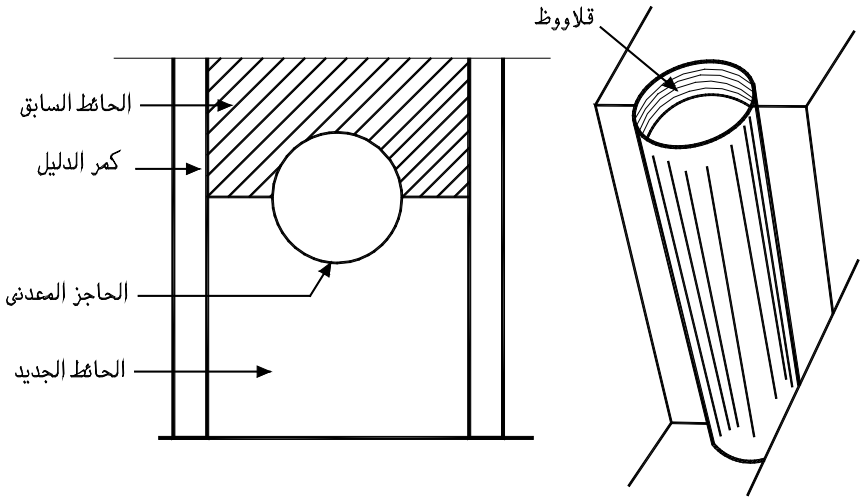
- يتم تحديد محور الحائط وعمل الدليل على جانبى المحور شكل (٣-٢٤).

- تتم أعمال الحفر مع دفع خليط البتونايت حتى نصل إلى منسوب التأسيس.

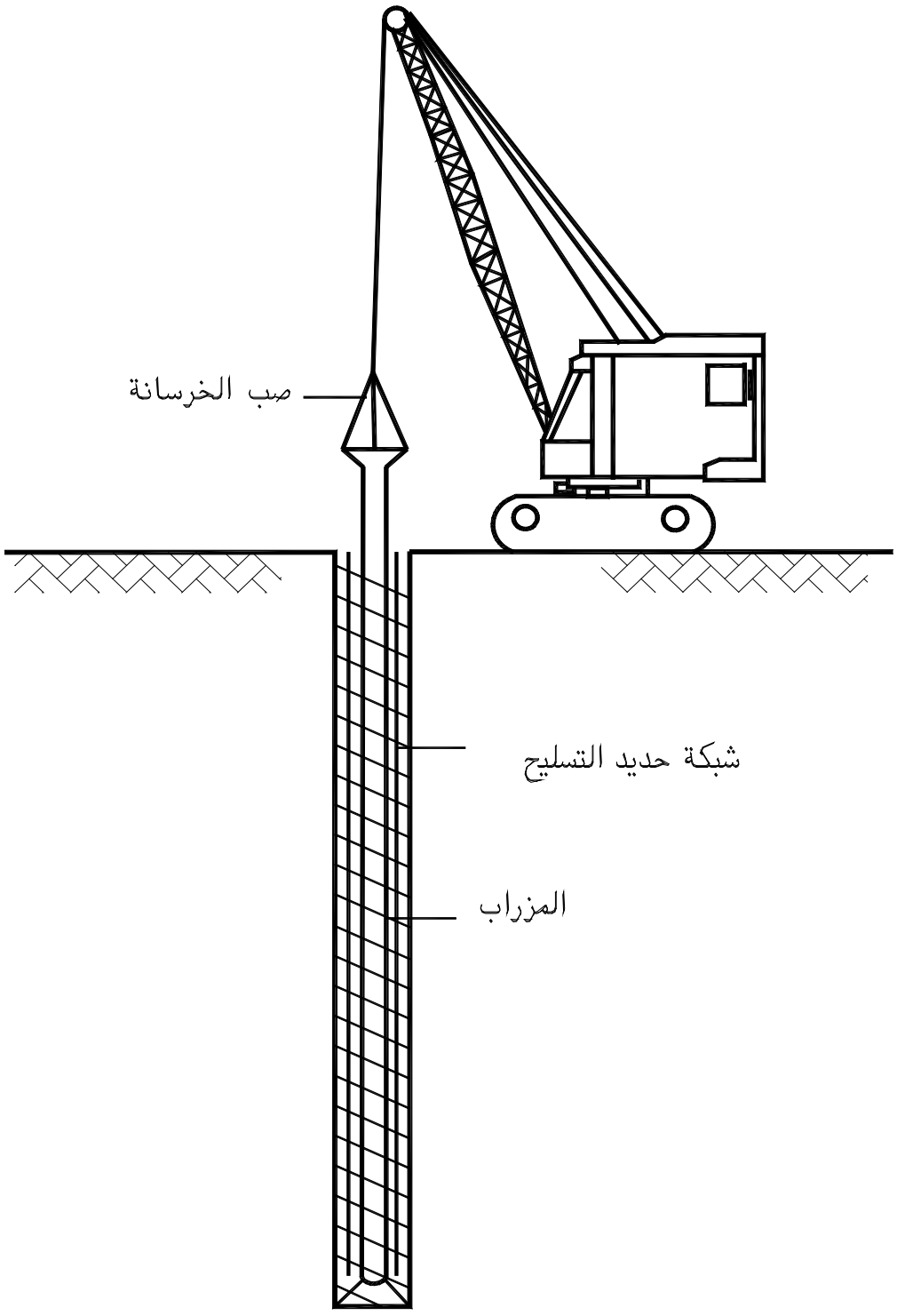
- يتم تنزيل القفص الحديدى لتسليح الحائط بداخل الحفر شكل (٣-٢٥).

- يتم صب الخرسانة داخل مرزات رأسى بعمق الحائط (يتكون من وصلات مواسير متصله مع بعضها وفى بغصها وفى نهايتها قمع مخروطى) بحيث تكون نهاية مواسير المزراب أعلى بمقدار ٥٠ سم من قاع الحفر بحيث يبدأ الصب ببطء فتملاء الخرسانه الحائط من أسفل حتى تغطى نهاية ماسورة المزراب ثم نبدا فى رفع المزراب عن عمق آخر سطح للخرسانه حتى لا تختلط الخرسانه بأى أتربه أوبنتونايت ويمكن فك إحدى الوصلات بإستمرار الصب ويعاد تركيب القمع على المزراب وهكذا حتى يتم ملئ الحائط تماما بالخرسانه شكل (٣-٢٦).

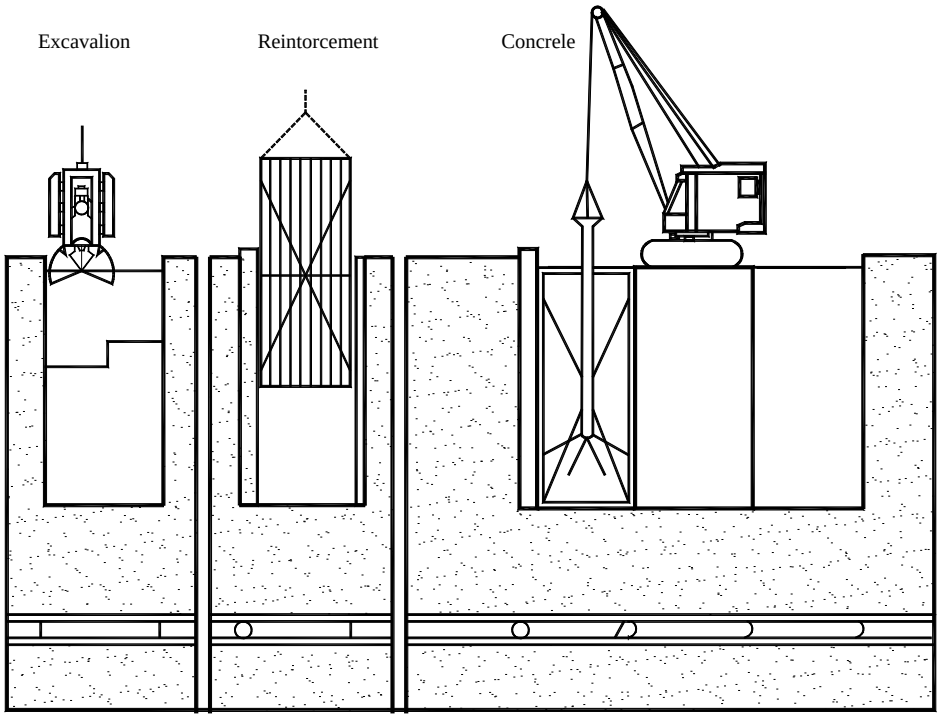
- يتم الحفر حتى الوصول إلى أول صف من الشدادات الخلفية ويتم تنفيذها بنفس الطريقة السابق ذكرها فى الستائر المعدنية.



شكل (٣-٢٤) الحاجز المعدني لصب الحوائط اللوحية



شكل (٣-٢٥) صب اللوائح اللوحية



شكل (٣-٢٦) خطوات تنفيذ الحوائط اللوحية

٣-٣-١-٢-٥ الحوائط الخازوقيه

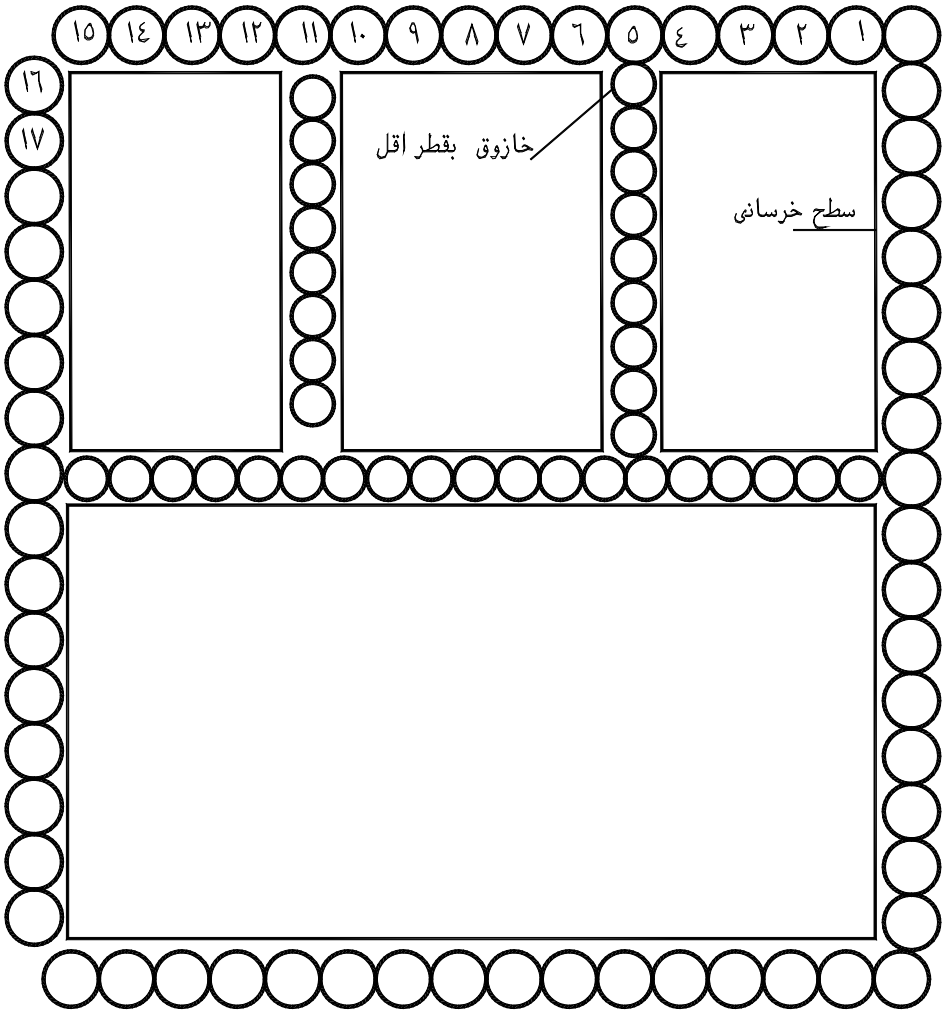
وهى عباره عن خوازيق رأسيه متجاوره لتكون حائط ساند.

٣-٣-١-٢-٥-١ طريقة التنفيذ

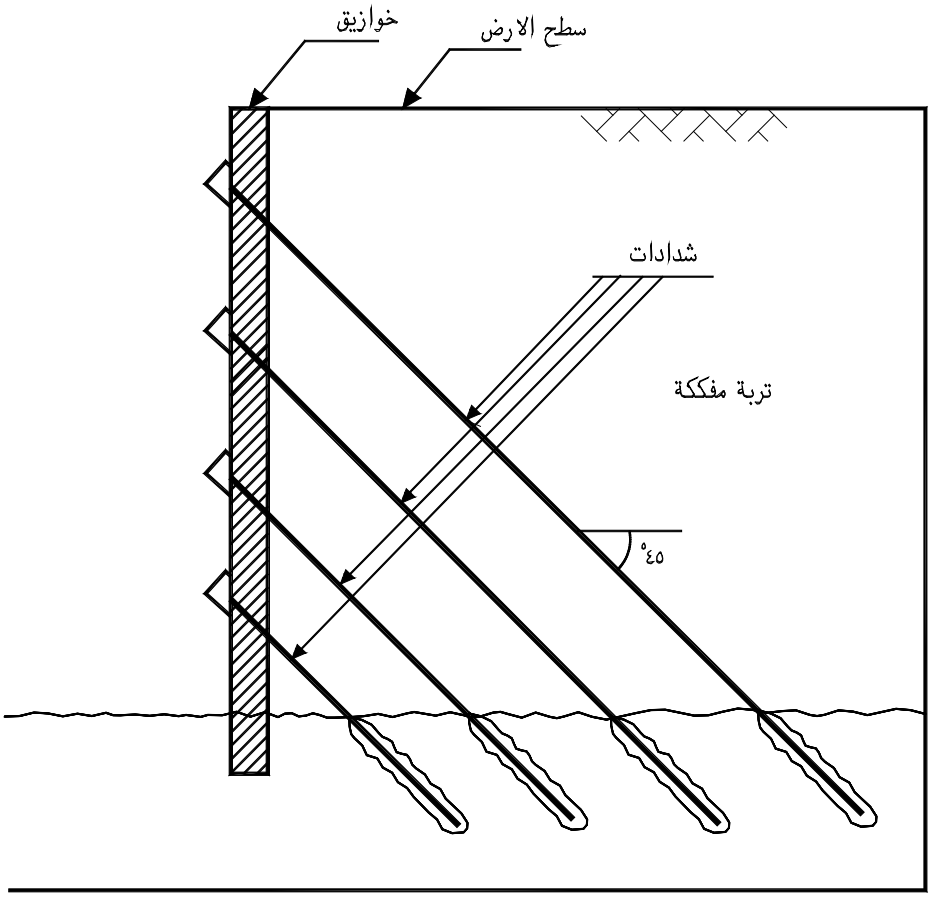
- يتم تحديد محور البياره ثم يتم تنفيذ الكمرات المسلحه على جانبى المحور(الدليل).
- يتم حفر الخازوق الأول مع دفع خليط البنتونايب إلى التربه لحفظ جوانب الحفر من الإنهيار.
- يتم تنزيل القفص الحديد للخازوق ثم يتم صب الخرسانه بإستخدام المزراب حتى يكتمل الخازوق.
- يتم العمل فى الحفر للخازوق رقم (٤) ثم حفر الخازوق رقم (٧) هكذا حتى نهاية العمل شكل (٣-٢٧).
- نعيد العمل فى الحفر للخازوق رقم (٣) ثم رقم (٦) ثم رقم (٩) وهكذا حتى نهاية العمل وأكتمال تنفيذ حدود البياره بالكامل.
- فى حالة الأعماق الكبيره يتم تصميم شدادات خلفيه لمقاومه ضغط التربه وبالتالى يقل قطاع الخازوق شكل (٣-٢٨).
- يتم الحفر داخل البياره مع عمل نظام لنزح المياه الجوفيه ، وعند الوصول إلى منسوب التأسيس يتم تنظيف جسم الخوازيق من الطين العالق بها وذلك عن طريق خرطوم مياه ضغط عالى أوبالرماله sand plast.
- يتم صب الخرسانه العاديه للأرضية.
- يتم ازاله الغطاء الخرسانى من الخوازيق بمسك البلاطة المسلحة وكشف حديد التسليح.
- يتم لحام أشاير حديد التسليح على شكل زواية بمعنى لحام فرع منها بأسياخ الخازوق والفروع الاخرى داخل البلاطه حتى تحقيق تماسك جيد بين البلاطه والخوازيق.

- يستكمل حديد التسليح بكامل البلاطه طبقا للرسومات التنفيذيه ثم يتم صب البلاطه.

- يتم عمل شبكه حديد تسليح رأسية على سطح الخوازيق ثم عمل شدة نجاره رأسيه لحوائط البياره على سطح الخوازيق ويتم صب الخرسانة حتى يتم الإنتهاء من حوائط البياره.



شكل (٣-٢٧) تنفيذ الكمرات المسلحة



شكل (٣-٢٨) الشدادات الخلفية مع حوائط خازوقية (منفذة)

٣-٤ إشتراطات تركيب المعدات الميكانيكية والكهربائية

٣-٤-١ الطلمبات

- قبل البدء فى تركيب الطلمبات – يجب أولاً التأكد من سلامة الطلمبات بعد عملية الشحن والنقل إلى الموقع والاطمئنان إلى عدم وجود كسور أو شروخ بجسم الطلمبة أو أية أعطاب فى أى جزء فيها.

- يجب مطابقة البيانات المدونة على بطاقة البيانات للطلمبة بالبيانات والمواصفات الموجودة بالتعاقد.

- من الضرورى الحصول على المعلومات الكاملة عن التركيب الصحيح للطلبة شاملاً جميع التفصيلات الخاصة بالمواسير ومناسيب المياه المقابلة وظروف التشغيل القصوى والدنيا المقترحة من صانع الطلمبة.

- ويجب تنفيذ قاعدة الطلمبة التى سيتم تركيبها عليها طبقاً لتعليمات الصانع، وإذا تطلب الأمر عمل فرش (هيكل) من قطاعات الصلب فإنه يجب العناية فى ضبط القياسات الخاصة به والمحافظة على درجة الإستواء والمنسوب الخاص بالقاعدة الخرسانية التى سيركب عليها الهيكل الصلب.

- يجب إعطاء العناية الكافية لعملية ضبط المحاور (الإستقامة) Alignment لتقليل عملية الصيانة الدورية للجلندات، ويمكن عن طريق إستخدام الوصلات المرنة Flexible Coupling تجنب الآثار المترتبة عند عدم الضبط Misalignment.

- ويجب على أية حال إتباع تعليمات الصانع بدقة عند ضبط المحاور مع تجنب إستخدام كراسى المحور سريعة التآكل والأعطال.

- يجب ألا تعامل الطلمبة على أنها وسيلة لتثبيت المواسير ، ويجب العناية عند تركيب نظام المواسير والبلوف لمحطة الرفع والتأكد من أنه لا يوجد إجهادات Strains تنتقل إلى فتحات الطلمبة (نتيجة عدم ضبط المحاور) والتى تتسبب فى تكتيف الطلمبة (قفشها) أو كسر الأجزاء المصنعة من المسبوكات.

- يجب مراعاة وضع الطلمبة "مستوى التركيب" بالنسبة لمنسوب مياه السحب، وأن يكون هناك مواسير سحب مستقلة لكل طلمبة فى حالة المحطات متعددة الطلمبات.

- عند تنفيذ خط السحب المشترك للطلمبات فإنه يجب ملاحظة أن أقصى ميل هيدروليكى لمواسير السحب المشتركة فى أى نقطة منها عن القيمة التى عندها تكون أى طلمبة فى وضع الإستعداد للتشغيل Stand-by تحت ضغط سحب أقل من الضغط الجوى– مما يؤدى إلى تسرب خلال الجلندات الساكنة وتختنق الطلمبة تماماً بالهواء Air Laccked وتصبح غير مناسبة للتشغيل عند الحاجة إليها حيث تحتاج فى هذه الحالة إلى إعادة تحضير.

- يراعى عدم تجاوز نسبة السلب فى مواسير السحب عن الحدود المسموح بها.

- يجب مراعاة وضع مواسير السحب داخل البيارة والتأكد من مناسيبها طبقاً للتصميم حتى لا يؤدى عدم تغطية فوهة السح بالمستوى الملائم الأدنى إلى تكوين فقاعات هواء مغلقة داخل الطلمبة – ينتج عنها فقد التحضير أثناء دوران الطلمبة.

- يجب تجنب وجود ضغط سحب عإلى على الطلمبة سواء بتغيير منسوب التركيب المحدد لها أو إستخدام مواسير ذات إحتكاك مرتفع القيمة أو وجود خنق على جانب السحب سواء نتيجة وجود إنسداد فى مدخل السحب أو محبس سكينة غير مفتوح تماماً حتى لا يؤدى ذلك إلى حدوث تكهف بالطلمبة – مما يتسبب فى تآكل وبرى السطح المعدنى للطلمبة بفعل تكوين جيوب بخار داخل السائل تتراكم على الأسطح المصمتة للطلمبة.

٣-٤-٢ المحركات الكهربائية

- من الضرورى قبل التركيب مراجعة المحركات والتأكد من عدم تعرضها للتلف نتيجة تخزينها بطريقة غير مناسبة لمدد طويلة.

- يجب ملاحظة عدم وجود مظاهر للصدأ بالمحرك قبل التركيب.

- يجب قياس مقاومة ملفات المحرك بالميجر للتأكد من عدم تأثرها بالرطوبة أثناء التخزين، ويجب ألا تقل المقاومة عن ١ ميجا أوم، وإذا قلت عن ذلك فيجب تجفيف الملفات تماماً وإعادة القياس.

- يجب التأكد من المقتنات الخاصة بالمحرك والمدونة على لوحة البيانات ومطابقتها على مستندات التوريد.

- يجب التأكد من إزالة أية أتربة أو ترسيبات على أجزاء المحركات قبل التركيب مع مراجعة نقاط الارتكاز والتوصيل وحلقات الإنزلاق للتأكد من سلامتها وعدم تعرضها للتآكل أو الكسور.

- يجب الكشف على شحم الكراسى الخاصة بالمحركات – ما عدا الأنواع المحكمة والمصممة للعمل على مدى العمر الإفتراضى للمعدة – والتأكد من صلاحيته أو تغييره إذا لزم الأمر.

- يجب تركيب المحركات "فى حالة المحركات المنفصلة" على قاعدة صالدة ومستوية لتجنب حدوث الإهتزازات، وفى المعتاد فإن القاعدة تتكون من فرش من قطاعات الصلب المحملة على عتبة خرسانية مسلحة، ويجب مراعاة أن تكون مسامير الرباط متناسبة بعناية وأن يتم تجميع الفرش بحيث يكون السطح أفقى ومنضبط المحاور عند وضعه على العتبة الخرسانية، ويتم التحبيش على الفرش بعد ضبط الأفقية المحورية (الإستقامة).

- ويمكن الإستعاضة عن عمل الفرش الصلب عن طريق تثبيت المحرك مباشرة بالقاعدة الخرسانية بإستخدام حشوات (خابور) يتم إدخالها بالخرسانة، وتصنع هذه الحشوات عادة من الحديد الزهر، وتكون ذات قمة ناعمة وبها ثقب طولى مسلوب ويكون جسمها ذو شقوق لضمان أحسن تثبيت (ارتباط) بالخرسانة.

- ويتم ربط الحشوات بأرجل المحرك، ويتم تحميل المحرك نفسه على القاعدة الخرسانية بغرض الضبط السليم، وعند ضبط المحورية (الاستقامة) يتم التحبيش الدائم بالمونة الاسمنتية (مونة الاسمنت نوع أ) ، وبعد إتمام الضبط النهائى والاستواء يتم تخريم ثقوب وتديه فى اتجاه معاكس لقدم المحرك وترياً وداخل حشوات القاعدة، ويتم إدخال إبر (بنوز) Pins وتدية وذلك لتسهيل أعمال إعادة التركيب التالية للمحرك على قاعدته.

- الضبط "الصف" البسيط أو ضبط الارتفاع أو تغيير المحرك يمكن الوصول إليها عن طريق إستعمال لينات Shins تحت أرجل المحرك.

- ويتم أيضاً إستعمال أوتاد المعايرة Dowelling بعد اتمام التحبيش "ضبط الإستقامة والضبط النهائى للمحرك فى حالة إستخدام الفرش الصلب.

- المحركات الكبيرة ذات المحاور المحمولة على "قاعدة تصنيع" تورد لها فرش ذو هيكل سفلى من الحديد الزهر لتحميله مباشرة على قواعد من الخرسانة المسلحة المعدة لذلك.

- المحركات ذات التحميل على الفلنشات أوالمحركات الرأسية تركب على هيكل سفلى.

- تركب المحركات الرأسية على تقفيصة (Skirts) سابقة التجهيز وخاصة لإدارة الطلمبات وتعتبر هى قاعدة المحركات (Motor Stool).

- يكتمل التركيب الميكانيكى للمحرك عندما يتم توصيل نصفى وصلة الإتصال، ويلزم إجراء المزيد من الفحص قبل توصيل التيار، ويجب التأكد من أن هواء التبريد للمحرك يمر دون عوائق ولا تعترضه أى عقبات سواء من مداخل الهواء أو ممرات خروج العادم حيث أن الفراغ الغير كافى بين مداخل الهواء والحوائط المجاورة ينتج عنها حرارة زائدة.

- يجب التأكد من أن الأغطية قد تم رفعها وأن أية أبواب يجب أن تظل مفتوحة أثناء تشغيل المحرك.

- يجب مراجعة جميع المهمات المساعدة للمحرك، مثل ضواغط الهواء والتاكوميترز والمبردات الخارجية والمرشحات "الفلاتر" ومجسات ذبذبة الكراسى ودرجات الحرارة لها ومهمات تدوير زيت الكرسى، والتأكد من تثبيتها Fitted بإحكام.

- الكابلات والموصلات للقوى والتحكم للمحركات يجب أن يتم التأكد من جهد التشغيل لها ومطابقته لهذا التصميم.

- يجب الإهتمام بنهايات التوصيل للكابلات وتثبيتها بطريقة فعالة وإيجابية لضمان التوصيل الجيد للكهرباء.

- من الضرورى توصيل مسامير الأرضى الخاصة بالمحركات بعناية حسب تعليمات الجهات المختصة واللوائح السائدة ومقترحات الصانع.

- يجب مراعاة قواعد الأمان ومنع الحريق وأخطار الإنفجار.

٣-٤-٢-١ ضبط المحورية Alignment

الضبط الدقيق هو مطلب أساسى لتجنب أعطال الكراسى المحورية Bearings وكذلك الوصلات المرنة Couplings، ويتم ضبط المحورية بين المحرك والطلمبة قبل ربط الوصلات وطبقاً للإشتراطات التالية:

- يجب أن تكون أوجه الوصلات متوازية وتراعى كافة أبعاد الفواصل بين الأوجه طبقاً لتعليمات الصانع.
- يتم الضبط النهائى لمحورية الوصلات وتراجع بإستعمال مقياس بالمؤشر.
- يتم إتصال المحركات ذات كراسى الإرتكاز المزدوجة مع الطلمبة عن طريق وصلة مرنة، والهدف منها عدم السماح بأى درجة من عدم المحورية وتقليل إنتقال حمل الصدمات (Shock Loading) لكرسى الإرتكاز.
- المحركات ذات كرسى الإرتكاز المفرد تتصل بالطلمبة عن طريق إستخدام وصلة صلدة الإتصال Solidly bolted، حيث لا يمكن إستخدام الوصلة المرنة نظراً لأن هذه المحركات غير مصممة لكى تتحمل الدفع السفلى Downward thrust الناتج من وزن العضو الدوار للمحرك.

٣-٤-٢-٢ بدء التشغيل

بعد إتمام التركيب للمحركات والتوصيل الصحيح لكابلاتها فإنه يلزم عمل:

- فحص إضافى للتأكد من أن كراسى الإرتكاز جيدة التشحيم، وأن نظام التبريد يعمل بكفاءة، وأن مداخل الهواء ومخارجه لا تعترضها أية عوائق، ويتم توصيل التيار إلى جميع مراوح التهوية التى قد تكون بها إدارة منفصلة للتأكد من أنها تدور فى الاتجاه الصحيح.
- التأكد من أن إتجاه دوران مروحة التبريد للمحرك يتم فى الاتجاه الصحيح حسب التوصيف الموضح بدائرة التوصيل وبالنسبة لإتجاه الدوران للمحرك نفسه طبقاً للمبين بلوحة البيانات للمحرك أوعلى جسم المحرك.

- وعقب إجراء الفحص الأولى للمحرك بعد التركيب وبعد تشغيل المحرك وتحميله فإنه من الضرورى عمل الفحص اللازم للتأكد من معدل الإهتزاز ومراقبة ورصد قراءة مبينات القياس والسرعة.

٣-٤-٣ لوحات التحكم للمحركات MCC

- قبل البدء فى أعمال التركيب يجب مراجعة الرسومات المصدرة من الصانع وكذلك رسومات العقد ومطابقتها للمواصفات المعتمدة .

- يجب إعطاء الإنتباه للموقع الذى سيركب به اللوحة وعلاقتها بمجارى ومسارات الكابلات.

- يجب الآخذ فى الاعتبار- وبعناية فائقة – التخطيط لدخول الكابلات المستقبلية قبل تركيب اللوحات.

- يجب إعطاء العناية لتوفير قاعدة مستوية دائماً عندما تكون اللوحات من النوع الذى يركب على الأرض Floor Mounted .

- يجب الآخذ فى الإعتبارالإرتفاع الكلى للوحة ومقارنته بإرتفاع المبنى الذى ستركب به وسراير الكابلات العلوية.

- يجب مراعاة توفر التهوية التامة للوحات التحكم للمحركات- حيث أن ذلك يؤدى لأن تعمل اللوحات فى درجات حرارة منخفضة ويقلل تكثيف البخار بها.

- يجب الآخذ فى الحسبان عند وضع المهمات باللوحة إمكانية الوصول إلى كافة أجزاء اللوحة بحرية وسهولة ويسر لإمكانية إجراء أعمال الصيانة الوقائية والدورية ولتسهيل الكشف على الأعطال الممكنة.

- يراعى دائماً تركيب لوحات التحكم فى أماكن قليلة الإهتزازات، ويتم تثبيتها رأسياً وبإحكام حتى لا تتأثر مكونات اللوحة ، ويجب إحكام ربط المسامير والصواميل ونهايات التوصيل قبل بدء تشغيل اللوحة.

- يجب قبل توصيل المحرك بلوحة التحكم وبادئ الحركة التأكد من مناسبة سعاتها بعضها للبعض طبقاً للوحة البيانات الخاصة لكل منها.

- يجب ترقيم أطراف الكابلات – للقوى والتحكم– الواصلة والخارجة من لوحة التحكم طبقاً للأرقام المبينة بالرسم التفصيلى للوحات التحكم، وذلك لتسهيل وضمان سلامة التوصيل.

- يجب تنفيذ مسارات الكابلات بعيدا عن أى أجزاء أو أجسام ساخنة مثل شبك المسخنات ومجموعات المقاومات، وإذا لم يمكن تجنب ذلك فيجب إستخدام كابلات مقاومة الحرارة.

- يجب مراعاة عدم تجريح كابلات التوصيل بأية آلات حادة.

- يجب الإلتزام عند مد الكابلات بالعدد المحدد طبقاً للرسومات المعتمدة، وذلك لمنع الحرارة الزائدة والتى تؤثر على كفاءة الكابلات.

- يجب إعادة وضع علامات الترقيم والتحذير والأمان والأغطية المختلفة بعد إتمام التركيب.

- يجب العناية بتأريض جميع أجزاء لوحة التحكم.

- يجب إتباع الخطواط التالية قبل توصيل التيار إلى لوحة التحكم:

- إجراء إختبار مقاومة العزل على جميع النهايات وقضبان التوزيع، ويراعى عزل أو فصل أجهزة القياس والتحكم الحساس قبل توقيع الضغط العالى.
- تشغيل جميع النبائط المغناطيسية يدوياللتأكد من أن جميع الأجزاء المتحركة تعمل بحرية.
- مراجعة أطراف الربط الكهربى للتأكد من سلامة التشغيل لها.
- فصل التوصيلات المؤقتة التى تتطلبها أعمال النقل للوحات (وأى تثبيتات) خاصة للكوبرى الموصل على محولات التيار.
- مراجعة مقتنات المرحلات Relays على الأحمال الفعلية للوحة التحكم طبقاً للوحة بيانات المحركات العاملة والموصلة على اللوحة.
- مراجعة أزمنة التشغيل للأجهزة الزمنية.
- تنظيف جميع الأجزاء الداخلية للوحة.
- إختبار عمل جميع دوائر التحكم والأمان (الحماية).

٣-٤-٤ الكابلات

مد وتنفيذ الكابلات الكهربائية

تعاريف واصطلاحات

مضمار الكابلات Race way

وهو مسمى عام يشمل جميع أنواع الحاويات التى تتيح المكان والمسند والحماية الميكانيكية للموصلات الكهربائية التى تنقل تيار التغذية الكهربائية أو إشارات التحكم بين الوحدات الكهربائية.

سكة القضبان Bus way

وهو موصل كهربى يشكل الغطاء المغلف له جزء مكملاً ، وتحتوى السكة موصلات كبيرة تصنع عادة من مادة مصمته – إما من النحاس أو الألومنيوم.

الأسلاك والكابلات Wires & Cables

وهى عادة موصلات مرنة معزولة تنقل الطاقة بين مصدر التيار الكهربى والمهمات المراد تغذيتها، ولا يسمح بتوصيل أو ربط الكابلات أو الأسلاك التى ليست من نفس المعدن إلا إذا إستخدمت وصلات أومعالجات خاصة.

القطع والقلوظة بالموقع

يتم القطع بالمنشار اليدوى أوالكهربى، ويتم التوسيع وإزالة الرايش والأحرف الحادة بالآلات الخاصة بذلك، وعند وجود قلوظة يجب الحفاظ على نفس طولها كما تنتج بالمصنع وتغطى القلوظة بطبقة من السلاقون (البرايمر) ، وكذلك يتم التغطية بطبقة من السلاقون على الأنابيب التى قد تتعرض للخدش.

المساند Supports

وتشمل الاتى:

- الأقفزة والحوامل والموتكزات، والتى يجب أن توضع عند كل كوع وفى نهاية كل خط مستقيم بين صناديق التوصيل والكبائن.

- الكلبسات Clamps وتصنع من الحديد المطلى المجلفن، وتزود بمسامير لربط حديدة التمدد Expansion shield.

- ويراعى عدم تثبيت الفاروغة الخارجة من مهمات أولوحات قابلة للنزع Removable بمسامير الرباط أو اللحام.

فوارغ الكابلات Cable Conduits

- وهى الأوعية الحاوية للكابلات والأسلاك، ويراعى فيها تجنب وجود جيوب لتجميع المياه داخل الفاروغة مع إيجاد وسيلة لنزح هذه المياه فى حالة عدم إمكانية منع تجميع المياه.

- ويتم التوصيل بالنسبة لفواريغ الكابلات المعدنية عن طريق وصلات Joints ووحدات يشترط فيها ضمان الاستمرارية للتوصيل كهربياً ونظام محكم ضد تسرب المياه. وتستخدم وصلات التمدد Expansion joints لكى تعبر الفواريغ المبانى.

- وتركب الفواريغ مكشوفة – إلا فى حالة التركيب تحت الارض – وتكون مساراتها موازية أو متعامدة مع خطوط المبنى .

- ويجب تغطية نهايات الفواريغ Conduit ends الاحتياطية. وبالنسبة للنهايات المفتوحة المنتجية باللوحات أوالحاويات والمعرضة لدخول الاجسام الغريبة فتوضع عليها سدادات حاكمة . كما يجب تغطية نهايات الفواريغ اثناء التركيبات لمنع دخول الاجسام الغريبة. ويتم تنظيف الفواريغ من الداخل ميكانيكياً لإزالة أية أجسام غريبة مع تجفيف البلل قبل إدخال الكابلات أو الأسلاك بها ، ويجب ألا يؤدى ذلك إلى إحداث أى عطب بالقنوات .

- ويجب مراعاة الاشتراطات التالية عند توصيل الفواريغ واللوحات والصناديق:

  - الفواريغ الجاسئة Rigid تثبت عن طريق موصل زنق وحدات عازل.
  - الفواريغ المرنة Flexible تثبت عن طريق موصل مصندق مع مشبك معزول بالبلاستيك.
  - ولا يسمح بوضع كابلات دوائر القوى مع دوائر القياس والتحكم داخل نفس الانبوب.

- وفى حالة تركيب الفواريغ تحت الارض يجب الالتزام بالمواصفات التالية:

- تمد الفواريغ مستقيمة بصفة أساسية إلا إذا كانت الرسومات تبين عكس ذلك.
- تدخل الفواريغ إلى غرف التفتيش وصناديق السحب والمبانى ، ويتم خلق ميول بين طرفى الفاروغة لتجنب الجيوب المنخفضة، ويجب تزويدها بواسطة وسيلة نزح جيدة.
- عند تثبيت الفواريغ بالخرسانة "دفنها فى الخرسانة " يراعى تنظيفها جيداً قبل صب الخرسانة فوقها مع ربط الفواريغ لعدم تقوصها اثناء الصب.
- يتم الصب لكل حفر من الخرسانة دفعة واحدة، وفى حالة عدم إمكانية تحقيق ذلك يتم استخدام مواد الرباط Construction joint واستخدام فاروغة صلب ٥ قدم على جانب من الوصلة.

- يبدأ الصب من إحدى نهايتى الفاروغة ، ويستمر فى السير بالصب إلى الاتجاه الاخر للسماح للطرف الحر بالحركة ، ولا يسمح بالصب من النهايتين فى اتجاه المركز.

- لا يسمح بإستخدام هزاز ميكانيكى فى الصب.

التوصيلات والجدلات Connections and Splices

- يجب أن تكون الوصلات Connectors من نوع معتمد، ويتم تحديد ظروف الخدمة لها طبقا لطبيعة الموقع. ويجب أن يكون توصيل كابلات القوى إلى الاجهزة عن طريق الرباط للسماح بالفك دون قطع الموصلات وطبقاً لما يلى:

- بالنسبة للموصلات الصلبة: تكون حلقة فى الموصلات للفها حول رأس مسمار التوصيل أو برغل النهاية مع استخدام وردة زنق.

- بالنسبة للموصلات القياسية: تستخدم ترامل الضغط المصنوعة من النحاس المقصدر ذات ثقب أواثنين ملون كوديا.

- ويتم توصيل كابلات التحكم والاجهزة إلى بلوكات التوصيل وفقاً لما يلى:

- بالنسبة للموصلات القياسية : يتم عزلها أولا مع استخدام كلبسات من نوع Ring Tangue

- بالنسبة للموصلات الصلبة : تكون حلقة فى الموصل للفها حول برغل النهاية.

الموصلات المربطة Bonded Conductors

- توصيلات النحاس إلى النحاس.

- تستخدم مسامير وصواميل من البرونز السيليكونى وورد مبططة ووردة زنق (٢+١) لكل مسمار.

- توصيلات الومنيوم إلى نحاس.

- تستخدم مسامير وصواميل ستانلستيل وورد مبططة ووردة مشقوقة (٢+١) لكل مسمار.

- ويتم التوصيل إلى كابلات القوى بإستخدام بنسة عزم ذو مفك عزم، مع إحكام الربط والوصول إلى القيمة المقترحة لعزم الربط بمعرفة الصانع.

الجدلات Splices

تقلل عدد الجدلات إلى أقل ما يمكن، ويتم الجدل فقط داخل صناديق التوصيل أو أماكن محمية. ولا يسمح بالجدلات فى موصلات الجهد ٣٨٠ فولت إلا فى حالة عدم إمكانية تحاشيها، وعند الضرورة يتم إستخدام نفس الوسائل المتبعة عند التوصيل إلى الأجهزة. وفى دوائر التحكم لا تستخدم الجدلات إلا فى حالة عدم إمكانية تحاشيها، وعند الضرورة يتم إستخدام صندوق نهاية توصيل.

التأريض Groundion

التركيب Installation

- يتم تحديد مواقع وترتيبات مواد التأريض طبقاً للرسومات.

- يتم تنفيذ التركيبات طبقاً للمواصفات القياسية المعتمدة.

- يتم تقليل الجدلات فى كابلات الأرضى إلى أدنى حد ممكن.

قضبان الارضى Ground Rods

- يتم تركيب القضبان بإحكام فى الأرض خارج مناطق الحفر.
- يتم إدخال قمة القضيب إلى عمق ٠.٦٠ مترأسفل منسوب التسوية Grade
- يتم إستخدام عتلة إدخال أو أى طريقة مناسبة لمنع إعطاب النهايات المقلوظة للقضبان Threaded ends

خطوات تركيب الكابل الارضى المدفون Buried Ground Cable

- القيام بالحفر اللازم لتركيب الكابلات.
- تدفن الكابلات بعمق ٠.٦٠ متر من منسوب التسوية Grade
- تركب الكابلات فى المجرى Trench طبقاً للمواصفات لمنع الكسر أثناء الردم أو حركة الأرض.
- يراعى ترك الوصلات والجدلات مكشوفة لحين التفتيش عليها.
- التأكد من دك التربة حول القضيب لإتاحة التوصيل الجيد.

خطوات تركيب الكابل الأرضى المكشوف Exposed Ground Cable

- يتم تثبيت الكابل الأرضى بالهياكل الصلب والحوائط أو تحت بلاطات الأرضية Floor Slab عن طريق كلبسات مناسبة.
- يتم ربط نظام الأرضى بمواسير المياه من وجهة التغذية للمعدات.

التوصيلات Connections

- يتم نزع الدهانات والاتربة وأى سواد غير موصلة من الأسطح الموصلة قبل إجراء التوصيلات.

- يجب تدبير الآلات والضبعات عند التوصيل بالضغط طبقاً لتعليمات الصانع لمقاسات الكابلات والقضبان المركبة.

- يتم تأريض جسم المحرك وأجهزة التحكم واللوحات والمفاتيح وغيرها خلال نظام التأريض.

- يتم التنفيذ طبقاً للمواصفات القياسية.

- يتم الاختيار Testing عندما تكون الارض جافة، وتترك الارض لتجف لمدة ٤٨ ساعة أوأكثر بعد أى أمطار مهما كانت شدتها.

- تراجع قيمة المقاومة إلى الأرض لكل نظام أرض بإستخدام الميجر . ويجب ألا تزيد المقاومة لكل من النظام الكهربى Electric System، ولنظام المهمات Equipment System عن ٤ أوم.

سحب الكابلات Cable Jangling

- توضع البكرات على حوامل متحركة وتثبت جيداً ضد الإزاحة.

- تستخدم مماسك السحب مع جعل إجهاد الشد على الموصل وليس على العازل.

- يتم تسهيل الحركة بإستخدام قالب صابون أو سائل التزييت التجارى.

٣-٤-٥ المحولات

- قبل البدء فى التركيب يجب مراجعة المحولات للتأكد من عدم وجود أى عطب أو كسر نتيجة للنقل، ويراعى بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت مراجعة مستوى الزيت وأى تسريب يكون قد حدث بها.

- يجب الفحص الدقيق للدهانات الخاصة بالمحول وملاحظة أية عيوب بها.

- يجب فحص أطراف التوصيل للمحولات وملاحظة وجود أية عيوب ميكانيكية بها.

- يجب فحص التوصيلات والملفات لملاحظة أية عيوب بالعزل الخاص بها.

- يجب إعطاء العناية الكافية لفحص الراتنج الخاص بالمحولات الجافة – حيث أنه من السهل حدوث شروخ أو خدوش بها، والتأكد من سلامتها قبل التركيب.

- بالنسبة للمحولات المغمورة فى الزيت يراعى وجود ممرات للزيت المتسرب، وذلك لتجميع الزيوت المتسربة، مع الآخذ فى الإعتبارإحتمال حدوث شروخ أو ثقوب مؤثرة فى الخزان الرئيسى للمحول.

- يحدد شكل وحجم ونوع الخامات المستخدمة فى إنشاء مأوى المحول المملوء بالزيت حسب معدل التخلص من الحرارة التى تنجم عن اشتعال النار فى الزيت الخاص بالمحول.

- يجب تركيب جميع أنواع المحولات الجافة داخل المبانى بحيث تحاط بإطار معدنى متصل بالأرضى (أو حائل شبكى معدنى).

٣-٤-٦ لوحات التوزيع

- قبل البدء فى التركيب يجب التأكد من وجود الرسومات والتعليمات الصادرة من الصانع لهذه اللوحات والتى تعطى إرشادات التركيب الخاصة بها.

- يجب التأكد من نظافة وجفاف الحجرة التى سيتم تركيب اللوحات بها والتخلص من أية مخلفات موجودة بها.

- يجب التأكد من إغلاق وتغطية أى خلاية غير مستخدمة فى لوحة التشغيل والتى قد تترك كإحتياطى.

- يجب المحافظة على نظافة وجفاف جميع العوازل الموجودة باللوحة وتغطيتها خلال أعمال التركيب.

- يجب مراعاة الطريقة الصحيحة أثناء المناولة والتعتيق، وأن يتم التحميل من النقاط المحددة بواسطة الصانع، وذلك حتى لا تتعرض أية أجزاء باللوحة للإجهادات أو التحميل المفاجئ الذى قد يؤدى إلى حدوث أعطاب أو أضرار جسيمة باللوحة أو مكوناتها.

- يعتمد التركيب السليم للوحات التشغيل وضمان سلامة التشغيل بدرجة كبيرة على دقة تنفيذ القواعد الخاصة بهذه اللوحات. وأنسب طريقة لتنفيذ قواعد لوحات التوزيع هى قطاعات الصلب المشكلة على هيئة مجرى (Channels) المدفونة فى الأرضيةأسفل هذه اللوحات والمزودة بالمسامير "جوايط" وصواميل ضبط، ويجب مراعة توازى هذه القطاعات واستوائها وبروزها قليلاً عن منسوب الأرضية المحيطة باللوحات.

- تركب لوحة التشغيل فوق القاعدة عن طريق التثبيت المباشر على الهيكل الصلب للقاعدة بعد ضبط منسوبها.

- يمكن استبدال الهيكل الصلب للقاعدة بجوايط توضع داخل حفر يتم تجهيزها اثناء صب أرضية حجرة اللوحات ، ويتم وضع الجوايط بها والتحبيش عليها ثم تركب اللوحات وتثبت بواسطة هذه الجوايط والصواميل المناسبة لها.

- فى حالة توريد اللوحات الكهربائية على هيئة أجزاء يتم تجميعها بالموقع فإنه يراعى البدء فى التركيب بالأجزاء الوسطى من اللوحة ثم تركب الاجناب على التوالى، وذلك لضمان عدم تراكم الأخطاء التى لا يمكن ملاحظتها عند حدوث عدم توافق بين أجزاء اللوحة المختلفة، ويجب التأكد من إستقامة أجزاء اللوحة أثناء التجميع، مع مراعاة ترك مسامير الرباط بين الأجزاء غير محكمة الرباط إلى حين الإنتهاء من تجميع كافة الأجزاء.

- بعد إتمام التركيب للوحة يتم مراجعة والتأكد من أن جميع مكونات اللوحة القابلة للسحب يمكن إخراجها بسهولة ، وكذلك بالنسبة لفتح وغلق الأبواب والأغطية للخلايا المكونة للوحة.

- يتم إدخال الأجهزة والمكونات التى تورد مفككة للحفاظ عليها أثناء النقل فى اماكنها المحددة ، ويتم توصيلها بعد الإنتهاء من تركيب وتثبيت اللوحة.

- يراعى عند توصيل الكابلات من وإلى اللوحة تجنب وجود إنحناءات شديدة أو عصر بأى كابل، وتركب نهايات الكابلات بما لا يسمح بوجود إجهادات أو شدا زائد على أطراف الكابل بعد توصيلها، وتراعى الأقطار الدنيا للإلتواءات لهذه الكابلات طبقاً للقياسات المحددة لها بالمواصفات القياسية.

- يراعى أن يتم توصيل الأرضى الخاص باللوحة إلى جميع الأجزاء المعدنية باللوحات وأغلفة أجهزة القياس والتحكم ونقاط الأرضى للمفاتيح، وذلك عن طريق الرباط أو البرشمة ولا يسمح باللحام اطلاقاً ، ويجب أن يكون سلك الأرضى مستمراً ويثبت بإحكام إلى الأرضى الرئيسى عن طريق الرباط أو البرشام ايضاً .

٣-٥ الإختبارات

تخضع جميع المواد والمهمات والخردوات الداخلة فى أنشاء الروافع للإختبارات اللازمة لتأكيد مدي صلاحيتها للإستخدام فى الأغراض المطلوبة لها.

وتنقسم هذه الإختبارات إلى قسمين أحدهما يجري داخل مواقع أنتاجها والآخر يجري فى مواقع التنفيذ.

وفيما يلى توضيح لبعض أنواع المواد والمهمات والخردوات المراد أختبارها داخل مواقع الأنتاج وداخل مواقع التنفيذ.

٣-٥-١ المواد

وتشمل الرمل (الركام الصغير) – الزلط (الركام الكبير) – الأسمنت– المياه– المواسير وملحقاتها– الجير– الجبس – المواد العازلة – كسر الحجارة (الدقشوم)– البلاط – الرخام – الجرأنيت – مواد الطلاء – الكيمأويات – ألواح الأسبستوس– الأخشاب والغراء – الزجاج – الكريتال – قطاعات الألومنيوم – مواد اللحام – المسامير وملحقاتها. الشبك الممد والأسلاك– فواصل الأنشاء والتمدد–

السيراميك والقيشاني– منتجات المطاط – أرضيات – الفينيل – الفلين – الرقائق والألواح المعدنية وغير المعدنية– قطاعات الصلب– الخراطيم– مواد الرصف– المنتجات المعدنية وسبائكها.

٣-٥-٢ الملحقات المعمارية (الخردوات)

وتشمل المفصلات – الكوالين – الأكر – المقابض – الترابيس والشناكل – السباليونات – الحنفيات والمحابس والخلاطات.

ولكي تتم الإختبارات للمواد والخردوات داخل المصنع أو فى أماكن إستخراجها فأنه يجب أن يقوم المالك أو من يمثلة بمراقبة التصنيع إذا ما كأن ضروريا" سواء كأن ذلك بالورش التابعة للمقأول أو المصنع أو المحاجر التى يحصل منها المقأول على تلك الخردوات والمواد وعلى ذلك يحق له الدخول والبقاء فى هذه الأماكن أثناء صناعتها أو إستخراجها.

٣-٥-٣ المهمات

المحركات والمضخات والمولدات – الكابلات – لوحات التوزيع والتحكم – الصمامات (المحابس)– الأوناش – أجهزة القياس والأنذار – المحولات – المصافي– أجهزة الوقاية – العدد – أجهزة التحكم والتشغيل – آلات الورش – أجهزة مقاومة الحريق.

تجري هذه الإختبارات على مشمول عقد المقأول للتحقق من صناعة كل جزء منها طبقا" للمواصفات القياسية المصرية للمهمات المصنعة داخل مصر وطبقا" للشروط والمواصفات الواردة بالعقد بالنسبة للمهمات التى يتم أستيرادها من الخارج.

ويجب أن يقوم المالك أومكتب التفتيش الذي يمثلة بالتواجد فى أماكن تصنعيها لقيامه بالتفتيش الدقيق عليها وعلي المقأول إخطار المالك بإسماء المصأنع والورش والموردين التي سيحصل منها على هذه المهمات قبل البدء فى أي عمل من الأعمال الموكلة إليه. ويجب أن يقوم المقأول بتقديم شهادات من مكتب التفتيش المعتمد للمهمات المستوردة من الخارج ولا يسمح بشحن أي مهمات أومعدات دون التفتيش عليها من ممثلي المالك وعلي المقأول أن يزود المالك بصورة من الرسومات والمواصفات المعتمدة لهذا الغرض ويكون للمالك سلطة الإختبارات لهذه المعدات والمهمات التى سيقوم المقأول بتوريدها طبقا لشروط العقد وللمالك الحق فى رفض المهمات غير المطابقة

للمواصفات وعليه إعتماد العينات التي قام بالتفتيش عليها ووضع علامة مميزة للدلالة على إجتيازها الإختبار بنجاح والتي سوف يتم التوريد على أساسها للموقع.

٣-٥-٣-١ إختبار المهمات بمواقع الأنتاج Tests at Manufactures

- يتم إجراء هذه الإختبارات على جميع المهمات التي يتم التعاقد على توريدها قبل نقلها من مصأنع المقأول أو المنتج.

- يجب تركيب المهمات المختلفة وتشغليها لتطابق (إلى أقرب حد ممكن) ظروف التشغيل الحقيقة لها بموقع العمل.

- يجب إختبار المهمات الميكانيكية التى تدار بمحركات كهربائية على نفس المحركات الخاصة بها إلا إذا كأن جهد التشغيل لهذه المحركات غير متوفر بمصأنع الأنتاج أومعامل الأختبار الخاصة بالمقأول وفى هذه الحالة يمكن إجراء الإختبارات على المحركات النمطية والمعايرة المتوفرة لمثل هذه الإختبارات مع مراعاة حساب القدرات المستهلكة الحقيقية للتأكد من إمكانية عمل المهمات فى حالة إدارتها بالمحركات الخاصة بها بموقع العمل بنفس الكفاءة والدقة.

- يطبق البند السابق فى حالة أجهزة القياس المختلفة والتي يجب إستخدامها فى حساب القياسات الخاصة بالمهمات الميكانيكية التى يتم توريدها لنفس العملية كلما أمكن ذلك.

- يجب إستخدام أجهزة قياس معايرة فى إجراء الإختبارات بموقع الأنتاج والتأكد من الشهادات الدالة على ذلك من الجهات المعتمدة فى بلد الصنع مع الأخذ فى الإعتبارالسماح أوالتجاوز فى القراءات الخاصة بهذه الأجهزة طبقاً لدرجة الدقة المقننة لها وبيانات السماح المثبتة عليها بمعرفة المنتج نفسه.

٣-٥-٣-١-١ إختبارات الضغط الهيدروليكي Hydaulic Pressure Tests

يجب إختبار جميع المحابس والبلوف والمواسير وملحقاتها والقطع الخاصة وأي أجزاء أخري فى المعدات المعرضة للضغط على ضغط مساو لضعف الضغط الأقصي المصممة للعمل عليه.

٣-٥-٣-١-٢ إختبارات المواد والأجهزة Tests of Materials and Apparatus

يجب إجراء الإختبارات على جميع المواد المستخدمة فى الصناعة وأيه أجهزة لازمة للمهمات طبقا" للمواصفات القياسية لبلد الأنتاج أو المواصفات القياسية العالمية وإعطاء شهادات معتمدة بذلك من الجهات المتخصصة.

٣-٥-٣-١-٢-١ المصافى الميكانيكية

أ – مراجعة مستندات التنفيذ واعتمادها.

ب – المصنعات الصلب.

- مراجعة شهادات المواد المصنعة.
- فحص اللحامات بصريا" ومراجعة ابعادها.
- فحص معالجة الاسطح ضد المؤثرات الخارجية.

جـ- الاجزاء المجمعه Ass. Parts (المواد والمكونات)

- الفحص البصرى للأجزاء المجمعة ومراجعة أبعادها.
- اختبار كهربى وميكانيكى (محاولة تركيب بالورشة).

د – المحرك الكهربى وصندق التروس.

- مراجعة شهادة المطابقة.
- فحص الابعاد والدهانات.
- اختبار دوران.

هـ- قبل الشحن.

- عمل فحص بصرى نهائى ومراجعة علامات الترقيم والتاكد من سلامة التحبيش على المهمات.

- مراجعة ملف الشهادات Final dossier

٣-٥-٣-١-٢-٢ البوابات

أ – مراجعة مستندات التنفيذ

ب – مراجعة المواد (للبوابة / الاطار / العامود / الجلسة)

جـ- التركيب

- فحص اللحامات بصريا" ومراجعة أبعادها.

- فحص LP/MT ل ١٠% من اللحامات.

- فحص بصرى وأبعاد.

- فحص معالجة الأسطح.

د – الأجزاء المجمعة.

- فحص الاجزاء المجمعة بصريا ومراجعة أبعادها.

- التحقق من الأداء.

هـ- قبل الشحن

- عمل فحص بصرى نهائى لمراجعة علامات الترقيم والتاكد من سلامة التحبيش على المهمات .

- مراجعة ملف الشهادات.

٣-٥-٣-١-٢-٣ إختبار المحركات الكهربائية

يتم التفتيش على المحركات للبيانات والخواص التالية:

- التنفيذ.
- المصنعية والتشطيب.
- الأبعاد الرئيسية.
- قياس الفجوة الهوائية.
- الدهانات.
- سلامة المستندات.

وتراجع هذه البيانات Particulars على مواصفات ورسومات العقد والكودات والمواصفات القياسية فى حالة الاشارة اليها فى العقد.

وتجري الإختبارات الروتينية على المحركات المتضمنة الآتي:

- قياسات المقاومة الباردة للملفات.
- قياس مقاومة العزل البارد (إختبار الميجر).
- قياس مقاومة المجسات Detectors الباردة (أن وجدت).
- تحديد جهد العضو الدوار عند الدائرة المفتوحة.
- خواص اللاحمل.
- خواص الدائرة المغلقة.
- إختبار الضغط العالي (الضغط متغير).

ويجري إختبار الضغط العالي على الضغط المحدد بالمواصفات القياسية لكل من العضو الثابت والدوار.

وتجري على المحركات إختبارات الأداء المتضمنة الآتي:

- إختبار الإدارة الساخنة.
- خواص الحمل والكفاءة.
- إختبار الحمل الزائد Over Current.
- خواص بدء الحركة بعزم Break down torque.
- إختبار مقاومة العزل الدافئ Warm (بالميجر).
- إختبار النبضة للجهد على ملفات العضو الثابت.
- مراجعة التأثير (التداخل) على الراديو.
- مراجعة الإهتزازات (التذبذبات) ومستوي الضوضاء.
- تحديد مقاومة المحرك.
- تحديد GD.
- الإختبار الميكانيكي.

يتمكن المحرك من التحمل الزائد لمدة ١٥ ثانية على الأقل بدون تغير مفاجئ فى السرعة (أي تحت زيادة فى العزم مضمونة) عزم أقصي على الأقل ٦٠٪ زيادة عن ذلك والمقابل للحمل الكامل المقنن.

وتجري على بادئ الحركة للعضو الدوار Rotor starter التفتيش والإختبارات التالية بالمصنع.

- نفس مفردات التفتيش والخواص كما ذكرت فى المحركات.

- تعرض جميع بادءات الحركة لإختبار أداء وإختبار الضغط العالي.

٣-٥-٣-١-٢-٤ الإختبارات على لوحات التوزيع الكهربائية (المجمعة)

يتم التفتيش على الآتي:

- المصنعية والتجميع.

- مراجعة الأبعاد.

- الدهأنات.

- مراجعة التوصيلات والأسلاك (الوصلات).

- سلامة المستندات.

- ويتم مراجعة هذه المفردات على مواصفات ورسومات العقد ورسومات التصنيع Workshop Drawings والكودات والمواصفات القياسية.

وتجري التجارب الآتية على اللوحات كما يلي:

- إختبار الضغط العالي.

- سلامة الأداء للآتي.

- التشغيل – التحكم ودوائر الحماية.

٣-٥-٣-١-٢-٥ وحدات التوليد

أ - تفتيش أولي .Preliminary Insp

- مراجعة شهادة إختبار المحرك.

- مراجعة شهادة إختبار المولد.
- مراجعة شهادة إختبار أجهزة التحكم الكهربية.

ب – إختبار المحاولة للمجموعة

- فحص بصري وأبعاد.
- إختبار التحميل Load test.
- إختبار التحميل الزائد Over load.
- إختبار تنظيم السرعة.
- إختبار تنظيم الجهد.
- التفتيش على معدلات الأداء Functional Parameters.
- فحص بدء الحركة المكبل ومراجعة المكونات.
- التفتيش على سلامة الأداء للوحة التحكم الكهربية.

جـ- قبل الشحن

- عمل فحص بصري نهائي ومراجعة علامات الترقيم والتأكد من سلامة التحبيش على المهمات.
- مراجعة ملف الشهادات.

٣-٥-٣-١-٣ الطلمبات المغموره Submerged Pumps

- مراجعة شهادات الإختبارات الروتينية.
- إختبارات الأداء Performance Test.

- (التصرف – الرفع – سرعة الدوران – تحليل القدرة للمحرك – الكفاءة – منحنيات الأداء – التذبذب – المواد – الدهانات ومعالجة الأسطح).

- فحص بصري وأبعاد.

- فحص لوحة البيانات.

- فحص المستندات والتحبيش.

٣-٥-٣-٢ إختبارات المهمات بمواقع التنفيذ Tests at site

٣-٥-٣-٢-١ إختبار المهمات الميكانيكية

تجري تجارب الإختبارات بالموقع لجميع المهمات الميكانيكية والكهربائية المركبة بالروافع للتأكد من صلاحيتها من تأدية وظيفتها وذلك عن طريق إختبارات الموقع الموضحة فيما بعد.

١ – المحركات الكهربائية

تجري على المحركات بالموقع إختبارات التحمل Reliability Test وذلك بادارة المحرك على الحمل الكامل لمدة ١٠ أيام ولا يسمح بأي تغيير أو ضبط خلال الاختبار.

ويجب أن يدور المحرك بحريه دون وجود اهتزازات وأن تبقي درجات الحرارة فى كل جزء من المحرك فى الحدود المسموح بها طبقاً للتصميم الاصلي للمحرك.

٢ – لوحات التوزيع الكهربية

يتم إجراء الإختبارات الاتية بعد تركيب اللوحات بالموقع.

- التفتيش على سلامة التوصيلات الداخلية Inter connecting.

- إختبار الضغط العالي.

- التأكد من سلامة الأداء طبقاً لقائمة المراجعة Check list المبينة بالملاحق.

٣ – الكابلات الكهربائية

بعد تركيب ومد الكابلات تجري الإختبارات الآتية:

– إختبار العزل بالميجر بإستخدام جهد ٥٠٠ فولت وذلك للتأكيد على الآتي:

أ – إستمرارية الموصل على كامل الطول.

ب – تكون بداية ونهاية الموصلات طبقا" للرسومات المعتمدة.

جـ– عدم وجود قصر بين أي من موصلات الأوجه داخل نفس الكابل أوبين موصلات الكابلات المتجأورة داخل نفس أنبوب (أو فاروغة) الكابلات.

د – تكون قيمة المقاومة المقاسة للعزل بين كل موصل والأرضي أوبين الموصلات وبعضها داخل نفس الدائرة تقريبا" مالا نهاية.

هـ– ترتيب الأوجه عند التوصيل إلى المحركات تكون طبقا" للأوضاع التى تضمن إتجاه الدورأن الصحيح.

٤ – الطلمبات

يجري على المضخات بعد تمام تركيبها والتأكد من سلامة التركيب طبقا" لشروط التنفيذ إختبارات التشغيل الاتية لمدة لا تقل عن ٢٤ساعة تشغيل مستمر.

٤–١ بالنسبة للطلمبات المركبة بالبئر الجاف

في نهاية مدة التشغيل المبينة يجب التأكد من أن المضخات قد إجتازت الإختبار بصورة مرضية دون حدوث أيه مشاكل مع قياس المحددات الآتية ومقارنتها بالأرقام المثبته بجداول الضمان لهذه المضخات:

– القدرة المستهلكة عند نقاط التشغيل المختلفة على مدي التشغيل المعتمد.

- عدم وجود أي اهتزازات أو أصوات غير عادية عند أي من نقاط التشغيل شامله نقطة القفل للطلمبة.

- قياس درجة حرارة كراسي المحاور للمضخة وأعمدة التوصيل ومطابقتها على الأرقام القياسية الموضحة بكتالوج المورد والبيانات الفنية المعتمدة للمضخات.

- يتم إستخدام أجهزة القياس المناسبة لتسجيل هذه القراءات ويراعي ألا تزيد إزاحة الإهتزازات (قمة إلى قمه) عند قياسها على أي نقطة من المعدة عن ٠.١٠ مم.

٤-٢ بالنسبه للطلمبات الغاطسة Submersible Pumps

- تجرى على هذا النوع من الطلمبات اختبار التشغيل مرتين الأولى فى الهواء (بدون غمرها فى الماء) والثانى فى حالة الغمر. وفى الحالة الاولى فان مستوى المياه بالبياره يجب ان تحتفظ به دون مستوى محرك الطلمبه وفى الثانية يكون منسوب المياه بحيث يغمر المحرك با لكامل طوال فترة التشغيل.

- ويتم قياس الحدود الأتية ومقارنتها بارقام الضمان للطلمبات طبقا" للتعاقد.

- الزيادة فى درجة حرارة المحرك.

- القدرة الكهربائية الداخلة للطلمبة والمقاسة على لوحة التشغيل.

- الكشف على الكراسى المحور وحاكم التسرب الميكانيكى والتاكد من عدم وجود أى تاكل أويرى بها.

- عدم وجود اهتزازات أواصوات غير طبيعية طوال فترة التشغيل وعلى مدى التشغيل للطلمبه بما فيها نقطة القفل واستخدام الأجهزة اللازمة لتسجيلها.

٤-٣ الطلمبات الحلزونية Screw Pumps

بعد التركيب وضبط المحاور وعمل التبطين لمجرى السحب والتشغيل للطلمبة screeding يتم إجراء نفس الإختبارات التى تجرى على الطلمبات الرأسية المركبة بالبئر الجاف وتسجيل القراءات ويتم عمل المقارنة بينها وبين أرقام الضمان المعتمدة لهذه الطلمبات .

٥- المصافى الميكانيكية Mechanical Screens

بعد تركيب وضبط المصافى طبقا لشروط التنفيذ تجرى الإختبارات بالموقع لتوضيج أن المصفاه بالكامل كنظام ميكانيكى بما فيه وسائل الحماية قد تم تصميمها لتحمل العزم المعرضة له وأن وسائل الحماية تعمل على تجنيب منظومه المصافى أى عطب بسبب التحميل الذى يزيد عن القدرة المقننة للمحرك الكهربى ووحدة الإدارة.

٦-مهمات وحدات الرفع Lifting Units Equipment

يتم تشغيل جميع مهمات وحدات الرفع لمدة لاتقل عن ٢٤ساعة تشغيل مستمر حيث يتم مراقبة ورصد الآتى:

- عدم وجود أى اهتزازات أو أصوات غير عادية بأى جزء من أجزاء المعدو وإستخدام أجهزة القياس المناسبة لتسجيلها ولا تزيد إزاحة الإهتزاز عن ٠.١ مم على أى جزء من المعدة مقاسه (قمة إلى قمة).
- حساب السرعة الدورانية والسرعة الخطبة للمعدات ومضاهاتها بارقام الضمان الواردة بالتعاقد.
- أحداث تحميل زائد للمعدات والتاكد من أن اجهزة الحماية تعمل بكفاءة طبقا الأرقام الضمان.
- قياس درجات الحرارة بجميع محاور الارتكاز ومقارنتها بالأرقام الواردة بكتالوجات التشغيل وبيانات المصنع.

٣-٥-٣-٢-٢ معدات التشغيل الكهربائية Electrical Switchgear

١- قائمة المراجعة Check List

- إسم الصانع:
- الرقم المسلسل للأنتاج:
- جهد التشغيل:

- نوع اللوحات:
- مكونات اللوحات:
  - (عدد الخلايا)
  - (عدد القواطع)
  - (أجهزة القياس)
  - (المرحلات)
- الحالة الخارجية للوحة:
- نتيجة الفحص الظاهري.
- المهمات الخارجية.
- إضاءة الخلايا.
- حركة أذرع التشغيل والمفاتيح.
- حالة الأبواب ومفصلاتها وأقفالها.
- الرباط الميكانيكي والارتباط بين الخلايا.
- أجهزة القياس والأغطية الزجاجية لها.
- توصيلات الأرضي.
- تثبيت قضبان التوصيل والمسافات بينها.
- شمعات التسخين.
- أطراف التوصيل وترقيمها.
- إحتساب السلامة.

- حركة المفاتيح والاجهزة القابلة للسحب والأطئمنان على سلامتها وتشحيمها.

٢- القياسات الواجب إجراؤها

- قياس مقاومة العوازل الكهربائية.
- قياس مقاومة الكابلات بالميجر.
- قياس مقاومة قضبان التوصيل بالميجر.
- قياس مقاومة شبكة الأرضي.

٣- التفتيش على الآتى:

- الكابلات وقضبان التوصيل.
- سلامة مهمات التأريض.
- أجهزة القياس والحماية.
- مثبتات قضبأن التوصيل.
- محولات الجهد والتيار.
- ترقيم الدوائر الكهربية.
- نظافة الخلايا والأجهزة.
- حركة المفاتيح والرليهات.

٤- إختبار الضغط العالي للوحات التشغيل

إختبارات العمل:

- القواطع (C.B) تعمل أولا" فى الوضع العادي للتشغيل بإستخدام المفتاح اليدوي ثم التحكم الأتوماتيكي لتمثيل أجهزة التحكم من خارج المهمات.

- دوائر التيار والجهد يجب أن تختبر للتأكد من صحة نسبة التحويل والقطبية للتوصيل إلى الأجهزة الموصلة إلى هذه الدوائر.

- دقة التشغل لكل جهاز قياس يجب تأكيده بإستخدام أجهزة معتمدة سارية التاريخ معايرة.

- يختبر واحد فقط من المرحلات للتأكد من الدقة والمعايرة بإستخدام أجهزة قياس معايرة وسارية التاريخ.

٥- إختبار المحولات

تجري الإختبارات الذاتية للمحولات على النحو التالى:

- قياس المقاومة لجميع الملفات على الحمل المقنن وأقصي وضع التقسيم.

- إختبار النسبة لجميع أوضاع التقسيم.

- إختبار القطبية وعلاقة الوجه.

- فواقد الأحمال عند الجهد المقنن وجهد الممأنعة.

- تيار الأثارة عند الجهد المقنن.

- إختبار الضغط.

- عند إختبار عزل الملفات يتم إختبار الضغط الإستنتاجي على قيمة ضغط الجهد الأسمي عند تردد زائد.

٣-٦ تجارب الأداء والإستلام

مقدمة:

تنقسم تجارب الأداء والإستلام الخاصة بالروافع إلي قسمين رئيسين وهما:

الأول: تجارب الأداء للمعدات

وتجري تجارب الأداء لجميع المعدات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمكونة لوحدات الرافع عند بدء تشغيل المعدات بغرض تأكيد أدائها الصحيح ودقتها وتحقيقها لأرقام الضمان المقدمة كذلك قابليتها للإعتماد عليها فى التشغيل المستمر – وذلك قبل البدء فى الإستلام الإبتدائي للرافع.

وتحدد فترة تجارب الأداء لهذه المعدات بمدة لا تقل عن ١٠ أيام تشغيل مستمر للرافع على ألا يقل مدة تشغيل كل وحدة عن ٢٤ ساعة مستمرة ثم عمل القياسات اللازمة لها.

الثاني : تجارب الإستلام الإبتدائي

تجارب خاصة بالإستلام الإبتدائي للرافع ككل بغرض التأكد من قيامه بدوره المصمم من أجله وهو رفع ضغط المياه للخط أوالمنطقة التى يغذيها الرافع.

٣-٦-١ خطوات تجارب الأداء والمعايير المسموح بها

أولاً : تجارب أداء المعدات

٣-٦-١-١ شروط عامة

التجارب والإختبارات الميكانيكية

عـام:

- يجب أن تجتاز كافة أنواع الاجهزة والمعدات والمواد والمواسير المستخدمة فى هذا العقد وملحقاتها والقطع المخصوصة والصمامات وخلافه جميع الإختبارات الموضحة بالمواصفات العامة والفنية (أعمال مدنية- أعمال ميكانيكية- أعمال كهربائية) بنجاح تام، وتجرى جميع

الإختبارات المحددة بهذه المواصفات على نفقة المقاول وبحضور مندوبى لجنة الإختبارات لجهة التعاقد وفى الجهة التى تنص عليها المواصفة وحسب ما يراه المهندس الاستشارى لجهة التعاقد.

- وعلى المقاول قبل البدئ فى إجراء التجارب بالمصانع أن يخطر جهة التعاقد بموعد بدء هذه التجارب على أن يصل الاخطار قبل الموعد بمدة شهر على الأقل ليتسنى لجهة التعاقد إنتداب من ترى إنتدابه لحضور هذه التجارب، وعلى المقاول أن يقدم جميع التسهيلات داخل المصانع ليتمكن مندوبى جهة التعاقد من القيام بحضور وإجراء جميع الإختبارات التى تتطلبها أعمال العقد طبقاً للمواصفات أو أن يكلف جهة (طرف ثالث) كجهة تفتيش وإختبارات معتمدة عالميا".

= هذا ويكون على المقاول أن يقوم بجميع الإختبارات والتجارب المحددة بهذه المواصفات على نفقته الخاصة سواء كان ذلك بالمصنع أو بموقع العمل وذلك تحت إشراف ومراقبة مندوبى جهة التعاقد. ويجب أن يقوم المقاول تحقيقاً لذلك بتوفير جميع أجهزة القياس والمعايرة والمعدات والعمالة اللازمة ووسائل التنقلات للجنة الإختبارات (مندوبى جهة التعاقد) لإجراء التجارب والإختبارات طبقا" للمواصفات القياسية والتوقيع على شهادات الإختبار على نفقته الخاصة.

- ولمندوبى جهة التعاقد حق الإشراف الكامل على جميع التفاصيل المتعلقة بسير التجارب ولهم الحق بإبقائها أو إبطالها اذا تراءى لهم ذلك بسبب أى مخالفة إرتكبها عمال المقاول أو لأى سبب آخر.

- وتخضع جميع المواد والمهمات والخردوات الداخلة فى إنشاء المحطة للإختبارات اللازمة لتأكيد مدى صلاحيتها للإستخدام فى الاغراض المطلوبة لها، وتنقسم هذه الإختبارات إلى قسمين أحدهما يجرى داخل مواقع انتاجها والآخر يجرى فى مواقع التنفيذ، وفيما يلى توضيح لأنواع المواد والمهمات والخردوات المراد إختبارها داخل مواقع الانتاج وداخل مواقع التنفيذ.

١ – المواد

- وتشمل الرمل (الركام الصغير) – الزلط (الركام الكبير) – الأسمنت – مياه الخلط – المواسير وملحقاتها – الجير – الجبس – المواد العازلة – كسر الحجارة (الدقشوم) – البلاط الرخام – الجرانيت – مواد الطلاء – الكيماويات – ألواح الاسبستوس – الأخشاب والغراء– الزجاج – الكريتال وقطاعات الالومنيوم – مواد اللحام – المسامير وملحقاتها – الشبك الممدد والاسلاك – فواصل الإنشاء والتمدد – السيراميك والقيشانى – منتجات المطاط – أرضيات الفينيل – الفلين

– الرقائق والالواح المعدنية – قطاعات الصلب – الخراطيم – مواد الرصف – المنتجات المعدنية وسبائكها.

٢ – الملحقات المعمارية (الخردوات)

– وتشمل المفصلات – الكوالين – الأكر – المقابض – الترابيس والشناكل – السباليونات – الحنفيات والمحابس.

٣ – المهمات الميكانيكية والكهربائية

– وتشمل المحركات والطلمات والمولدات – الكابلات – لوحات التوزيع والتحكم – الصمامات والمحابس – الاوناش – أجهزة القياس والانذار – المصهرات – البوابات – المحولات – المصافى – اجهزة الوقاية – العدد – أجهزة التحكم والتشغيل – الات الورش – أجهزة مقاومة الحريق.

– يتم معاينة جميع المهمات الميكانيكية والكهربائية الموردة والمركبة بمختلف وحدات المحطة ومطابقاتها المستلزمات التعاقد والتاكد من تركيبها يجميع مستلزماتها وكذا جميع ملحقاتها طبقا للرسوم التنفيذية والأصول الفنية وما جاء بكراسة الشروط والمواصفات والعقد المبرم مع المقاول التوريدات والتركيبات.

– عمل رسومات تفصيلية بما تم تنفيذه بالطبيعة as built drawings شاملا أى تعديلات بلاضافة او النقص صدرت به تعليمات سواءا من الاستشارى اومندوب المالك– ويتم اعتمادها من استشارى المشروع.

– التحقيق من استلام قطع الغيار المورجة لكل معدة بكشف تفصيلى والتاكد من سلامة وصلاحية تلك القطع وتخزينها حسب الاصول الفنية.

– تقديم الكتيبات التفصيلية لتعليمات التشغيل والصيانة المثلى للوحدات (Operation and Maintenance Manuals).

– عند تنفيذ الأعمال الميكانيكية والكهربائية لمحطة الرفع يراعى الأخذ فى الإعتبارالعناصر الاتية ، وذلك قبل وأثناء وبعد تركيب المهمات وفقاً لما يلى:

١ – قبل تركيب المهمات

- يجب مراجعة الأعمال المدنية المنفذة للتأكد من الأبعاد التصميمية الموجودة بالرسومات التنفيذية والمناسيب والميول وكافة عناصر التشطيبات المدنية المذكورة بالرسومات والمواصفات الخاصة بهذه الأعمال.

- كما يراعى مراجعة أبعاد ومحاور الفتحات ومناسيبها والمتطلبات اللازم تحقيقها لتركيب المهمات الميكانيكية خلال هذه الفتحات، وذلك طبقاً للرسومات التفصيلية والتنفيذية للأعمال الميكانيكية.

- الإلتزام بتنفيذ المعدات طبقاً للأبعاد المحددة بمعرفة الصانع حسب الكتالوج والرسومات المعتمدة ومراعاة استخدام الخامات طبقاً للتعليمات، مع الاهتمام بضبط أفقية أو مناسيب وإستواء الأسطح.

- تنظيف البيارة والمجارى وجميع الوحدات المدنية من أى بقايا لأعمال الإنشاء والبناء أثناء التنفيذ.

- مراجعة المهمات الميكانيكية كنوعية وكمية، ومطابقتها على أمر التوريد من حيث الطراز وارقامها المسلسلة وشهادة المنشآ وشهادات التفتيش والاختبار ، والتأكد من مكونات وأجزاء المهمة ومطابقتها على قائمة المحتويات والرسم التفصيلى الميكانيكى المعتمد.

- مراجعة المهمات ظاهرياً للتأكد من عدم وجود كسر أو تلف نتج أثناء أعمال النقل.

٢ – أثناء التركيب

- وضع خطوات تركيب المهمات لكل وحدة مع الأخذ فى الإعتبارترتيب تركيب المهمات بالنسبة لبعضها – حيث تبدأ أعمال التركيب بمهمات الرفع (الأوناش) ثم المهمات المركبة فى المناسيب السفلية ثم الأعلى، وهكذا، ويجب مراجعة ذلك مع التعليمات الواردة بكتيب التركيبات Instruction Manual للموردين والمصنعين.

- مراعاة ضبط محاور ومناسيب المعدة قبل التحبيش على القواعد الخاصة بها وتنفيذ الوصلات بين المهمات.

- التأكد من تركيب المحابس من حيث إتجاه حركة القفل والفتح وترتيب وضعها وإتجاهاتها (إتجاه السهم على المحبس).

- مراجعة جميع الأجزاء المطلوب تزييتها وتشحيمها ، مع الإلتزام بإستخدام الزيوت والشحوم طبقاً لتعليمات المصنع.

- مراجعة التوصيلات الكهربائية بين المهمات الميكانيكية ولوحات التشغيل والتحكم.

- مراجعة ضبط مناسيب مداخل ومخارج الوحدات مع ضبط مواسير السحب والطرد بإستخدام ميزان القامة.

٣ – بعد إتمام التركيب

- بعد نهو أعمال التركيب وقبل البدء فى التشغيل – يجب إدارة كل معدة لفترة قصيرة جداً للتأكد من إتجاه الدوران.

- تجرى تجارب الاختبار بالموقع طبقاً للشروط المنصوص عليها بالفصل الخاص بالإختبارات.

- تبدأ فترة التشغيل لتجارب الأداء والتى يجب ألا تقل عن ٧٢ ساعة بدون توقف، وفى حالة نجاحها بدون مشاكل أو معوقات يحرر محضر الإستلام الابتدائى ويبدأ إحتساب فترة الضمان لهذه المهمات من هذا التاريخ.

٣-٦-٢ الإختبارات الكهربائية قبل التشغيل وإطلاق التيار

أ – إختبارات العزل بالميجر Megger Tests

وذلك لإختبار عزل الكابلات – ومحتويات لوح التوزيع لتحقق الأرقام القياسية.

ب – إختبار التعرض للضغط العالي High Voltage Test

يتم إختبار جميع المهمات الكهربائية (المحركات والكابلات ومكونات لوحات التوزيع) بواسطة جهاز معايرة ينقل للموقع ويتم عمل الإختبار بجهد طبقا للمعايير القياسية ولا يقل عن ١٠٠٠ فولت

وقياس تيار التسرب – والتحقق من النتائج القياسية بالموقع ومدي مطابقتها للشروط والمواصفات القياسية وحدود التجأوز.

جـ – إختبارات دوائر التحكم

يتم مراجعة جميع دوائر التحكم للتحقق من كفائتها طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات الخاصة بالعملية.

د – إختبارات اجهزة الوقاية بلوحات التوزيع

يتم إختبار أجهزة الوقاية المركبة بلوحات التوزيع الخاصة بكل وحدة على العناصر الآتية على الأقل:

- القصر الكهربائي Short circuit relays
- زيادة وأنخفاض الجهد Under and over voltage
- سقوط أحد الأوجه phase failure relays
- تغير الإتجاه (Phase sequence) antidirection relays

وأي تجارب حماية أخري وردت فى كراسة المواصفات مثل أنخفاض منسوب المص للمضخات أوأي تفصيلات أخري.

هـ – قياس مقاومة الأرضي

حيث يتم قياس مقاومة الأرضي بواسطة جهاز خاص معاير بالأوم – بحيث لا تزيد المقاومة للأرض عن ١أوم للمتر الطولي إلا إذا نص على خلاف ذلك فى كراسة الشروط والمواصفات.

٣-٦-٣ الإختبارات بعد إطلاق التيار الكهربائي

أ- الإختبار بدون حمل

يتم فك الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة ويتم تشغيل المحرك بدون حمل لمدة ٣ ساعات متصلة وقياس تيار الـ No Load – وكذا قياس الذبذبات للمحرك ودرجة الحرارة وكذا زمن التقويم.

ب- الإختبار بالحمل الكامل

يتم ربط الوصلة المرنة بين المحرك والمعدة والتأكد من ضبط الأفقية Alingment ثم يتم تشغيل كل محرك على الحمل لمدة لا تقل عن ٢٤ساعة لكل مضخة ويتم قياس الآتي:

- زمن التقويم عن طريق المؤقت Timer.
- إختبار جهاز وقاية زيادة الحمل وضبطه على أساس الحمل الكامل.
- (التيار المقنن للمحرك Rated Power).
- إختبار جهاز القصر (Short Circuit) وضبطه على أساس ١٠أضعاف التيار الأسمي للمحرك.
- قياس درجة حرارة المحرك طوال فترة التشغيل على مدي ٢٤ساعة.
- قياس معامل القدرة. وذلك بإستخدام جهاز معامل القدرة Power factor meter.
- قياس الذبذبات لكل من المحرك والمعدة.
- حساب قيمة الزيادة بين قدرة المحرك وأقصي قدرة للمعدة (معامل الخدمة Service Factor) لمقارنتها لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.
- قياس وحساب الكفاءة الكلية للوحدة – وكذا قياس معدل إستهلاك التيار الكهربائي – مقارنتها بمعدلات التصميم طبقا لما جاء بكراسة الشروط والمواصفات.

٣-٦-٤ إختبارات الطلمبات

يتم قياس التصرف والرفع عند النقط الآتية:

- التشغيل عند قفل محبس الطرد بالكامل وقياس الرفع عند التصرف صفر– وذلك لمضخات المرحلة الواحدة فقط.

- التشغيل عند نقطة الأداء التصميمية duty point عن طريق التحكم فى محبس الطرد– ويحدد التصرف عند هذا الرفع.

- التشغيل عند أقصي فتحة لمحبس الطرد بحيث لا يتعدي الأمبير المقنن للمحرك وعمل التحكم لأقصي فتحة لمحبس الطرد عند تلك الحدود.

٣-٦-٥ تجارب الإستلام الابتدائي لوحدات الرفع

بغرض التأكد من كفاءة وحدات الرافع فى عمليات الرفع وتجري التجارب اللازمة لأداء الرافع ككل والتأكد من قيامه بالدور المصمم من أجله ووصول المياه إلى المراحل التالية لفترة لاتقل عن ٣ أيام – مع التأكد من عمل أجهزة التحكم والمناسيب حسب التصميم الوارد فى كراسة الشروط والمواصفات الفنية والرسومات وكذلك أي تجارب أخري لازمة.

٣-٧ الأعمال المدنية

- فى حالة عدم وجود مياه جوفية فى موقع الانشاء حتى منسوب التأسيس يتم اختيار البيارة من الداخل إلى الخارج وذلك عن طريق ملىء البيارة ومراقبة معدل هبوط المياه بالبياره خلال مدة اقصاها اسبوعان ولنجاح التجربة يجب الا ينخفض منسوب المياه بالبيارة عن ٣ مم بالاضافة إلى ارتفاع المياه المفقودة بالبخر.

- فى حالة وجود مياه جوفية بموقع الانشاء فوق منسوب التأسيس يتم اختبار البيارة من الخارج إلى داخل ex filterarion وذلك عن طريق ملاحظة دخول المياه من خارج البيارة إلى داخلها مع معالجة أى فوارات قد تظهر وتستمر عملية المعالجة بالمركبات المانعة للتسرب لحين التأكد من عدم دخول المياه الجوفية من الخارج إلى داخل البيارة.

ملحق رقم (١)

معاملات فاقد الضغط فى المواسير الزهر المرن

Diameter (m)	Coefficient $\frac{\lambda}{D}$ for roughness equal to:			
	k = 0·1 mm	k = 0·5 mm	k = 1·0 mm	k = 2·0 mm
0·030	1·02	1·54	2·00	2·71
0·040	0·700	1·04	1·34	1·80
0·050	0·528	0·78	0·985	1·30
0·070	0·35	0·500	0·615	0·80
0·080	0·290	0·413	0·512	0·660
0·100	0·222	0·310	0·380	0·490
0·125	0·168	0·232	0·284	0·360
0·150	0·133	0·182	0·223	0·280
0·175	0·110	0·150	0·180	0·229
0·200	0·0935	0·128	0·153	0·190
0·225	0·0813	0·110	0·129	0·162
0·250	0·0710	0·096	0·114	0·141
0·300	0·0573	0·076	0·090	0·110
0·350	0·0475	0·0625	0·0735	0·0900
0·400	0·0400	0·0530	0·0625	0·0758
0·450	0·0351	0·0460	0·0538	0·0650
0·500	0·0308	0·040	0·047	0·0566
0·600	0·0245	0·0322	0·0371	0·0477
0·700	0·0206	0·0266	0·0307	0·0368
0·800	0·0175	0·0225	0·0260	0·0310
0·900	0·0151	0·0194	0·0225	0·0267
1·000	0·0134	0·0170	0·0197	0·0234
1·250	0·0102	0·0130	0·0150	0·0177
1·500	0·00827	0·0104	0·0120	0·0140
1·750	0·00686	0·00857	0·0098	0·0116
2·000	0·00586	0·00735	0·0084	0·00980
2·500	0·00453	0·0056	0·0064	0·00745
Range of speeds with good approximation	1 to 3 m/s	1 to 3 m/s	⩾ 1 m/s	⩾ 0·5 m/s

3—Tables of values of the loss of head J.

In practice the roughness coefficients used most often are either 0·1 mm or 2 mm, or an intermediate value such that it is only necessary to take the arithmetic mean of the two values of J corresponding to each of these coefficients k (see page 991). The diameter of the metal pipes is standardized. The following tables give for current diameters the value of the loss of head through friction J under the least favourable assumption of water at a temperature near 0°C with the maximum viscosity.

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·04 m. Pipe section : 0·0012566 m²			PIPE DIAMETER : 0·05 m. Pipe section : 0·0019635 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0125			0·0196
0·05			0·0628			0·0982
0·10			0·1256			0·1963
0·15			0·1884			0·2945
0·20	0·002115		0·2513	0·001590		0·3927
0·25	0·003138		0·3140	0·002358		0·4909
0·30	0·004329		0·3769	0·003248		0·5890
0·35	0·005694		0·4396	0·004281	0·008237	0·6872
0·40	0·007242		0·5024	0·005451	0·010690	0·7854
0·45	0·008966	0·018576	0·5652	0·006708	0·013468	0·8836
0·50	0·010861	0·022868	0·6280	0·008115	0·016587	0·9817
0·55	0·012895	0·027640	0·6908	0·009668	0·020046	1·0799
0·60	0·015116	0·032856	0·7538	0·011340	0·023826	1·1781
0·65	0·017493	0·038512	0·8164	0·013118	0·027924	1·2763
0·70	0·020072	0·044652	0·8792	0·015013	0·032374	1·3744
0·75	0·022793	0·051212	0·9420	0·017030	0·037128	1·4726
0·80	0·025647	0·058227	1·0048	0·019213	0·042210	1·5708
0·85	0·028681	0·065742	1·0676	0·021509	0·047658	1·6690
0·90	0·031845	0·073703	1·1304	0·023948	0·053429	1·7671
0·95	0·035190	0·082110	1·1932	0·026496	0·059524	1·8653
1·00	0·038546	0·090981	1·2566	0·029155	0·065955	1·9635
1·05	0·042143	0·100299	1·3194	0·031916	0·072710	2·0617
1·10	0·046021	0·110081	1·3822	0·034782	0·079801	2·1598
1·15	0·050052	0·120327	1·4451	0·037750	0·087229	2·2580
1·20	0·054224	0·131019	1·5079	0·040884	0·094980	2·3562
1·25	0·058535	0·142157	1·5707	0·044152	0·103054	2·4544
1.30	0·063011	0·153760	1·6335	0·047549	0·111465	2·5525
1·35	0·067647	0·165809	1·6963	0·051090	0·120200	2·6507
1·40	0·072428	0·178322	1·7592	0·054745	0·129271	2·7489
1·45	0·077423	0·191281	1·8220	0·058509	0·138665	2·8471
1·50	0·082570	0·204704	1·8846	0·062386	0·148396	2·9452
1·55	0·087865	0·218591	1·9474	0·066373	0·158463	3·0434
1·60	0·093293	0·232907	2·0105	0·070459	0·168841	3·1416
1·65	0·098874	0·247704	2·0733	0·074658	0·179568	3·2397
1·70	0·104657	0·262931	2·1362	0·978953	0·190606	3·3379
1·75	0·110597	0·278639	2·1990	0·083420	0·201993	3·4361
1·80	0·116671	0·294775	2·2608	0·088020	0·213691	3·5343
1·85	0·122893	0·311375	2·3236	0·092732	0·225725	3·6324
1·90	0·129260	0·328440	2·3864	0·097557	0·238096	3·7306
1·95	0·135764	0·345951	2·4499	0·102487	0·250790	3·8288
2·00	0·142410	0·363926	2·5132	0·107526	0·263821	3·9270
2·05	0·149244	0·382347	2·5760	0·112669	0·277175	4·0251
2·10	0·156222	0·401232	2·6388	0·117920	0·290865	4·1233
2·15	0·163337	0·420564	2·7016	0·123271	0·304879	4·2215
2·20	0·170586	0·440342	2·7645	0·128772	0·319217	4·3197
2·25	0·178048	0·460601	2·8273	0·134336	0·333904	4·4179
2·30	0·185708	0·481290	2·8888	0·140046	0·348901	4·5160
2·35	0·193518	0·502442	2·9516	0·145863	0·364235	4·6142
2·40	0·201476	0·524058	3·0158	0·151786	0·379905	4·7124
2·45	0·209576	0·546121	3·0786	0·157870	0·395899	4·8106
2·50	0·217815	0·568630	3·1412	0·164058	0·412217	4·9087
3·00	0·307923	0·818833	3·7698	0·133035	0·593597	5·8905
3·50	0·414432	1·114518	4·3981	0·312190	0·807948	6·8723
4·00	0·536204	1·455703	5·0264	0·404498	1·055283	7·8540

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·06 m. Pipe section : 0·00282744 m²			PIPE DIAMETER : 0·08 m. Pipe section : 0·0050265 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0283			0·0503
0·05			0·1414			0·2513
0·10			0·2827	0·000256		0·5027
0·15	0·000753		0·4241	0·000520		0·7540
0·20	0·001249		0·5655	0·000863	0·001438	1·0053
0·25	0·001856		0·7069	0·001280	0·002213	1·2566
0·30	0·002557	0·004713	0·8482	0·001775	0·003154	1·5080
0·35	0·003364	0·006354	0·9896	0·002336	0·004263	1·7593
0·40	0·004277	0·008262	1·1310	0·002994	0·005539	2·0106
0·45	0·005289	0·010406	1·2723	0·003702	0·006969	2·2620
0·50	0·006412	0·012803	1·4137	0·004467	0·008568	2·5133
0·55	0·007633	0·015466	1·5551	0·005339	0·010347	2·7646
0·60	0·008961	0·018374	1·6965	0·006274	0·012290	3·0159
0·65	0·010388	0·021530	1·8378	0·007280	0·014396	3·2672
0·70	0·011907	0·024955	1·9792	0·008353	0·016680	3·5186
0·75	0·013523	0·028612	2·1206	0·009450	0·019120	3·7699
0·80	0·015223	0·032522	2·2619	0·010646	0·021733	4·0212
0·85	0·017034	0·036682	2·4033	0·011910	0·024515	4·2726
0·90	0·018959	0·041084	2·5447	0·013249	0·027458	4·5239
0·95	0·020968	0·045771	2·6861	0·014651	0·030590	4·7752
1·00	0·023064	0·050715	2·8274	0·016119	0·033895	5·0266
1·05	0·025257	0·055909	2·9688	0·017644	0·037367	5·2779
1·10	0·027556	0·061361	3·1102	0·019241	0·041011	5·5192
1·15	0·029941	0·067073	3·2516	0·020906	0·044828	5·7805
1·20	0·032418	0·073033	3·3929	0·022635	0·048811	6·0319
1·25	0·034975	0·079242	3·5343	0·024420	0·052961	6·2832
1·30	0·037615	0·085709	3·6757	0·026273	0·057283	6·5345
1·35	0·040392	0·092426	3·8170	0·028181	0·061772	6·7858
1·40	0·043257	0·099401	3·9584	0·030145	0·066434	7·0372
1·45	0·046204	0·106624	4·0998	0·032175	0·071261	7·2885
1·50	0·049255	0·114106	4·2412	0·034261	0·076262	7·5398
1·55	0·052392	0·121848	4·3825	0·036478	0·081436	7·7911
1·60	0·055606	0·129828	4·5239	0·038753	0·086769	8·0425
1·65	0·058908	0·138076	4·6653	0·041093	0·092283	8·2937
1·70	0·062308	0·146564	4·8066	0·043490	0·097955	8·5451
1·75	0·065796	0·155320	4·9480	0·045952	0·103807	8·7965
1·80	0·069359	0·164314	5·0894	0·048489	0·109818	9·0478
1·85	0·073003	0·173568	5·2368	0·051089	0·116003	9·2991
1·90	0·076759	0·183080	5·3721	0·053751	0·122360	9·5505
1·95	0·080625	0·192841	5·5135	0·056472	0·128884	9·8018
2·00	0·084576	0·202861	5·6549	0·059253	0·135580	10·0531
2·05	0·088607	0·213129	5·7963	0·062118	0·142443	10·3044
2·10	0·092722	0·223656	5·9376	0·065046	0·149479	10·5558
2·15	0·096914	0·234432	6·0790	0·068032	0·156680	10·8071
2·20	0·101266	0·245457	6·2204	0·071078	0·164049	11·0584
2·25	0·105710	0·256749	6·3617	0·074187	0·171597	11·3097
2·30	0·110234	0·268282	6·5031	0·077350	0·179304	11·5610
2·35	0·114844	0·280072	6·6445	0·080574	0·187184	11·8124
2·40	0·119540	0·292122	6·7859	0·083857	0·195238	12·0637
2·45	0·124318	0·304420	6·9272	0·087196	0·203457	12·3150
2·50	0·129176	0·316967	7·0686	0·090591	0·211842	12·5664
3·00	0·183110	0·456436	8·4823	0·128731	0·305056	15·0795
3·50	0·246110	0·621258	9·8960	0·172875	0·415213	17·5928
4·00	0·318732	0·811442	11·3098	0·224268	0·542321	20·1060

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·10 m. Pipe section : 0·007854 m²			PIPE DIAMETER : 0·125 m. Pipe section : 0·012272 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0785			0·1227
0·05			0·3927			0·6136
0·10	0·000191		0·7854	0·000144	0·000207	1·2272
0·15	0·000388	0·000604	1·1781	0·000291	0·000449	1·8408
0·20	0·000643	0·001054	1·5708	0·000486	0·000783	2·4544
0·25	0·000956	0·001622	1·9635	0·000726	0·001204	3·0680
0·30	0·001335	0·002312	2·3562	0·001009	0·001712	3·6816
0·35	0·001763	0·003120	2·7489	0·001330	0·002311	4·2952
0·40	0·002248	0·004060	3·1416	0·001701	0·003004	4·9088
0·45	0·002786	0·005111	3·5343	0·002104	0·003785	5·5224
0·50	0·003370	0·006281	3·9270	0·002548	0·004656	6·1360
0·55	0·004009	0·007584	4·3197	0·003037	0·005618	6·7496
0·60	0·004707	0·009006	4·7124	0·003560	0·006568	7·3632
0·65	0·005447	0·010543	5·1051	0·004120	0·007804	7·9768
0·70	0·006245	0·012215	5·4978	0·004726	0·009037	8·5904
0·75	0·007090	0·014000	5·8905	0·005369	0·010356	9·2040
0·80	0·007985	0·015911	6·1830	0·006059	0·011769	9·8176
0·85	0·008931	0·017951	6·6759	0·006765	0·013279	10·4312
0·90	0·009930	0·020108	7·0686	0·007531	0·014878	11·0448
0·95	0·010980	0·022402	7·4613	0·008332	0·016567	11·6584
1·00	0·012080	0·024822	7·8540	0·009166	0·018349	12·2720
1·05	0·013233	0·027365	8·2467	0·010047	0·020228	12·8866
1·10	0·014431	0·030033	8·6394	0·010962	0·022201	13·4992
1·15	0·015673	0·032829	9·0321	0·011913	0·024268	14·1128
1·20	0·016955	0·035746	9·4248	0·012091	0·026424	14·7264
1·25	0·018301	0·038785	9·8175	0·013921	0·028670	15·8400
1·30	0·019692	0·041950	10·2102	0·014988	0·031010	15·9536
1·35	0·021142	0·045237	10·6029	0·016089	0·033440	16·5672
1·40	0·022637	0·048651	10·9956	0·017231	0·035964	17·1808
1·45	0·024197	0·052187	11·3883	0·018406	0·038578	17·7944
1·50	0·025803	0·055849	11·7810	0·019615	0·041285	18·4080
1·55	0·027456	0·059638	12·1737	0·020857	0·044086	19·0216
1·60	0·029149	0·063544	12·5664	0·022140	0·046973	19·6352
1·65	0·030890	0·067581	12·9591	0·023458	0·049957	20·2488
1·70	0·032671	0·071735	13·3518	0·024805	0·053028	20·8624
1·75	0·034514	0·076021	13·7445	0·026200	0·056196	21·4760
1·80	0·036397	0·080423	14·1372	0·027625	0·059450	22·0896
1·85	0·038324	0·084952	14·5293	0·029097	0·062798	22·7032
1·90	0·040296	0·089608	14·9226	0·030588	0·066240	23·3168
1·95	0·042347	0·094385	15·3153	0·032126	0·069772	23·9304
2·00	0·044446	0·099290	15·7081	0·033714	0·073397	24·5440
2·05	0·046589	0·104315	16·1007	0·035334	0·077112	25·1576
2·10	0·048777	0·109468	16·4934	0·036990	0·080921	25·7712
2·15	0·051010	0·114742	16·8861	0·038678	0·084820	26·3848
2·20	0·053285	0·120138	17·2788	0·040437	0·088809	26·9984
2·25	0·055608	0·125665	17·6715	0·042236	0·092894	27·6120
2·30	0·057970	0·131310	18·0642	0·044068	0·097067	28·2256
2·35	0·060377	0·137081	18·4569	0·045960	0·101333	28·8392
2·40	0·062828	0·142978	18·8496	0·047890	0·105692	29·4538
2·45	0·065320	0·148998	19·2423	0·049858	0·110142	30·0664
2·50	0·065853	0·155139	19·6350	0·051862	0·114682	30·6800
3·00	0·096333	0·223402	23·5620	0·073580	0·165143	36·816
3·50	0·129559	0·304073	27·4890	0·098802	0·224777	42·952
4·00	0·167589	0·397152	31·4160	0·128004	0·293587	49·088

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·150 m. Pipe section : 0·0176725 m²			PIPE DIAMETER : 0·200 m. Pipe section : 0·031416 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·1767			0·31 2
0·05	0·000034		0·8836	0·000024	0·000030	1·57 /8
0·10	0·000114	0·000163	1·7671	0·000079	0·000110	3·1416
0·15	0·000232	0·000352	2·6507	0·000162	0·000238	4·7424
0·20	0·000387	0·000612	3·5343	0·000270	0·000413	6·2832
0·25	0·000578	0·000941	4·4179	0·000400	0·000636	7·8540
0·30	0·000801	0·001336	5·3014	0·000557	0·000903	9·4248
0·35	0·001059	0·001810	6·1850	0·000736	0·001217	10·9956
0·40	0·001351	0·002347	7·0686	0·000940	0·001581	12·5664
0·45	0·001674	0·002948	7·9522	0·001169	0·001989	14·1372
0·50	0·002031	0·003622	8·8357	0·001421	0·002445	15·7080
0·55	0·002421	0·004374	9·7193	0·001692	0·002945	17·2788
0·60	0·002842	0·005187	10·6029	0·001986	0·003491	18·8496
0·65	0·003293	0·006070	11·4865	0·002298	0·004080	20·4204
0·70	0·003777	0·007028	12·3700	0·002642	0·004734	21·9912
0·75	0·004289	0·008054	13·2536	0·002996	0·005433	23·5620
0·80	0·004834	0·009155	14·1372	0·003376	0·006181	25·1328
0·85	0·005411	0·010329	15·0208	0·003784	0·006979	26·7036
0·90	0·006017	0·011572	15·9043	0·004212	0·007824	28·2744
0·95	0·006652	0·012883	16·7879	0·004658	0·008717	29·8452
1·00	0·007316	0·014268	17·6715	0·005122	0·009659	31·4160
1·05	0·008009	0·015722	18·5550	0·005619	0·010648	32·9868
1·10	0·008732	0·017247	19·4386	0·006139	0·011686	34·5576
1·15	0·009487	0·018852	20·3222	0·006680	0·012774	36·1284
1·20	0·010271	0·020527	21·2058	0·007241	0·013909	37·6992
1·25	0·011086	0·022273	22·0893	0·007821	0·015092	39·2700
1·30	0·011933	0·024091	22·9729	0·008424	0·016324	40·8408
1·35	0·012813	0·025978	23·8565	0·009047	0·017603	42·4116
1·40	0·013726	0·027939	24·7401	0·009695	0·018931	43·9824
1·45	0·014667	0·029970	25·6237	0·010362	0·020307	45·5532
1·50	0·015642	0·032072	26·5072	0·011049	0·021737	47·1240
1·55	0·016646	0·034248	27·3908	0·011756	0·023206	48·6948
1·60	0·017684	0·036491	28·2744	0·012480	0·024726	50·2656
1·65	0·018752	0·038809	29·1580	0·013232	0·026297	51·8364
1·70	0·019846	0·041195	30·0415	0·014001	0·027913	53·4072
1·75	0·020970	0·043656	30·9251	0·014790	0·029581	54·9780
1·80	0·022129	0·046184	31·8087	0·015597	0·031294	56·5488
1·85	0·023317	0·048785	32·6922	0·016424	0·033056	58·1196
1·90	0·024533	0·051459	33·5758	0·017268	0·034868	59·6904
1·95	0·025777	0·054202	34·4594	0·018141	0·036727	61·2612
2·00	0·027062	0·057018	35·3430	0·019032	0·038635	62·8320
2·05	0·028374	0·059905	36·2265	0·019942	0·040591	64·4028
2·10	0·029716	0·062863	37·1101	0·020882	0·042596	65·9736
2·15	0·031085	0·065892	37·9937	0·021841	0·044548	67·5444
2·20	0·032497	0·068991	38·8772	0·022831	0·046748	69·1152
2·25	0·033941	0·072165	39·7608	0·023843	0·048899	70·6860
2·30	0·035411	0·075406	40·6444	0·024873	0·051095	72·2568
2·35	0·036911	0·078720	41·5279	0·025924	0·053340	73·8276
2·40	0·038441	0·082107	42·4115	0·026981	0·055635	75·3984
2·45	0·039998	0·085564	43·2951	0·028071	0·057978	76·9692
2·50	0·041583	0·089090	44·1787	0·029180	0·060367	78·5400
3·00	0·059023	0·128291	53·0145	0·041400	0·086929	94·2480
3·50	0·079296	0·174618	61·8503	0·055757	0·118320	109·956
4·00	0·102483	0·228073	70·6860	0·072051	0·154541	125·664

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·250 m. Pipe section : 0·0490875 m²			PIPE DIAMETER : 0·300 m. Pipe section : 0·070686 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·4909			0·7069
0·05	0·000017	0·000022	2·4544	0·000014	0·000018	3·5343
0·10	0·000060	0·000081	4·9087	0·000048	0·000064	7·0686
0·15	0·000122	0·000175	7·3631	0·000097	0·000139	10·6029
0·20	0·000204	0·000305	9·8175	0·000163	0·000241	14·1372
0·25	0·000303	0·000469	12·2719	0·000244	0·000370	17·6715
0·30	0·000424	0·000668	14·7262	0·000339	0·000527	21·2058
0·35	0·000563	0·000902	17·1806	0·000450	0·000711	24·7401
0·40	0·000720	0·001173	19·6350	0·000574	0·000925	28·2744
0·45	0·000890	0·001477	22·0894	0·000712	0·001164	31·8087
0·50	0·001080	0·001815	24·5437	0·000864	0·001431	35·3430
0·55	0·001286	0·002188	26·9981	0·001031	0·001725	38·8773
0·60	0·001512	0·002594	29·4525	0·001215	0·002046	42·4116
0·65	0·001753	0·003034	31·9069	0·001411	0·002393	45·9459
0·70	0·002013	0·003511	34·3612	0·001622	0·002769	49·4802
0·75	0·002294	0·004024	36·8156	0·001845	0·003170	53·0145
0·80	0·002586	0·004573	39·2700	0·002079	0·003603	56·5488
0·85	0·002896	0·005159	41·7244	0·002326	0·004064	60·0831
0·90	0·003226	0·005781	44·1787	0·002588	0·004556	63·6174
0·95	0·003571	0·006440	46·6331	0·002866	0·005076	67·1517
1·00	0·003935	0·007136	49·0875	0·003157	0·005624	70·6860
1·05	0·004315	0·007867	51·5418	0·003461	0·006200	74·2203
1·10	0·004712	0·008634	53·9962	0·003778	0·006804	77·7546
1·15	0·005123	0·009437	56·4506	0·004110	0·007438	81·2889
1·20	0·005555	0·010276	58·9050	0·004453	0·008099	84·8232
1·25	0·006002	0·011150	61·3593	0·004808	0·008787	88·3575
1·30	0·006464	0·012060	63·8137	0·005177	0·009504	91·8918
1·35	0·006944	0·013005	66·2681	0·005561	0·010249	95·4261
1·40	0·007441	0·013986	68·7225	0·005957	0·011022	98·9604
1·45	0·007956	0·015002	71·1769	0·006365	0·011823	102·4947
1·50	0·008486	0·016055	73·6312	0·006785	0·012653	106·0290
1·55	0·009033	0·017144	76·0856	0·007217	0·013511	109·5633
1·60	0·009593	0·018267	78·5400	0·007659	0·014397	113·0976
1·65	0·010169	0·019428	80·9944	0·008123	0·015311	116·6319
1·70	0·010759	0·020622	83·4487	0·008602	0·016252	120·1662
1·75	0·011364	0·021854	85·9031	0·009090	0·017223	123·7005
1·80	0·011989	0·023120	88·3575	0·009595	0·018221	127·2348
1·85	0·012629	0·024422	90·8118	0·010106	0·019247	130·7691
1·90	0·013285	0·025760	93·2662	0·010635	0·020302	134·3034
1·95	0·013954	0·027133	95·7206	0·011170	0·021384	137·8377
2·00	0·014639	0·028543	98·1750	0·011723	0·022495	141·3720
2·05	0·015345	0·029988	100·6293	0·012288	0·023633	144·9063
2·10	0·016067	0·031469	103·0837	0·012865	0·024801	148·4406
2·15	0·016804	0·032985	105·5381	0·013461	0·025996	151·9749
2·20	0·017564	0·034537	107·9924	0·014070	0·027218	155·5092
2·25	0·018341	0·036126	110·4468	0·014691	0·028470	159·0435
2·30	0·019133	0·037748	112·9012	0·015324	0·029749	162·5778
2·35	0·019940	0·039407	115·3555	0·015969	0·031057	166·1121
2·40	0·020763	0·041103	117·8099	0·016627	0·032393	169·6464
2·45	0·021600	0·042833	120·2643	0·017296	0·033756	173·1807
2·50	0·022465	0·044598	122·7187	0·017988	0·035148	176·7150
3·00	0·031873	0·064222	147·2625	0·025490	0·050613	212·058
3·50	0·042907	0·087413	171·8063	0·034341	0·068890	247·401
4·00	0·055455	0·114173	196·3500	0·044527	0·089979	282·744

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·350 m. Pipe section : 0·0962115 m²			PIPE DIAMETER : 0·400 m. Pipe section : 0·125664 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			0·0621			1·2566
0·05	0·000011	0·000014	4·8106	0·000010	0·000012	6·2832
0·10	0·000039	0·000052	9·6211	0·000033	0·000044	12·5664
0·15	0·000081	0·000112	14·4317	0·000068	0·000094	18·8496
0·20	0·000135	0·000195	19·2423	0·000115	0·000164	25·1328
0·25	0·000203	0·000298	24·0529	0·000172	0·000253	31·4160
0·30	0·000282	0·000425	28·8634	0·000239	0·000360	37·6992
0·35	0·000374	0·000574	33·6740	0·000317	0·000485	43·9824
0·40	0·000477	0·000747	38·4846	0·000406	0·000631	50·2656
0·45	0·000594	0·000941	43·2952	0·000506	0·000795	56·5488
0·50	0·000721	0·001157	48·1057	0·000615	0·000978	62·8320
0·55	0·000860	0·001396	52·9163	0·000732	0·001180	69·1152
0·60	0·001009	0·001657	57·7269	0·000858	0·001400	75·3984
0·65	0·001172	0·001942	62·5375	0·000996	0·001640	81·6816
0·70	0·001348	0·002252	67·3480	0·001146	0·001899	87·9648
0·75	0·001533	0·002584	72·1586	0·001305	0·002177	94·2480
0·80	0·001730	0·002940	76·9692	0·001472	0·002473	100·5312
0·85	0·001936	0·003320	81·7798	0·001648	0·002790	106·8144
0·90	0·002153	0·003722	86·5903	0·001832	0·003128	113·0976
0·95	0·002383	0·004147	91·4009	0·002026	0·003485	119·3808
1·00	0·002626	0·004595	96·2115	0·002233	0·003861	125·6640
1·05	0·002878	0·005065	101·0221	0·002447	0·004257	131·9472
1·10	0·003142	0·005559	105·8326	0·002672	0·004672	138·2304
1·15	0·003417	0·006077	110·6432	0·002905	0·005106	144·5136
1·20	0·003701	0·006616	115·4538	0·003147	0·005560	150·7968
1·25	0·003998	0·007179	120·2644	0·003399	0·006033	157·0800
1·30	0·004304	0·007765	125·0749	0·003659	0·006525	163·3632
1·35	0·004623	0·008373	129·8855	0·003929	0·007037	169·6464
1·40	0·004952	0·009005	134·6961	0·004208	0·007567	175·9296
1·45	0·005291	0·009660	139·5067	0·004498	0·008117	182·2128
1·50	0·005642	0·010338	144·3172	0·004796	0·008687	188·4960
1·55	0·006004	0·011039	149·1278	0·005107	0·009276	194·7792
1·60	0·006375	0·011762	153·9384	0·005425	0·009884	201·0624
1·65	0·006760	0·012509	158·7490	0·005752	0·010512	207·3456
1·70	0·007155	0·013278	163·5595	0·006087	0·011158	213·6288
1·75	0·007560	0·014071	168·3701	0·006431	0·011825	219·9120
1·80	0·007979	0·014886	173·1807	0·006783	0·012509	226·1952
1·85	0·008403	0·015725	177·9913	0·007143	0·013214	232·4784
1·90	0·008842	0·016586	182·8018	0·007516	0·013938	238·7616
1·95	0·009286	0·017470	187·6124	0·007898	0·014181	245·0448
2·00	0·009745	0·018378	192·4230	0·008288	0·015444	251·3280
2·05	0·010214	0·019309	197·2336	0·008686	0·016226	257·6112
2·10	0·010693	0·020262	202·0441	0·009092	0·017027	263·8944
2·15	0·011188	0·021239	206·8547	0·009513	0·017848	269·1776
2·20	0·011693	0·022237	211·6653	0·009942	0·018687	276·4608
2·25	0·012209	0·023261	216·4759	0·010380	0·019547	282·7440
2·30	0·012734	0·024305	221·2864	0·010826	0·020425	289·0272
2·35	0·013270	0·025373	226·0970	0·011280	0·021322	295·3104
2·40	0·013816	0·026465	230·9076	0·011744	0·022240	301·5936
2·45	0·014371	0·027579	235·7182	0·012215	0·023176	307·8768
2·50	0·014945	0·028716	240·5287	0·012695	0·024131	314·1600
3·00	0·021167	0·041351	288·6345	0·017971	0·034749	376·992
3·50	0·028543	0·056283	336·7403	0·024273	0·047297	439·824
4·00	0·036908	0·073513	384·8460	0·031296	0·061276	502·656

TABLE *giving the* **loss of head J in metres**

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·450 m. Pipe section : 0·1590435 m²			PIPE DIAMETER : 0·500 m. Pipe section : 0·19635 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			1·5904			1·9635
0·05	0·000008	0·000010	7·9522	0·000007	0·000009	5·8175
0·10	0·000029	0·000037	15·9043	0·000025	0·000033	19·6350
0·15	0·000059	0·000081	23·8565	0·000052	0·000070	29·4525
0·20	0·000099	0·000141	31·8087	0·000088	0·000123	39·2700
0·25	0·000149	0·000217	39·7609	0·000131	0·000189	49·0875
0·30	0·000207	0·000309	47·7130	0·000182	0·000270	58·9056
0·35	0·000275	0·000418	55·6652	0·000242	0·000365	68·7225
0·40	0·000352	0·000543	63·6174	0·000310	0·000474	78·5400
0·45	0·000438	0·000684	71·5696	0·000386	0·000597	88·3575
0·50	0·000533	0·000841	79·5217	0·000469	0·000735	98·1750
0·55	0·000636	0·001016	87·4739	0·000560	0·000887	107·9925
0·60	0·000746	0·001205	95·4261	0·000658	0·001053	117·8100
0·65	0·000865	0·001412	103·3783	0·000763	0·001233	127·6275
0·70	0·000994	0·001634	111·3304	0·000875	0·001427	137·4450
0·75	0·001131	0·001872	119·2826	0·000995	0·001635	147·2625
0·80	0·001276	0·002127	127·2348	0·001123	0·001856	157·0800
0·85	0·001429	0·002399	135·1870	0·001258	0·002093	166·8975
0·90	0·001589	0·002688	143·1391	0·001400	0·002343	176·7150
0·95	0·001757	0·002991	151·0913	0·001548	0·002606	186·5325
1·00	0·001936	0·003313	159·0435	0·001704	0·002885	196·3500
1·05	0·002122	0·003652	166·9957	0·001869	0·003180	206·1675
1·10	0·002316	0·004008	174·9478	0·002040	0·003491	215·9850
1·15	0·002520	0·004382	182·9000	0·002219	0·003815	225·8025
1·20	0·002730	0·004771	190·8522	0·002405	0·004154	235·6200
1·25	0·002948	0·005177	198·8044	0·002596	0·004508	245·4375
1·30	0·003174	0·005599	206·7565	0·002794	0·004876	255·2550
1·35	0·003408	0·006038	214·7087	0·003000	0·005258	265·0725
1·40	0·003650	0·006494	222·6609	0·003213	0·005654	274·8900
1·45	0·003901	0·006965	230·6131	0·003436	0·006065	284·7075
1·50	0·004162	0·007454	238·5652	0·003665	0·006491	294·5250
1·55	0·004430	0·007960	246·5174	0·003902	0·006931	304·3425
1·60	0·004706	0·008481	254·4696	0·004144	0·007385	314·1600
1·65	0·004990	0·009020	262·4218	0·004393	0·007854	323·9775
1·70	0·005280	0·009574	270·3739	0·004649	0·008337	333·7950
1·75	0·005578	0·010147	278·3261	0·004911	0·008835	343·6125
1·80	0·005883	0·010734	286·2783	0·005179	0·009347	353·4300
1·85	0·006194	0·011338	294·2305	0·005456	0·009873	363·2475
1·90	0·006518	0·011960	302·1826	0·005741	0·010414	373·0650
1·95	0·006848	0·012598	310·1348	0·006031	0·010970	382·8825
2·00	0·007186	0·013252	318·0870	0·006328	0·011540	392·7000
2·05	0·007530	0·013923	326·0392	0·006632	0·012124	402·5175
2·10	0·007887	0·014611	333·9913	0·006946	0·012723	412·3350
2·15	0·008252	0·015315	341·9435	0·007266	0·013336	422·1525
2·20	0·008623	0·016035	349·8957	0·007593	0·013963	431·9700
2·25	0·009003	0·016773	357·8479	0·007927	0·014605	441·7875
2·30	0·009389	0·017526	365·8000	0·008267	0·015261	451·6050
2·35	0·009783	0·018296	373·7522	0·008613	0·015932	461·4225
2·40	0·010184	0·019083	381·5044	0·008966	0·016517	471·2400
2·45	0·010593	0·019887	389·6566	0·009315	0·017317	481·0575
2·50	0·011008	0·020706	397·6087	0·009697	0·018030	490·8750
3·00	0·015607	0·029817	477·1305	0·013762	0·025964	589·05
3·50	0·021035	0·040585	556·6523	0·018519	0·035340	687·225
4·00	0·027034	0·053009	636·174	0·023976	0·046158	785·4

TABLE *giving the* **loss of head J in metres**

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·600 m. Pipe section : 0·282744 m²			PIPE DIAMETER : 0·700 m. Pipe section : 0·384646 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			2·8274			3·8484
0·05	0·000006	0·000007	14·1372	0·000005	0·000006	19·2423
0·10	0·000020	0·000026	28·2744	0·000017	0·000022	38·4846
0·15	0·000041	0·000056	42·4116	0·000034	0·000047	57·7269
0·20	0·000068	0·000095	56·5488	0·000057	0·000080	76·9692
0·25	0·000105	0·000149	70·6860	0·000087	0·000123	96·2115
0·30	0·000146	0·000212	84·8232	0·000121	0·000175	115·4538
0·35	0·000193	0·000287	98·9604	0·000160	0·000236	134·6961
0·40	0·000247	0·000372	113·0976	0·000205	0·000308	153·9384
0·45	0·000307	0·000469	127·2348	0·000255	0·000387	173·1807
0·50	0·000372	0·000577	141·3720	0·000309	0·000473	192·4230
0·55	0·000443	0·000697	155·5092	0·000368	0·000571	211·6653
0·60	0·000521	0·000827	169·6464	0·000433	0·000679	230·9076
0·65	0·000605	0·000969	183·7836	0·000502	0·000795	250·1499
0·70	0·000695	0·001122	197·9208	0·000576	0·000921	269·3922
0·75	0·000790	0·001287	212·0580	0·000655	0·001057	288·6345
0·80	0·000890	0·001463	226·1952	0·000738	0·001202	307·8768
0·85	0·000996	0·001651	240·3324	0·000826	0·001358	327·1191
0·90	0·001107	0·001849	254·4696	0·000917	0·001521	346·3614
0·95	0·001221	0·002059	268·6068	0·001015	0·001681	365·6037
1·00	0·001341	0·002279	282·7440	0·001117	0·001880	384·8460
1·05	0·001472	0·002513	296·8812	0·001224	0·002068	404·0883
1·10	0·001609	0·002758	311·0184	0·001338	0·002272	423·3306
1·15	0·001750	0·003014	325·1556	0·001454	0·002482	442·5729
1·20	0·001897	0·003282	339·2928	0·001562	0·002701	461·8152
1·25	0·002049	0·003561	353·4300	0·001688	0·002934	481·0575
1·30	0·002208	0·003852	367·5672	0·001817	0·003175	500·2998
1·35	0·002372	0·004154	381·7044	0·001946	0·003420	519·5421
1·40	0·002541	0·004467	395·8416	0·002084	0·003680	538·7844
1·45	0·002715	0·004792	409·9788	0·002225	0·003950	558·0267
1·50	0·002896	0·005128	424·1160	0·002376	0·004223	577·2690
1·55	0·003082	0·005476	438·2523	0·002528	0·004512	596·5113
1·60	0·003273	0·005835	452·3904	0·002681	0·004884	615·7536
1·65	0·003469	0·006205	466·5276	0·002843	0·005115	634·9959
1·70	0·003673	0·006587	480·6648	0·003012	0·005437	654·2382
1·75	0·003879	0·006980	494·8020	0·003181	0·005750	673·4805
1·80	0·004090	0·007384	508·9392	0·003356	0·006079	692·7228
1·85	0·004309	0·007800	523·0764	0·003530	0·006424	711·9651
1·90	0·004533	0·008228	537·2136	0·003714	0·006775	731·2074
1·95	0·004761	0·008666	551·3508	0·003901	0·007146	750·4497
2·00	0·004995	0·009117	565·4880	0·004088	0·007508	769·6920
2·05	0·005234	0·009578	579·6252	0·004286	0·007895	788·9343
2·10	0·005477	0·010051	593·7624	0·004484	0·008277	808·1766
2·15	0·005729	0·010536	607·8996	0·004686	0·008673	827·4189
2·20	0·005986	0·011031	622·0368	0·004889	0·009089	846·6612
2·25	0·006249	0·011539	636·1740	0·005103	0·009502	865·9035
2·30	0·006516	0·012057	650·3122	0·005322	0·009944	885·1458
2·35	0·006788	0·012587	664·4484	0·005547	0·010451	904·3881
2·40	0·007066	0·013128	678·5856	0·005773	0·010806	923·6304
2·45	0·007353	0·013681	692·7228	0·006010	0·011268	942·8727
2·50	0·007645	0·014245	706·8600	0·006248	0·011733	962·1150
3·00	0·010841	0·020513	848·232	0·008867	0·016901	1,154·5380
3·50	0·014610	0·027920	989·604	0·011925	0·022997	1,346·9610
4·00	0·018893	0·036476	1,130·967	0·015436	0·030410	1,539·3840

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 0·800 m. Pipe section : 0·502656 m²			PIPE DIAMETER : 0·900 m. Pipe section : 0·636174 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			5·0205			6·3617
0·05	0·000004	0·000005	25·1328	0·000004	0·000005	31·8087
0·10	0·000014	0·000018	50·2656	0·000012	0·000015	63·6174
0·15	0·000029	0·000039	75·3984	0·000025	0·000034	95·4261
0·20	0·000049	0·000067	100·5312	0·000043	0·000058	127·2348
0·25	0·000074	0·000103	125·6640	0·000064	0·000087	159·0435
0·30	0·000103	0·000147	150·7968	0·000089	0·000124	190·8522
0·35	0·000137	0·000198	175·9296	0·000118	0·000167	222·6609
0·40	0·000174	0·000258	201·0624	0·000150	0·000218	254·4696
0·45	0·000216	0·000324	251·1952	0·000186	0·000274	286·2783
0·50	0·000262	0·000398	251·3280	0·000225	0·000336	318·0870
0·55	0·000312	0·000481	275·4608	0·000268	0·000406	349·8957
0·60	0·000367	0·000572	301·5936	0·000316	0·000483	381·7044
0·65	0·000425	0·000670	326·7264	0·000367	0·000565	413·5131
0·70	0·000489	0·000776	351·8592	0·000421	0·000654	445·3218
0·75	0·000557	0·000890	376·9920	0·000479	0·000749	477·1305
0·80	0·000628	0·001012	402·1248	0·000540	0·000852	508·9392
0·85	0·000703	0·001142	427·2576	0·000605	0·000961	540·7479
0·90	0·000781	0·001279	452·3904	0·000671	0·001077	572·5566
0·95	0·000864	0·001425	477·5232	0·000743	0·001199	604·3653
1·00	0·000952	0·001579	502·6560	0·000817	0·001327	636·1740
1·05	0·001044	0·001741	527·7888	0·000896	0·001461	667·9827
1·10	0·001139	0·001910	552·9216	0·000980	0·001606	699·7914
1·15	0·001239	0·002088	578·0544	0·001065	0·001752	731·6001
1·20	0·001341	0·002274	603·1872	0·001144	0·001910	763·4088
1·25	0·001448	0·002467	628·3200	0·001237	0·002073	795·2175
1·30	0·001559	0·002668	653·4528	0·001332	0·002241	827·0262
1·35	0·001673	0·002877	678·5856	0·001428	0·002420	858·8349
1·40	0·001791	0·003095	703·7184	0·001529	0·002604	890·6436
1·45	0·001914	0·003319	728·8512	0·001632	0·002787	922·4523
1·50	0·002041	0·003552	753·9840	0·001741	0·002983	954·2610
1·55	0·002174	0·003793	779·1168	0·001857	0·003186	986·0697
1·60	0·002309	0·004042	804·2496	0·001968	0·003398	1,017·8784
1·65	0·002449	0·004298	829·3824	0·002086	0·003610	1,049·6871
1·70	0·002593	0·004563	854·5152	0·002208	0·003837	1,081·4958
1·75	0·002740	0·004835	879·6480	0·002337	0·004061	1,113·3045
1·80	0·002890	0·005115	904·7808	0·002461	0·004299	1,145·1132
1·85	0·003044	0·005403	929·9136	0·002594	0·004538	1,176·9219
1·90	0·003202	0·005699	955·0464	0·002726	0·004792	1,208·7306
1·95	0·003363	0·006003	980·1792	0·002862	0·005044	1,240·5393
2·00	0·003530	0·006315	1,005·3120	0·003001	0·005307	1,272·3480
2·05	0·003700	0·006635	1,030·4448	0·003144	0·005578	1,304·1567
2·10	0·003875	0·006963	1,055·5776	0·003296	0·005850	1,335·9654
2·15	0·004052	0·007298	1,080·7104	0·003445	0·006136	1,367·7741
2·20	0·004234	0·007641	1,105·8432	0·003598	0·006242	1,399·5828
2·25	0·004419	0·007993	1,130·9760	0·003757	0·006712	1,421·3915
2·30	0·004611	0·008352	1,156·1088	0·003915	0·007025	1,463·2002
2·35	0·004806	0·008719	1,181·2416	0·004074	0·007319	1,495·0089
2·40	0·005006	0·009094	1,206·3744	0·004240	0·007641	1,526·8176
2·45	0·005209	0·009477	1,231·5072	0·004419	0·007960	1,558·6263
2·50	0·005416	0·009867	1,256·6400	0·004590	0·008288	1,590·4350
3·00	0·007695	0·014209	1,507·968	0·006518	0·011923	1,908·5220
3·50	0·010357	0·019340	1,759·296	0·008782	0·016246	2,226·6090
4·00	0·013405	0·025261	2,010·624	0·011367	0·021204	2,544·6960

TABLE *giving the* **loss of head J in metres**

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 1·000 m. Pipe section : 0·785398 m²			PIPE DIAMETER : 1·250 m. Pipe section : 1·22719 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			7·8539			12·2715
0·05	0·000003	0·000004	39·2694	0·000002	0·000003	61·3575
0·10	0·000010	0·000013	78·5389	0·000008	0·000010	122·7150
0·15	0·000022	0·000029	117·8083	0·000017	0·000022	184·0725
0·20	0·000037	0·000051	157·0778	0·000028	0·000038	245·4300
0·25	0·000056	0·000078	196·3472	0·000043	0·000059	306·7875
0·30	0·000078	0·000111	235·6167	0·000060	0·000084	368·1450
0·35	0·000103	0·000150	274·8861	0·000079	0·000113	429·5025
0·40	0·000132	0·000195	314·1556	0·000101	0·000147	490·8600
0·45	0·000164	0·000246	353·4250	0·000125	0·000185	552·2175
0·50	0·000200	0·000302	392·6945	0·000152	0·000227	613·5755
0·55	0·000239	0·000365	431·9639	0·000182	0·000274	674·9325
0·60	0·000280	0·000433	471·2334	0·000213	0·000326	736·2900
0·65	0·000325	0·000507	510·5028	0·000248	0·000382	797·6475
0·70	0·000372	0·000587	549·7723	0·000285	0·000443	859·0050
0·75	0·000423	0·000673	589·0417	0·000324	0·000509	920·3625
0·80	0·000478	0·000765	628·3112	0·000366	0·000579	981·7200
0·85	0·000536	0·000863	667·5806	0·000409	0·000653	1,043·0775
0·90	0·000596	0·000966	706·8501	0·000456	0·000732	1,104·4350
0·95	0·000660	0·001076	746·1195	0·000505	0·000815	1,165·7925
1·00	0·000726	0·001193	785·3980	0·000556	0·000903	1,227·1500
1·05	0·000795	0·001315	824·6584	0·000609	0·000995	1,288·5075
1·10	0·000868	0·001443	863·9279	0·000665	0·001092	1,349·8650
1·15	0·000944	0·001577	903·1973	0·000723	0·001193	1,411·2215
1·20	0·001024	0·001718	942·4668	0·000783	0·001299	1,472·5800
1·25	0·001106	0·001864	971·7362	0·000846	0·001409	1,533·9375
1·30	0·001191	0·002016	1,021·0057	0·000911	0·001524	1,595·2950
1·35	0·001280	0·002174	1,050·2751	0·000979	0·001644	1,656·6525
1·40	0·001372	0·002338	1,099·5446	0·001049	0·001767	1,718·0100
1·45	0·001486	0·002508	1,138·8140	0·001121	0·001895	1,779·3675
1·50	0·001563	0·002684	1,178·0835	0·001196	0·002028	1,840·7250
1·55	0·001663	0·002866	1,217·3529	0·001274	0·002166	1,902·0825
1·60	0·001767	0·003053	1,256·6224	0·001353	0·002307	1,963·4400
1·65	0·001873	0·003247	1,295·8918	0·001434	0·002454	2,024·7975
1·70	0·001983	0·003447	1,335·1613	0·001518	0·002604	2,086·1550
1·75	0·002096	0·003653	1,374·4307	0·001603	0·002760	2,147·5125
1·80	0·002213	0·003864	1,413·7002	0·001691	0·002920	2,208·8700
1·85	0·002332	0·004082	1,452·9696	0·001782	0·003084	2,270·2275
1·90	0·002455	0·004306	1,492·2381	0·001875	0·003253	2,331·5850
1·95	0·002580	0·004535	1,531·5075	0·001971	0·003427	2,392·9425
2·00	0·002708	0·004771	1,570·7780	0·002068	0·003605	2,454·3000
2·05	0·002838	0·005012	1,610·0474	0·002168	0·003787	2,515·6575
2·10	0·002972	0·005260	1,649·3169	0·002269	0·003974	2,577·0150
2·15	0·003108	0·005513	1,688·5863	0·002375	0·004166	2,638·3725
2·20	0·003246	0·005773	1,727·8558	0·002483	0·004361	2,699·7300
2·25	0·003388	0·006038	1,767·1252	0·002593	0·004562	2,761·0875
2·30	0·003532	0·006309	1,806·3947	0·002705	0·004767	2,822·4450
2·35	0·003679	0·006587	1,845·6641	0·002819	0·004976	2,883·8025
2·40	0·003831	0·006870	1,884·9336	0·002936	0·005191	2,945·1600
2·45	0·003985	0·007159	1,924·2030	0·003055	0·005409	3,006·5175
2·50	0·004141	0·007454	1,963·4725	0·003178	0·005632	3,067·8750
3·00	0·005985	0·010734	2,356·194	0·004510	0·008110	3,681·57
3·50	0·007930	0·014610	2,748·893	0·006084	0·011039	4,295·165
4·00	0·010259	0·019083	3,141·592	0·007875	0·014418	4,908·76

TABLE *giving the* loss of head J in metres

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 1·500 m. Pipe section : 1·76715 m²			PIPE DIAMETER : 1·750 m. Pipe section : 2·405281 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			17·671			24·053
0·05	0·000002	0·000002	88·355	0·000002	0·000002	120·264
0·10	0·000006	0·000008	176·710	0·000005	0·000007	240·528
0·15	0·000013	0·000018	265·065	0·000011	0·000014	360·792
0·20	0·000023	0·000030	353·420	0·000019	0·000025	481·056
0·25	0·000034	0·000047	441·775	0·000028	0·000038	601·320
0·30	0·000048	0·000067	530·130	0·000040	0·000055	721·584
0·35	0·000063	0·000090	618·485	0·000053	0·000074	841·848
0·40	0·000081	0·000117	706·840	0·000068	0·000096	962·112
0·45	0·000101	0·000148	795·195	0·000084	0·000121	1,082·376
0·50	0·000122	0·000182	883·550	0·000102	0·000149	1,202·641
0·55	0·000146	0·000219	971·905	0·000122	0·000181	1,322·905
0·60	0·000172	0·000260	1,060·260	0·000144	0·000215	1,443·169
0·65	0·000200	0·000305	1,148·615	0·000167	0·000251	1,563·433
0·70	0·000230	0·000353	1,236·970	0·000191	0·000291	1,683·697
0·75	0·000261	0·000405	1,325·325	0·000217	0·000334	1,803·961
0·80	0·000295	0·000461	1,413·680	0·000246	0·000380	1,924·225
0·85	0·000330	0·000521	1,502·035	0·000276	0·000429	2,044·489
0·90	0·000368	0·000584	1,590·390	0·000306	0·000481	2,164·753
0·95	0·000406	0·000651	1,678·745	0·000339	0·000536	2,285·017
1·00	0·000447	0·000721	1,767·100	0·000373	0·000594	2,405·281
1·05	0·000490	0·000795	1,855·455	0·000409	0·000654	2,525·545
1·10	0·000535	0·000872	1,943·810	0·000447	0·000718	2,645·809
1·15	0·000582	0·000953	2,032·165	0·000486	0·000785	2,766·073
1·20	0·000631	0·001038	2.120·520	0·000527	0·000854	2,886·337
1·25	0·000682	0·001126	2,208·875	0·000570	0·000927	3,006·601
1·30	0·000735	0·001218	2,297·230	0·000614	0·001003	3,126·865
1·35	0·000789	0·001314	2,385·585	0·000659	0·001081	3,247·129
1·40	0·000845	0·001412	2,473·940	0·000706	0·001163	3,367·393
1·45	0·000903	0·001515	2,562·295	0·000754	0·001247	3,487·657
1·50	0·000963	0·001621	2,650·650	0·000805	0·001335	3,607·922
1·55	0·001025	0·001731	2,739·005	0·000857	0·001425	3,728·186
1·60	0·001089	0·001844	2,827·360	0·000911	0·001519	3,848·500
1·65	0·001155	0·001961	2,915·715	0·000966	0·001615	3,968·714
1·70	0·001223	0·002082	3,004·070	0·001023	0·001715	4,088·978
1·75	0·001292	0·002206	3,092·425	0·001080	0·001817	4,209·242
1·80	0·001363	0·002334	3,180·780	0·001140	0·001922	4,329·506
1·85	0·001436	0·002466	3,269·135	0·001201	0·002030	4,449·770
1·90	0·001512	0·002601	3,357·490	0·001264	0·002142	4,570·034
1·95	0·001589	0·002739	3,445·845	0·001329	0·002256	4,690·298
2·00	0·001669	0·002882	3,534·200	0·001396	0·002373	4,810·562
2·05	0·001749	0·003027	3,622·555	0·001463	0·002493	4,930·826
2·10	0·001833	0·003177	3,710·910	0·001531	0·002617	5,051·090
2·15	0·001916	0·003330	3,799·265	0·001602	0·002742	5,171·354
2·20	0·002003	0·003487	3,887·620	0·001675	0·002872	5,291·618
2·25	0·002092	0·003647	3,975·975	0·001749	0·003004	5,411·882
2·30	0·002182	0·003811	4,064·330	0·001824	0·003138	5,532·146
2·35	0·002274	0·003978	4,152·685	0·001901	0·003277	5,652·410
2·40	0·002378	0·004149	4,241·040	0·001980	0·003417	5,772·674
2·45	0·002462	0·004324	4,329·395	0·002058	0·003561	5,892·938
2·50	0·002557	0·004502	4,417·750	0·002139	0·003708	6,013·203
3·00	0·003633	0·006483	5,301·45	0·003035	0·005340	7,215·843
3·50	0·004891	0·008825	6,185·025	0·004092	0·007268	8,418·484
4·00	0·006350	0·011526	7,068·400	0·005303	0·009493	9,621·124

TABLE *giving the* **loss of head J in metres**

as a function of the diameter of the pipe and the mean velocity :

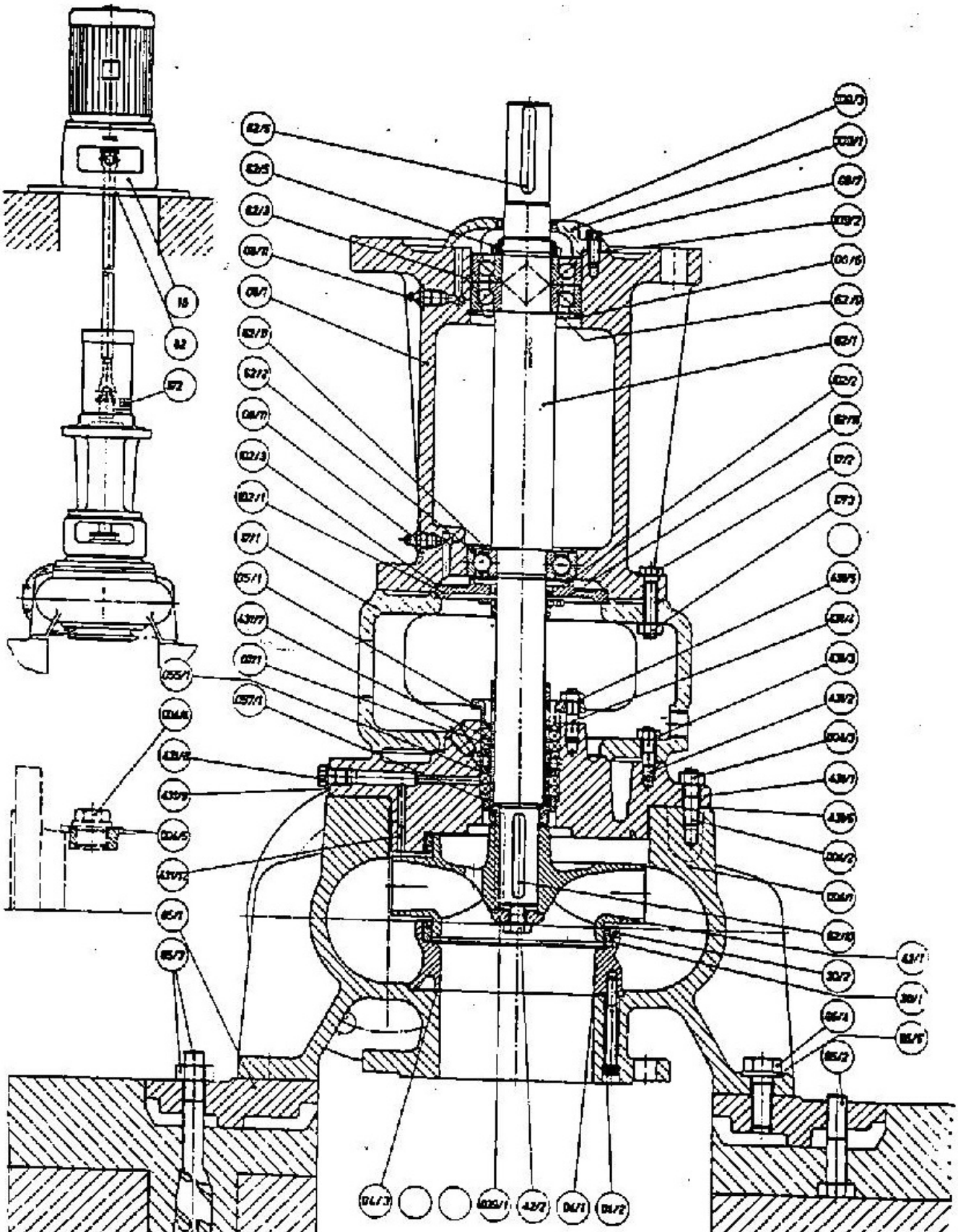
(1) For new pipes (k = 0·1 mm) and (2) for existing pipes (k = 2 mm) (*the temperature of the water being at* 0°C.)

Mean velocity in metres/sec.	PIPE DIAMETER : 2·000 m. Pipe section : 3·141592 m²			PIPE DIAMETER : 2·500 m. Pipe section : 4·908738 m²		
	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.	Head per metre of pipe length		Flow in litres/sec.
	New pipes	Existing pipes		New pipes	Existing pipes	
0·01			31·416			49·087
0·05	0·000001	0·000002	157·080	0·000001	0·000001	245·437
0·10	0·000005	0·000006	314·159	0·000003	0·000004	490·874
0·15	0·000009	0·000012	471·239	0·000007	0·000009	736·311
0·20	0·000016	0·000021	628·318	0·000012	0·000016	981·748
0·25	0·000024	0·000032	785·398	0·000018	0·000025	1,227·185
0·30	0·000034	0·000046	942·478	0·000026	0·000035	1,472·621
0·35	0·000045	0·000062	1,099·557	0·000035	0·000048	1,718·058
0·40	0·000058	0·000081	1,256·637	0·000044	0·000062	1,963·495
0·45	0·000072	0·000102	1,413·716	0·000055	0·000078	1,208·932
0·50	0·000087	0·000126	1,570·796	0·000067	0·000096	2,454·369
0·55	0·000104	0·000152	1,727·876	0·000080	0·000116	2,699·806
0·60	0·000122	0·000181	1,884·955	0·000094	0·000138	2,945·243
0·65	0·000142	0·000212	2,042·035	0·000109	0·000161	3,190·680
0·70	0·000163	0·000246	2,199·114	0·000125	0·000187	3,436·117
0·75	0·000186	0·000282	2,356·194	0·000143	0·000214	3,681·554
0·80	0·000210	0·000321	2,513·274	0·000161	0·000244	3,926·990
0·85	0·000235	0·000363	2,670·353	0·000181	0·000275	4,172·427
0·90	0·000261	0·000406	2,827·433	0·000202	0·000308	4,417·864
0·95	0·000289	0·000452	2,984·512	0·000223	0·000343	4,663·301
1·00	0·000319	0·000501	3,141·592	0·000246	0·000380	4,908·738
1·05	0·000349	0·000552	3,298·672	0·000270	0·000419	5,154·175
1·10	0·000381	0·000605	3,455·751	0·000295	0·000459	5,399·612
1·15	0·000415	0·000662	3,612·831	0·000321	0·000502	5,645·049
1·20	0·000450	0·000720	3,769·910	0·000348	0·000546	5,890·486
1·25	0·000487	0·000782	3,926·990	0·000376	0·000593	6,135·923
1·30	0·000524	0·000845	4,084·070	0·000405	0·000641	6,381·359
1·35	0·000563	0·000912	4,241·149	0·000435	0·000691	6,626·796
1·40	0·000603	0·000981	4,398·229	0·000467	0·000743	6,872·233
1·45	0·000645	0·001052	4,555·308	0·000498	0·000797	7,117·670
1·50	0·000688	0·001126	4,712·388	0·000531	0·000853	7,363·107
1·55	0·000733	0·001202	4,869·468	0·000566	0·000911	7,608·544
1·60	0·000779	0·001281	5,026·547	0·000601	0·000971	7,853·981
1·65	0·000826	0·001362	5,183·627	0·000638	0·001032	8,099·418
1·70	0·000874	0·001446	5,340·706	0·000675	0·001096	8,344·855
1·75	0·000923	0·001532	5,497·786	0·000714	0·001161	8,590·292
1·80	0·000974	0·001621	5,654·866	0·000753	0·001229	8,835·728
1·85	0·001027	0·001712	5,811·945	0·000794	0·001298	9,081.165
1·90	0·001080	0·001806	5,969·025	0·000836	0·001369	9,326·602
1·95	0·001136	0·001902	6,126·104	0·000878	0·001442	9,572·039
2·00	0·001193	0·002001	6,283·184	0·000922	0·001517	9,817·476
2·05	0·001250	0·002102	6,440·264	0·000966	0·001594	10,062·913
2·10	0·001308	0·002206	6,597·343	0·001011	0·001672	10,308·350
2·15	0·001369	0·002313	6,754·423	0·001057	0·001753	10,553·787
2·20	0·001431	0·002421	6,911·502	0·001105	0·001835	10,799·224
2·25	0·001494	0·002533	7,068·582	0·001154	0·001920	11,044·661
2·30	0·001559	0·002647	7,225·662	0·001204	0·002006	11,290·097
2·35	0·001624	0·002763	7,382·741	0·001254	0·002094	11,535·534
2·40	0·001691	0·002882	7,539·821	0·001307	0·002184	11,780·971
2·45	0·001759	0·003003	7,696·900	0·001361	0·002276	12,026·408
2·50	0·001829	0·003127	7,853·980	0·001416	0·002370	12,271·845
3·00	0·002592	0·004503	9,424·776	0·002015	0·003413	14,726·214
3·50	0·003497	0·006128	10,995·572	0·002712	0·004645	17,180·583
4·00	0·004526	0·008004	12,566·368	0·003517	0·006068	19,634·952

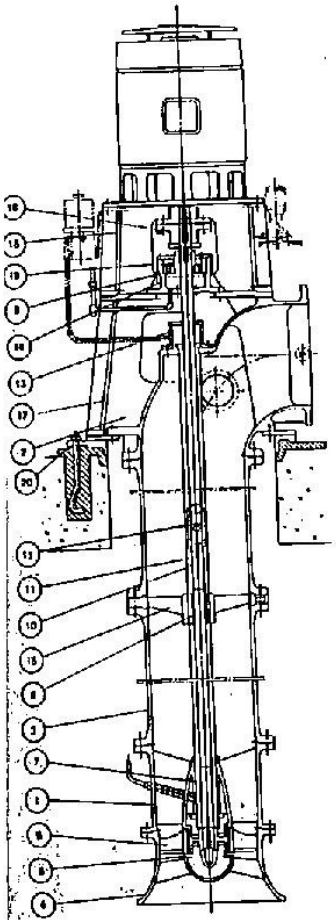
ملحق رقم (٢)

أنواع الطلمبات المستخدمة فى محطات الرفع لمياه الصرف الصحى

١ - الطلمبات الطاردة المركزية
الطلمبات الرأسية والغاطسة

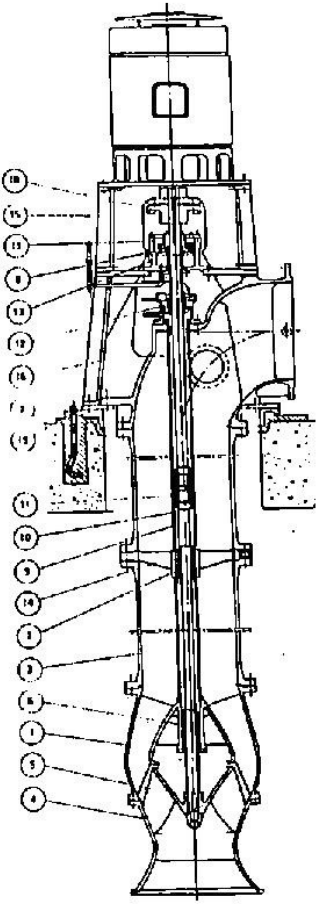


RADIAL FLOW CEN. PUMPS



1. Casing
2. Upper casing
3. Water rising pipe
4. Suction case
5. Impeller
6. Impeller boss
7. Lower plain bearing
8. Intermediate plain bearing
9. Ball bearing
10. Main shaft
11. Shaft enclosing tube
12. Intermediate shaft coupling
13. Oil cover
14. Bearing case
15. Spider
16. Motor base
17. Motor Base
18. Bearing adapter
19. Shaft coupling
20. Sole plate

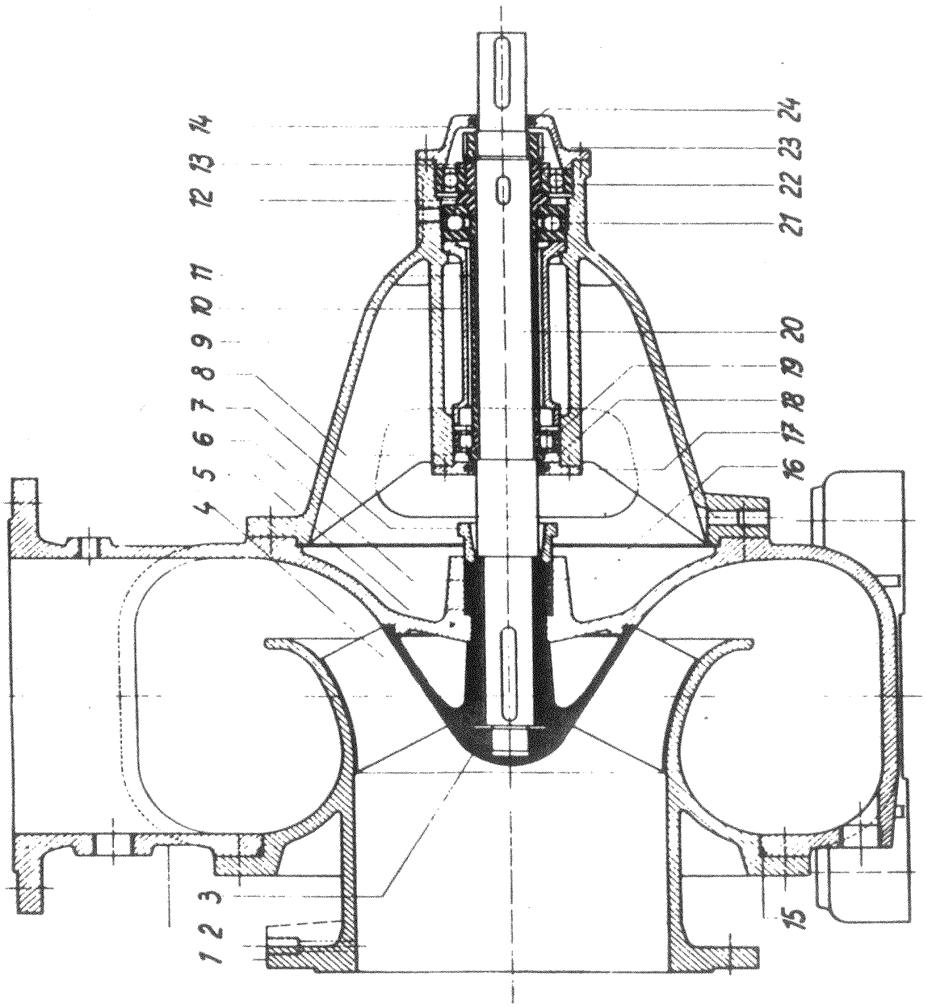
AXIAL FLOW PUMP



1. Bowl case
2. Upper casing
3. Water rising pipe
4. Suction cover
5. Impeller
6. Liner ring
7. Lower rubber bearing
8. Intermediate rubber bearing
9. Ball bearing
10. Main shaft
11. Protecting tube
12. Intermediate shaft coupling
13. Stuffing box
14. Bearing case
15. Motor base
16. Bearing adaptar
17. Shaft coupling
18. Flexible coupling
19. Sole plate

MIXED FLOW PUMP

MIXED FLOW CENTRIFUGAL PUMPS



List of Parts of vertical Section

No.	Item	Material
1	suction piece	cast iron
2	casing	cast iron
3	lock nut	bronze
4	impeller	cast iron
5	main bush	bronze
6	shaft sleeve	bronze
7	stuffing box	cast iron
8	lock ring	steel
9	bearing casing	cast iron
10	throttle piece	cast iron
11	distance bush	steel
12	regulating ring	cast iron
13	ball bearing bush	steel
14	bearing box, outside	cast iron
15	casing joints	rubber
16	stuffing box packing	cotton
17	bearing box,inside	cast iron
18	packing ring, inside	felt
19	roller bearing	steel
20	shaft	steel
21	ball bearing	steel
22	ball bearing	steel
23	nut	steel
24	packing ring, outside	felt

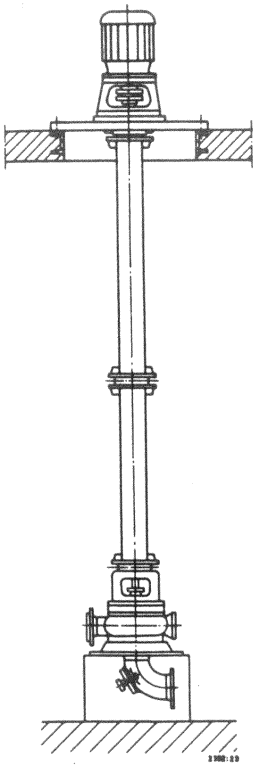


Fig. 3 Dry installation with intermediate pipe

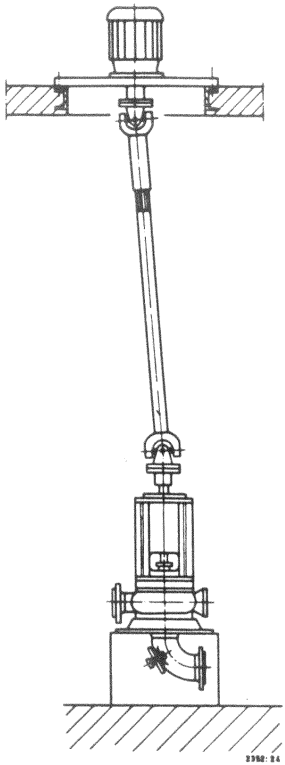


Fig. 4 Dry installation with cardan shaft

Dry Installation
With intermediate pipe (Fig. 3); installation in dry pit; the rotor can be pulled out upwards without disconnecting the suction and discharge piping. A suction elbow connects the pump to the horizontal suction line. The driver is located in the flood-proof motor and switchgear room situated above the pit.
Depending on the nominal size, the pump casing with sole-plate or with claw, is placed on a foundation.

Dry Installation
With cardan shaft (Fig. 4), for installation in dry pit.
Depending on the length of shaft the pump is equipped with one or more cardan shafts.

Underfloor Installation
The pump and driver (Fig. 5) are arranged together in a room adjoining the collection tank, in cases where a horizontal pump cannot be accommodated because of lack of space. It can however only be adopted if the room where the set is installed is dry, and there is no danger of flooding the electrical equipment. The pump is connected directly to the driver via a flexible coupling and its footplate is placed on a foundation.

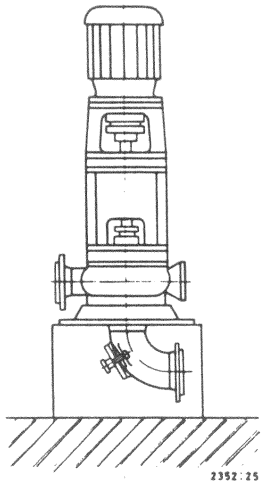


Fig. 5 Underfloor installation

Differences of Characteristics of Volute Pumps, Mixed Flow Pumps and Axial Flow Pumps

The pump characteristic changes considerably by the type of the pump. Therefore, when selecting a pump, it is essential to fully understand the characteristic of every type of pump beforehand. Fig. 1.7, Fig. 1.8 and Fig. 1.9 show the pump characteristics of a volute pump, mixed flow pump and axial flow pump, for which the difference in characteristics is the largest among various pump types, in percentage curves. (The percentage curves are to show the pump characteristic curves on the basis that every one of the total head, capacity, shaft horsepower and efficiency at the maximum efficiency is 100%).

(1) Total Head Curve

As shown in Fig. 1.7, Rising Character (i.e., the characteristic that the total head decreases as the capacity increases) becomes stronger in the order of the volute pumps, mixed flow pumps and axial flow pumps. The shut-off head (head at the point of 0 capacity) of the volute pump is about 120~140% of the head at the maximum efficiency. But, it is 140~200% for the mixed flow pump and it further increases to 200% and over for the axial flow pump.

(2) Shaft Horsepower Curve and Efficiency Curve

For the volute pump, the shaft horsepower curve drops as the capacity decreases as illustrated by Fig. 1.8. But, in case of the axial flow pump, the curve rises on the contrary. Therefore, in case of the volute pump, it is better to start it by fully closing the valve beforehand in order to minimize the starting torque. But, for the axial flow pump, shut-off operation is impossible because the shaft horsepower increases. When planning, it is necessary to take this fact into consideration. The shut-off horsepower (shaft horsepower at the point of 0 capacity) of the volute pump is about 30~60% of the shaft horsepower at the maximum efficiency. For the mixed flow pump, it is about 80~120%. However, for the axial flow pump, it increases to about 180~250%.

Of the efficiency curves, the volute pump has the most gentle curve with the largest radius of curvature. It suggests that the volute pump shows the smallest decrease of efficiency by change of the capacity. Besides, when compared with the maximum efficiency of the pumps of the same bore, the volute pumps show the most excellent value in general.

Fig. 1.7 Head – Capacity Percentage Curves

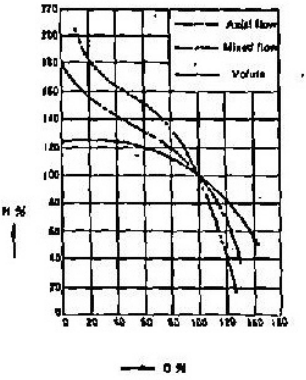


Fig. 1.8 Shaft Horse Power – Capacity Percentage Curves

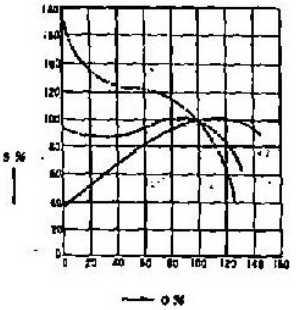
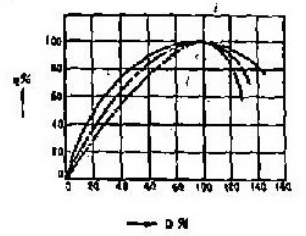


Fig. 1.9 Efficiency – Capacity Percentage Curves



Selection among Voluta, Mixed Flow and Axial Flow Pumps

Comparison of Pump Types regarding Total Head

Total Head	Suction Lift	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Remarks
Less than 3 m	–	X	○	◎	◎Used widely.
3 – 4 m	Less than 3m	Δ	○	◎	○Used.
	More than 4m	Δ	◎	Δ	Δ Not used frequently but can be used.
4 – 5 m	Less than 2m	Δ	◎	○	X Better to avoid. (or cannot be used.)
	More than 3m	Δ	◎	X	
5 – 8 m	Less than 4 m	◎	◎	X	For those which are not in this range, consult with the manufacturer.
	More than 5m	◎	X	X	
More than 8 m	–	◎	X	X	

Comparison of Pumps Types regarding Fluctuation of Head

Permissible Fluctuation to Estimated Head	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Remarks
+ 5 ~ −30 %	◎	◎	◎	◎Suitable ○Can be used
+10 ~ −30 %	○	◎	◎	Δ better to avoid. X Not suitable
+15 ~ −30 %	Δ	○	◎	As for cavitation, study separately.
+20 ~ −30 %	X	○	◎	

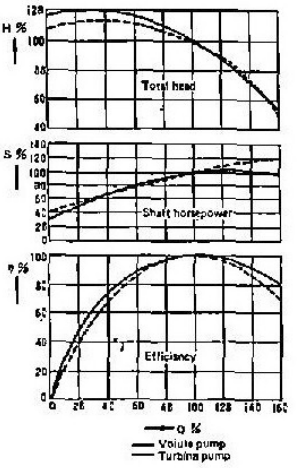
Comparison of Pump Types regarding Operation, etc.

Items	Centrifugal	Mixed Flow	Axial Flow	Vertical	Remarks
Operation and control	A	A	B	A	For every item, marks A, B and C are given from favourable one to unfavourable one in this order. As for the speed, marks A, B and C are given from the quicker one to slower one.
Maintenance	A	B	B	C	
Price	C	B	A	–	
Speed	B or C	B	A	–	
Efficiency	A	B	C	–	
Floor Space	B or C	B	B	A	

Differences of Characteristics of Voluta Pumps and Turbine Pumps

In the paragraph *above* differences of characteristics of the centrigugal pumps, mixed flow pumps and axial flow pumps are described. Of centrifugal pumps, however, the performance of the volute type pumps differs from that of the turbine type pumps. Fig. 1.10 shows the difference between them by percentage curves. The turbine pumps tend to show a convex characteristic for the total head curve (total head curve for which the maximum value of the head is at a point of capacity other than the shut-off point) and the operation characteristic at the time of parallel running sometimes becomes unstable. Generally, the shut-off head of the volute pump is 120~140% of the head at the maximum efficiency point and that of the turbine pump is 110~120%.

Fig. 1.10



Specific Speed. If we give the following data of a → centrifugal pump: → capacity Q, → total head H and → rotational speed n, the s.s. of said centrifugal pump is the true rotational speed of a *model pump* (index q), similar in vane geometry and in velocity planes (→ velocity triangle), having the following performance data:

capacity $Q_q = 1\ m^3/s$,
total head $H_q = 1\ m$.

From the relationships of similitude mechanics (→ similarity conditions, → affinity law, → model laws) it follows:

$$\frac{Q}{Q_q} = \frac{D^3 n}{D_q^3 n_q};$$

$$\frac{H}{H_q} = \frac{D^2 n^2}{D_q^2 n_q^2}.$$

Solved for n_q we obtain:

$$n_q = n \cdot \frac{(Q/Q_q)^{1/2}}{(H/H_q)^{3/4}}$$

or, with $Q_q = 1\ m^3/s$ and $H_q = 1\ m$:

$$n_q = n \frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

with
Q in m^3/s,
H in m,
n in min^{-1},
n_q in min^{-1}.

In centrifugal pump technology, it is usual to quote the s.s. in relation to the optimum values of capacity and total head (i.e. at the → operating point of optimum → efficiency η_{opt}), and in relation to the nominal (rated) rotational speed, so that we have:

$$n_q = n_N \frac{Q_{opt}^{1/2}}{H_{opt}^{3/4}}$$

with
n_q specific speed in min^{-1},
n_N nominal → rotational speed in min^{-1},
Q_{opt} optimum → capacity in m^3/s,
H_{opt} optimum → total head in m.

The s.s. n_q in the last-named version is a frequently used characteristic magnitude in centrifugal pump technology, and it is characteristic of the optimal → impeller shape required to achieve optimum efficiency:

radial impeller $n_q \approx 12$ to 35 min^{-1},
mixed flow impeller $n_q \approx 35$ to 160 min^{-1},
axial impeller $n_q \approx 160$ to 400 min^{-1} and over.

Based on the dimensional magnitude n_q, a non-dimensional coefficient characterizing the type of construction has also been adopted in centrifugal pump technology, which, according to DIN 24260 is expressed as:

$$n_q' = 333\ n \frac{Q^{1/2}}{(gH)^{3/4}}$$

with
n → rotational speed,
Q → capacity,
g → gravitational constant,
H → total head,
} in coherent units

The numerical values of the magnitudes n_q and n_q' are the same. The conversion of the characteristic factor n_q' into the so-called "type number"

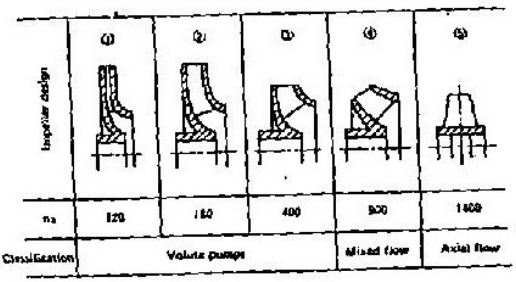
$$K = 2\pi \cdot n \frac{Q^{1/2}}{(g \cdot H)^{3/4}},$$

frequently used in English and American centrifugal pump literature (see also ISO 2540) is given by

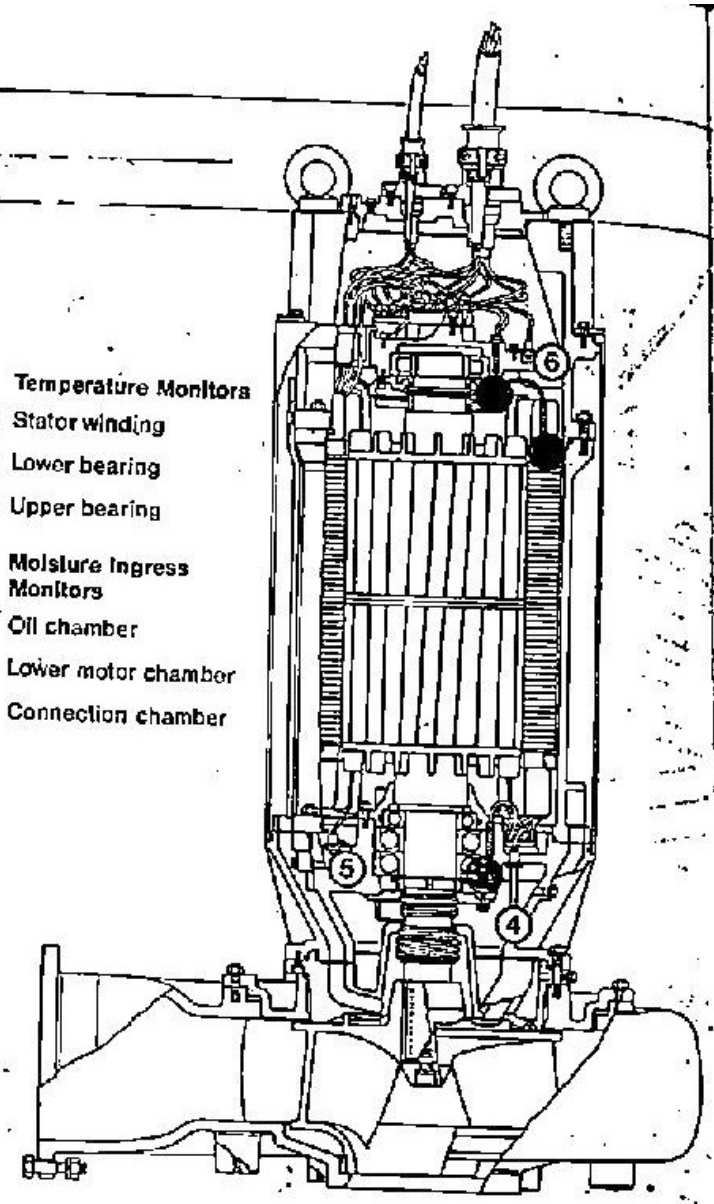
$$K = \frac{1}{52{,}919} \cdot n_q'.$$

Fig. 1.3 is to illustrate the relation between the impeller design and n_s. As the value of n_s of the volute pump becomes larger, the ratio of the impeller blade width and inner diameter to the outer dimension of the impeller becomes larger. As n_s increases, the pump type changes to the mixed flow type and then to the axial flow type.

Fig. 1.3



SUBMERSIBLE PUMPS



Bearing Temperature Monitors.

The temperature monitors fitted to the upper and lower ball-bearings give early indication if a critical temperature has been reached and switch off the unit automatically if a limiting value is exceeded.

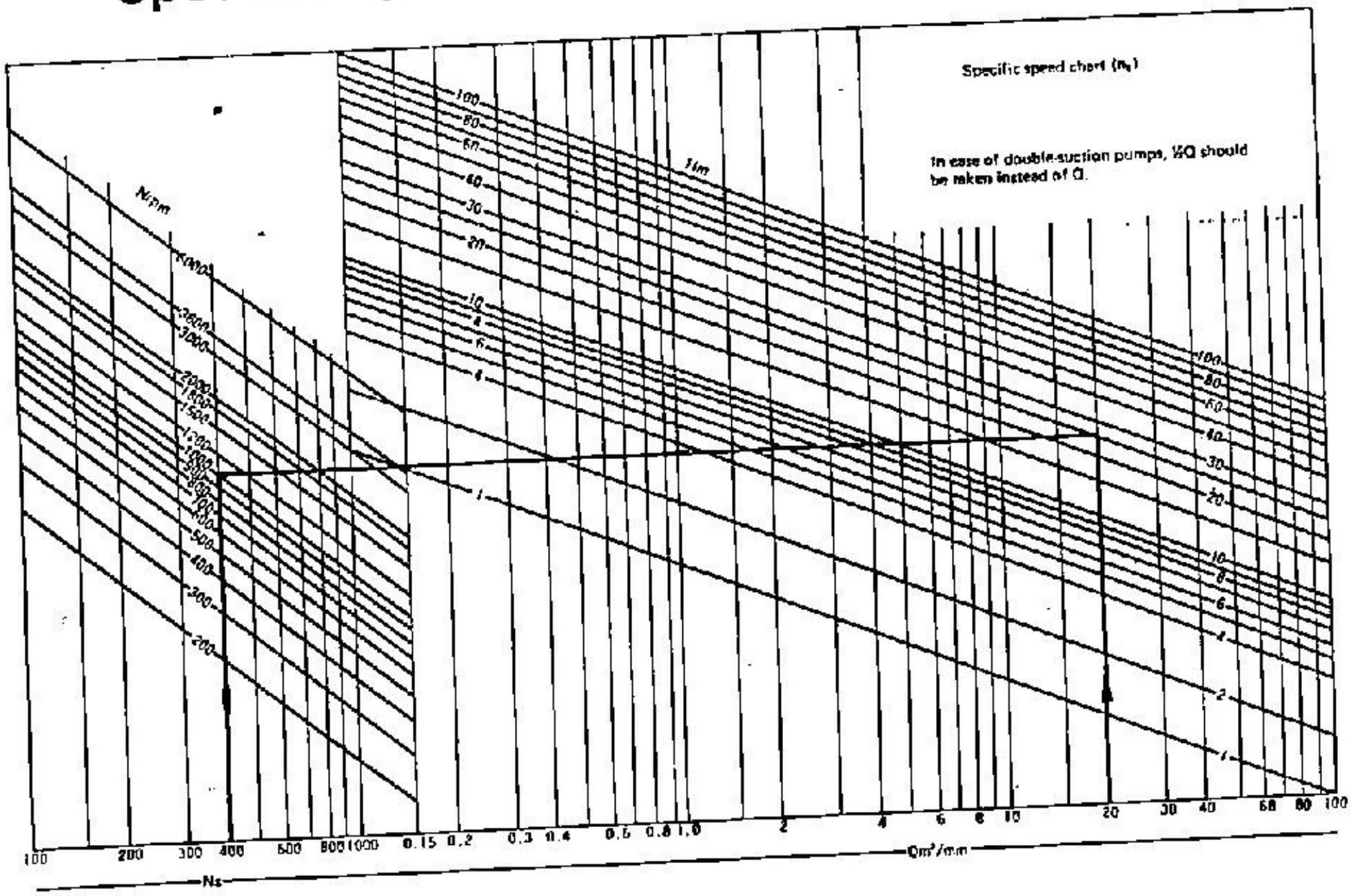
Motor Temperature Monitors.

As part of the thermo-control system temperature monitors are embedded in the upper and lower sections of the stator winding. In case of overheating, a warning pump stop signal will be given prior to prevent serious damage occurring.

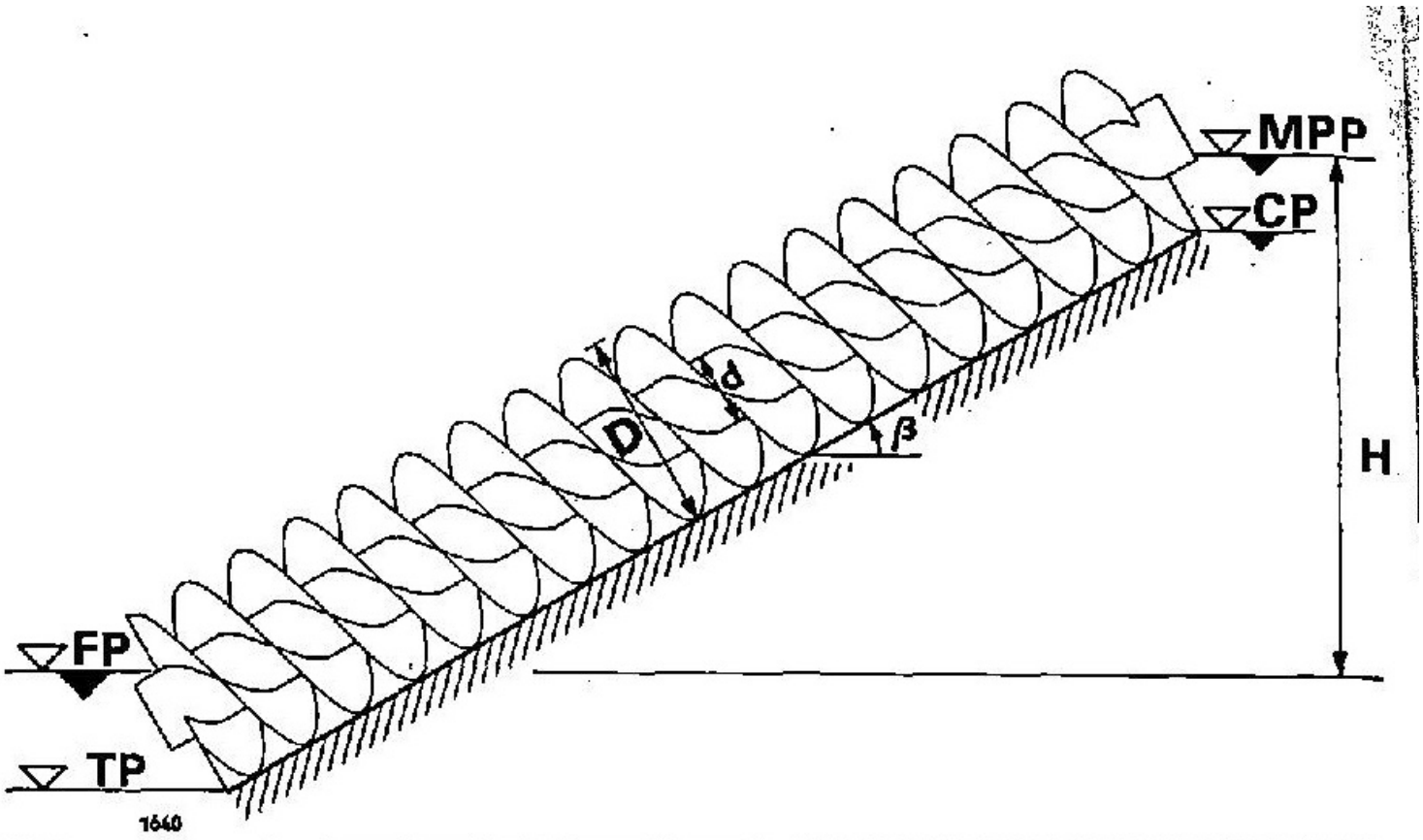
Moisture Ingress Monitors.

Electrodes of the electronic Diseal-ing monitor system are fitted to the seal oil chamber, cooling pump cavity, upper and lower sections of the motor housing and the terminal connection chamber. This system gives prior warning of water ingress before serious damage occurs to the unit.

Specific Speed Chart



٢- الطلمبات الحلزونية



1640

SELECTION OF INCLINATION

Difference in level FP–CP	Screw capacity in l/s		
	20	1(	500
to 3 m	30°	30°	30°
3–4 m	35°	35°	30°
4–6 m	—	38°	35°
6–8 m	—	—	38°
over 8 m	—	—	38°

Compact screw 35° only

SELECTION OF SCREW DIAMETER WITH OPTIMUM NUMBER OF STARTS

Screw diameter mm.	Capacity in l/s with inclination β		
	30°	35°	38°
400	25	20	15
500	35	30	25
600	60	45	40
700	85	65	60
800	120	95	80
900	160	120	100
1000	230	200	170
1200	380	300	250
1400	540	430	360
1600	750	580	500
1800	980	770	650
2000	1250	1000	900
2200	1550	1200	1000
2400	1900	1500	1300
2600	2300	1800	1500
2800	2700	2100	1800
3000	3200	2500	2200

CARACTERISTIC LEVELS AND DIMENSIONS

FP = Filling point – Screw capacity 100%

TP = Touch point – Screw capacity 0

CP = Chute point – Discharge level at the end of the trough.

MPP = Maximum Pumping point – Maximum water level in discharge chamber against which pump will operate.

H = Lift – Used for sizing and selection of suitable drive unit.

REMARKS ON TABLES

1. The information on screw diameters and angles is given for guidance only. More detailed information is available on request.

2. Level difference FP to TP = approx. 0.75 D cos β.

3. Level difference CP to max. pumping point = 0.10 D — 0.30 D depending on number of spirals etc. When screws are operating in parallel the chute point must be arranged to avoid water streaming back down the non-operating screw.

4. Minimum internal width of trough = D + 400 mm.

5. Maximum permissible angle of inclination = 38° degrees.

As the water level at inlet rises, the pump delivery increases from zero at T to the maximum capacity of the screw at F. The water level at outlet has no influence on the pump delivery, provided it does not exceed the level P. If the water inlet level is raised above F the pump delivery remains sensibly constant at its maximum value. C represents the maximum outlet level at which a screw pump should be run without a non-return valve. This prevents back flow through the clearance between screw and trough when the pump is shut off. If this back flow is allowed to take place there is a danger of the screw becoming choked by sediment or solid matter, making it difficult or impossible to restart. Level P is the outlet water level at which the pump will operate at maximum efficiency. At outlet levels greater than this, water is thrown back down the screw, with the result that the delivery and efficiency drop sharply, and the required driving power increases. If the pump is run at this condition it is possible to overload the motor, and it should therefore be avoided.

From these remarks it can be seen that careful specification of the relevant water levels is necessary when an enquiry for a screw pump is made. Once the screw is designed, alterations in the levels are not easily accommodated for two reasons:

(i) As the inclination α is generally between 30° and 40°, a fairly small increase in the head H has a larger effect on the bladed length L, as can be appreciated from Fig. 1. The length of the screw between bearing centres is an important parameter of the design, as its allowable value is fixed by the acceptable deflection of the screw. Hence an increase in H may necessitate the use of a central tube with greater wall thickness. Taken in conjunction with the additional length of both tube and blades, a marked increase in weight, and hence in cost, may result.

(ii) As the head H is normally not high for a screw pump, slight alterations to the water levels may imply a large percentage variation in its value. This may make it necessary to provide a larger motor, gear unit, and belt drive which, taken together, represent a large proportion of the cost of a screw pump installation.

Finally, it should be noted that of the four levels, T, F, C and P, only two can be specified. The other two are then fixed by the diameter of the screw and its inclination. Normally F is given and either C or P. If the top outlet water level is specified as C rather than P the expense of a reflux valve is avoided, but the screw itself will be rather longer and therefore more expensive. Furthermore it will operate at a rather lower efficiency.

Design of screw pumps

The capacity of a screw pump depends on the following parameters—

(i) The outside diameter of the blades (D).

(ii) The rotational speed (N).

(iii) The number of starts to the screw. (This term is

(v) The outside diameter of the central tube (d).

(vi) The lead of the blades (λ).

(vii) The water level at inlet to the screw.

But note it is not dependent on the head H, except in so far as this varies with (vii) above, or on the bladed length L of the screw.

It can be shown that the capacity of a screw pump, like any other pump, varies according to the following law—

$$Q = q_s ND^3$$

where Q is the capacity of the pump, N and D have the meanings assigned above, and q_s is a dimensionless quantity called the specific capacity. This is constant for geometrically similar screw pumps, i.e. those for which S, α, d/D and λ/D are the same and which have sufficient immersion at inlet to produce maximum quantity from the screw. It is found that there are certain optimum values for d/D and λ/D, and these are adopted as standard. The speed is determined from an empirical formula giving the maximum speed which can be employed without excessive losses due to splashing; the larger the screw diameter the lower this maximum allowable speed.

Of direct interest to the customer is the manner in which the capacity varies with screw inclination. It is readily apparent that the steeper the inclination of the screw the shorter will be its length for a given head. However the capacity of a given diameter of screw decreases with inclination as shown in Fig. 2.

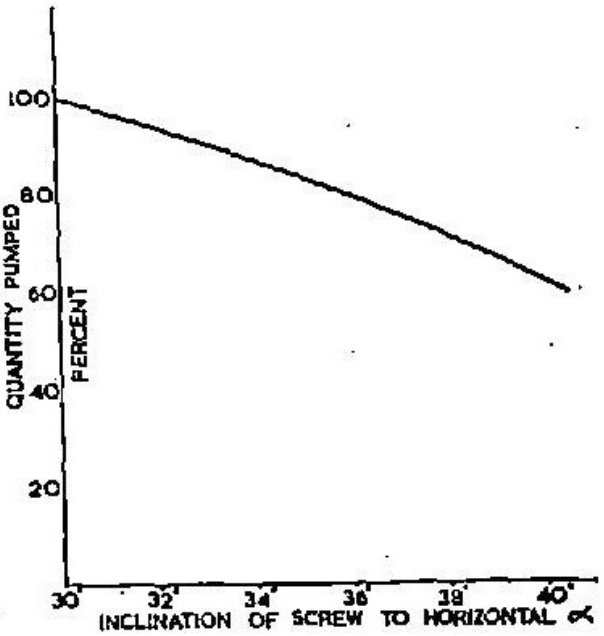


Fig. 2. The capacity at various angles based on the capacity at α = 30° as a datum

Although a screw for a given lift may be made shorter by increasing the inclination, to maintain the capacity it must be increased in diameter, which will also increase the width of the pumping installation. It should also be

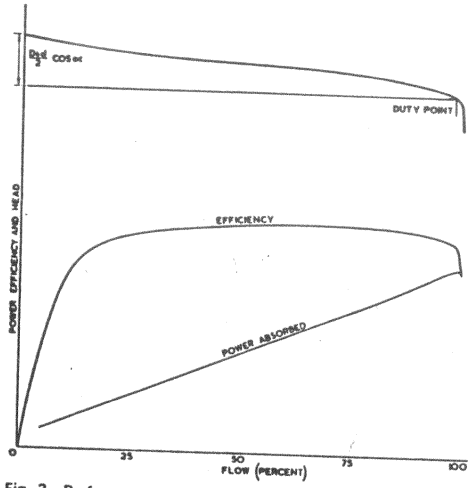


Fig. 3. Performance curves of a typical screw pump. The top curve shows the relationship between head and flow

depends on the capacity required, whereas the length depends mainly on the head. Hence if the quantity required is small but the head is large, a long thin screw results, which may not be mechanically feasible.

As can be envisaged, for a screw of given diameter, the greater the number of starts the greater the capacity of the pump. However, increasing the number of starts is subject to a law of diminishing returns. Three starts are more common, but there are occasions when the use of a screw with less than three starts is attractive.

Allen Gwynnes has a range of screw pumps of standard diameters, from which a required duty can be met by suitably adjusting the inclination and speed of one of the pumps to provide the most economical design. It is therefore better if the customer does not specify the inclination, as an attempt to do so can result in the cost of the screw being higher than would be the case if the manufacturer is free to optimise his design.

Screw pump performance

Fig. 3 shows the performance obtained from an Allen Gwynnes screw pump. The variations in head were obtained by altering the inlet water level only; the outlet water level was kept constant. The curves show the important properties of a screw pump, and the following points should be noted.

(i) It is important that the discharge specified with the enquiry is the maximum to be expected. Once a screw is submerged up to its 'filling point' (shown as the 'duty point' in Fig. 3) it cannot deliver a larger quantity if the inlet level rises any higher. This point is of considerable importance in the case of land drainage installations which may be subject to flood conditions.

(ii) The efficiency curve is very flat over a large range of flows. Therefore, as previously mentioned, it is perfectly economic to run a screw down to 25 per cent. to 30 per cent. of its maximum discharge.

(iii) The maximum power required from the motor occurs when the inlet level is at the 'filling point'. The motor is sized on this basis, and hence it is impossible to overload the motor under any operating condition, with the single exception mentioned earlier of allowing the outlet level to rise above the 'maximum pumping level' P.

In connection with efficiency, some explanation regarding the outlet water level is necessary.

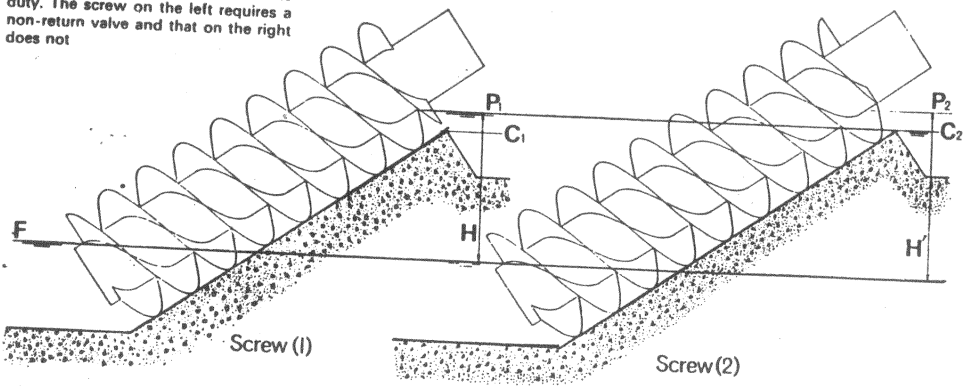
In Fig. 4 a screw is required to raise water through a height H. This can be done in two ways:

(i) A screw (1) with its 'filling point' at F and its 'maximum pumping level' at P_1, where $P_1 - F = H$. In this case a non-return valve must be provided.

(ii) A somewhat longer screw (2) with its 'chute point' C_2 at a height H above its 'filling point'. In this case no non-return valve is necessary. This screw however will lift water to its maximum pumping level, P_2, the effective head thus being $P_2 - F = H'$, and it is on this basis that the power consumed must be calculated.

Hence, when the term 'efficiency' is used for a screw pumping to some outlet level other than the 'maximum pumping level', it should be carefully stated to which outlet level it is related.

Fig. 4. Two screws to meet the same duty. The screw on the left requires a non-return valve and that on the right does not



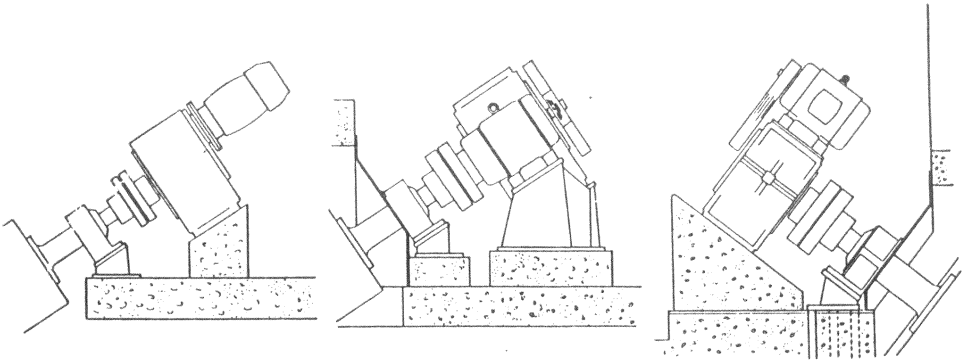


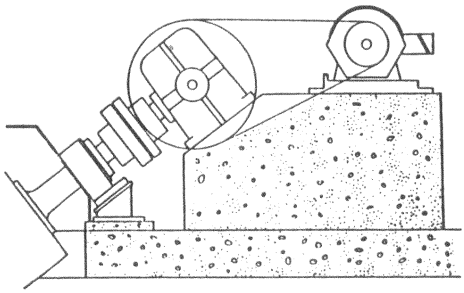
Fig. 5. Four of the various electric motor/screw pump drive arrangements are shown:

(*Top left*) Flange-mounted motor with parallel-shaft reduction gear

(*Top centre*) An electric motor mounted at the side of the parallel-shaft reduction gear with belt drive. This results in a rather wide arrangement which may be inconvenient if several screws are to be installed alongside each other

(*Top right*) An electric motor mounted on top of the parallel-shaft reduction gear with belt drive. This arrangement simplifies the foundations at the expense of an increase in the building height

(*Right*) An electric motor driving a right-angle reduction gear through belts. This produces a reasonably narrow unit which is convenient if several screws are installed in parallel, at the expense of an increased length of motor house



Drive arrangements (Fig. 5)

As the rotational speed of screw pumps is low, varying between approximately 20 and 90 rev/min for most applications generally, direct drive by electric motor is out of the question and some means of speed reduction must always be provided. It is therefore usual to employ 4-pole motors, as these are cheap and small in size. Whilst the required reduction in speed can be achieved by interposing a gear unit directly between the motor and the pump, it is usually more economical and convenient to connect the motor to the gear unit by means of a V-belt drive. In addition to enabling a gear unit with a smaller gear ratio to be used, the V-belt drive arrangement has the following advantages—

(i) The desired pump speed can be approached more closely than if the limited range of ratios available in proprietary gear units alone must be used.

(ii) If required, the capacity of the screw pump can be adjusted relatively simply and cheaply by altering the pulley ratio and hence the pump speed. The maximum flow required must of course be known at the design stage so that the screw has been sized for the maximum duty.

(iii) The physical arrangement of the motor and gear unit within the motor house is more flexible.

(iv) The coupling between motor and gear is eliminated, and a drive with good torsional flexibility substituted, with beneficial results, for example when starting up or when solids are being lifted.

The gear unit itself can have a parallel shaft layout or the high-speed shaft at right angles to the low-speed shaft. The latter arrangement is more expensive, but can have advantages in space-saving in the motor house if several pumps are installed in parallel.

Enquiry information

Although it is beyond the scope of this article to fully discuss all aspects of the design and selection of screw pumps, it is hoped that useful guidance has been given to their correct application. However, it has drawn attention to the need to include the following information with each enquiry for a screw pump:

type of application and fluid to be pumped;

number of pumps (i) duty pumps
(ii) stand-by pumps;

maximum flow per pump;

inlet level at which maximum flow is required;

minimum inlet level at which pumping is required, or alternatively minimum flow per pump;

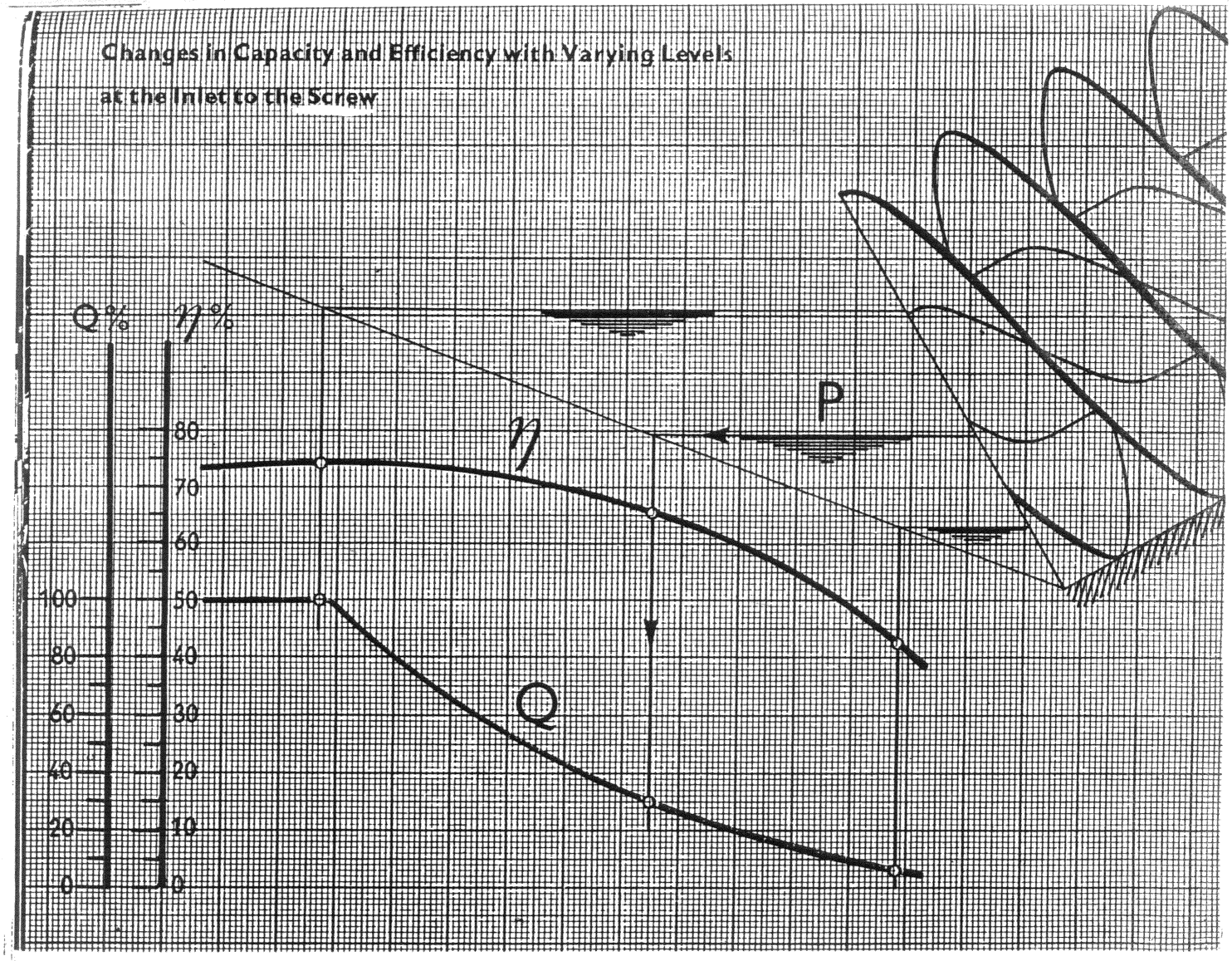
maximum outlet water levels, and whether this is to correspond to 'chute point' C or the 'maximum pumping level' P;

description, or drawing, of proposed installation;

details of available electrical supply, including any restriction on starting current.

Because of the characteristics of screw pumps it is important that this information, on which the design will be based, is final and accurate. Changes in flow or head figures, once the screw pump has been quoted, may make a complete redesign necessary. This could well alter both the price and the space occupied by the pumping plant, as even minor changes cannot be accommodated as easily as with an impeller pump.

It is generally known that Allen Gwynnes has long and specialised experience in the design and application of pumping installations, and is able to advise on pumping schemes to suit the particular requirements of any installation.


Changes in Capacity and Efficiency with Varying Levels
at the Inlet to the Screw
Q %
η %
80
70
60
50
40
30
20
10
0
100
80
60
40
20
0
η
P
Q

AIR LIFT PUMP

DESCRIPTION

Air lift pump is a pneumatic device for lifting of liquids.

The mechanism is based on the decrease of the specific gravity of the liquid by injecting air into the bottom of the pump. Due to this the liquid–air mixture becomes lighter than the surrounding liquid and rises in the vertical pipe.

The air lift pump is mainly applied in settling tanks (grit collectors, primary and secondary clarifiers) for the purpose of lifting sand or sludge.

The air lift pump does not contain any movable parts. The cross–section of its straight vertical (lifting) pipe is the same along its complete length. This makes the pump insensitive to clogging or wear even when coarse–grained materials are being lifted. The design principle allows for a gentle conveyance of fluids which is of importance, for example, in handling activated sludge. When the pump becomes clogged, the bottom of the pump can be washed free by closing the quick–opening valve for a very short time.

ELEMENTS OF CONSTRUCTION

Air lift pump consists of the following elements:

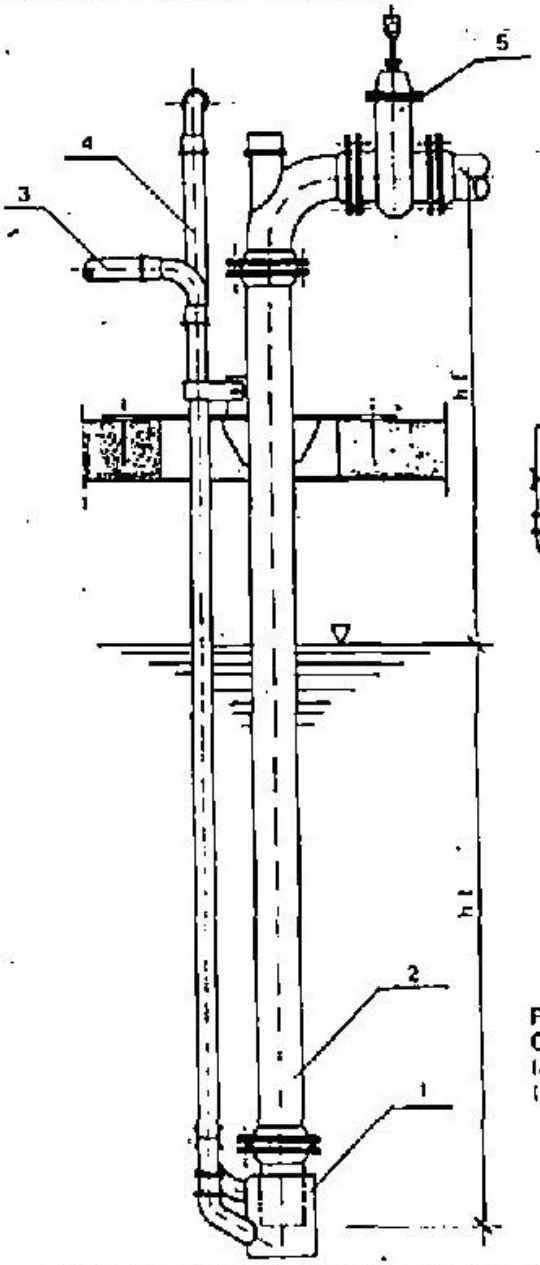
- Bottom of the pump with connections for compressed air and, if required, for flushing water;
- riser pipe for lifting grit–water or sludge–water mixture with air.

All parts are adequately protected against corrosion.

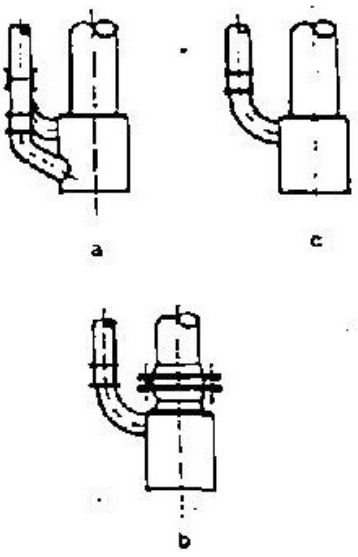
OPTIONAL ACCESSORIES AND EQUIPMENT

- Quick–opening valve for whirling up the liquid in the pump bottom, as a means against clogging of the pump inlet (e.g. when transporting grit). It acts by closing the vertical pipe for a very short period of time.
- Air compressor in normal execution, or, if requested by the customer, an air blower adapted to the air lift pump.

AIR LIFT PUMP TYPE MP



LEGEND:
1. Bottom of the pump
2. Lifting pipe
3 Flushing water pipe
4. Compressed air supply line
5. Quick–opening valve



POSSIBLE EXECUTIONS OF THE PUMP BOTTOM
(a) for stationary pump
(b) and (c) for portable pump

ORIENTATIONAL DATA ON CAPACITY

Type MP	NO 100	NO 125	NO 150	NO 200
Ratio h/ht	0,2 1,2	0,2 1,2	0,2 1,2	0,2 and so on
Air volume used (Nm³/h)	15 150	20 - 250	30 280	50 440
Lifting capacity (l/s)	6 14	10 24	15 35	20 58
Required water quant. (m³/h)	18	18	22	30
Flushing water pressure (bar)	2	2	2	2
Air connection	ND40	ND65	ND65	ND 80 and ND 80
Flushing water connection	ND40	ND40	ND65	ND50

Required suction pressure Pt = Pt + 0.02 bar
Pt = pressure of the liquid column with the height ht expressed in bars

أسماء أعضاء اللجنة الدائمة الكود المصري لأسس تصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحي ومحطات الرفع

الأستاذ الدكتور / حمدي إبراهيم على	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – كلية الهندسة جامعة عين شمس	رئيسا
الأستاذ الدكتور / حازم إبراهيم صلاح	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة المنوفية	عضوا
الأستاذ الدكتور / هشام سيد عبد الحليم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / ثروت وزير ابو العرب	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور /محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة جامعة عين شمس)	مقررا
الأستاذ الدكتور /ايهاب محمد راشد	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور /أحمد كمال معوض	رئيس قطاع التخطيط الفني بالشركة القابضة لمياه الشرب الصرف الصحي	عضوا
الأستاذ الدكتور /مها مصطفى الشافعي	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور /عمرو حسن محمد	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / احمد محمد عبد المجيد	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور /عادل حسن زكى	مدير عام المشروعات بشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى	عضوا
السيدة المهندسة/هناء احمد محمد شاهين	رئيس الإدارة المركزية للبحوث والدراسات بالهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
الاستاذ الدكتور /محمد حسن محمد مصطفى	رئيس الإدارة المركزية للمعايير والمطابقة وحماية المستهلك بجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي وحماية المستهلك	عضوا
السيدة الدكتورة /إخلاص جمال الدين	رئيس الإدارة المركزية لنوعية المياه بجهاز شئون البيئة بوزارة الدولة لشئون البيئة	عضوا
السيدة الدكتورة /ألفيا حسين الشافعي	مدير إدارة مراقبة مياه الشرب والصرف الصحي بوزارة الصحة والسكان	عضوا
الأمانة الفنية		
د. صفاء محمود راغب	بمعهد الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	
م. محمد على السعيد	مدرس مساعد بمعهد الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

اللجنة الفرعية لتنقية مياه الشرب

الأستاذ الدكتور / حازم إبراهيم صالح	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – كلية الهندسة – جامعة المنوفية	رئيسا
الأستاذ الدكتور / مها مصطفى الشافعي	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	مقرراً
الأستاذ الدكتور / محمد إسماعيل سيد بدوى	أستاذ باحث متفرغ بقسم بحوث تلوث المياه – المركز القومي للبحوث	عضوا
الأستاذ الدكتور / أحمد كمال معوض	رئيس قطاع التخطيط الفني بالشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
الأستاذ الدكتور / ثروت وزير ابو عرب	أستاذ الميكانيكا – كلية الهندسة – جامعة القاهرة (توفى)	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية بكلية الهندسة جامعة القاهرة	عضوا
الدكتور / احمد محمد عبد المجيد	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور / محمد عبد المنعم هيكل	المدير الاقليمى لشركة جنرال الكتريك ووتر بروس تكنولوجي	عضوا
المهندس / مصطفى معوض مصطفى	مدرس مساعد – كلية الهندسة – جامعة المنوفية	عضوا
د. اشرف كامل قراقيش	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
م. حمدي محمد إبراهيم شطا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياة القاهرة الكبرى	عضوا
م. فاطمة محمد قنديل	مدير عام التصميمات الميكانيكية (سابقا) الهيئة القومية لمياه الشرب	عضوا
د. احمد طه الشافعي	استشاري بدار الهندسة للتصميم والاستشارات الهندسية	عضوا
د. محمد عبد القادر سويدان	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة- المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
أ.د. محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضرى	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
الاستاذ الدكتور /محمد حسن محمد مصطفى	رئيس الإدارة المركزية للمعايير والمطابقة وحماية المستهلك بجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي وحماية المستهلك	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد	أستاذ بمعهد مقاومة المواد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
لأمانة الفنية		عضوا
المهندسة / نوران يسرى محمد	مدرس مساعد بالمركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

اللجنة الفرعية معالجة الصرف الصحي

ا.د/هشام سيد عبد الحليم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	رئيسا
ا.د/محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
ا.د/ثروت وزير ابو عرب	أستاذ الميكانيكا كلية الهندسة جامعة القاهرة	عضوا
ا.د/ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية كلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
ا.م.د/عمرو حسن محمد	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
د/وليد سيد عبد الحليم	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
م/محمود إسماعيل محمد	مدير عام محطات الرفع لشركة الصرف الصحي	عضوا
م/مصطفى أحمد الشيمى إبراهيم	رئيس قطاع المشروعات بالصرف الصحي شركة مياه القاهرة الكبرى	عضوا
م/هناء احمد محمد شاهين	رئيس الإدارة المركزية للبحوث والدراسات بالهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
د/محمد نزية عبدالله	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
د. محمد عبد القادر سويدان	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة	عضوا
أ.د. محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	عضوا
الأمانة الفنية		
م/ رحاب جمال حسن احمد	مساعد باحث المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	
الأستاذ الدكتور/ محمد سعيد		

اللجنة الفرعية لروافع مياه الشرب والصرف الصحي

ا.د/إيهاب محمد راشد	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	رئيسا
ا.د/ثروت وزير ابو عرب	أستاذ الميكانيكا كلية الهندسة جامعة القاهرة	عضوا
ا.د/ محمد ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية كلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
م/احمد محمد نور الدين	مدرس بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
م/فاطمة محمد قنديل	مدير عام التصميمات الميكانيكية الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
أ.د. محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ الهندسة القوى الكهربائية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد	أستاذ بمعهد مقاومة المواد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
أ.د. محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية – جامعة القاهرة	عضوا
م. سمير إسماعيل جبر	الجهاز التنفيذي لمياة الشرب والصرف الصحي	عضوا
م/ عادل حسن زكى	مدير عام المشروعات بشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى	عضوا
م/ مشرف خليفة محمد منصور	مدير محطة الجبل الأصفر – الجهاز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
م/حمدي محمد ابراهيم شطا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياه القاهرة الكبرى	عضوا
الأمانة الفنية		
م/نعمة احمد صبحي احمد	مهندسة بمعهد الهندسة الصحية والبيئة المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

لجنة الصياغة والمراجعة

أ.د/ حمدي إبراهيم على	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	رئيسا
أ.د. إبراهيم هلال حطاب	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة القاهرة	عضوا
أ.د.محمد صادق العدوى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الإسكندرية	عضوا
أ.د/ فكرى حليم غبريال	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
أ.د. محمد سعيد الخولى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
أ.د/ ضياء صلاح الدين المنيرى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الزقازيق	عضوا
أ.د/ مدحت محمد عبد المنعم صالح	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية كلية الهندسة جامعة الأزهر	عضوا
م / سراج محمد محمد القطقاط	خبير أول التصميمات الكهربائية	عضوا
م/ محسن على محمود السيد	خبير أول التصميمات الميكانيكية	عضوا
أ.د/ مها مصطفى الشافعى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
أ.د/ محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	مقررا
أ.د. عمرو حسن محمد	أستاذ ب مساعد معهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
د. أسامة فتحى محمود	أستاذ مساعد الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة الأزهر	عضوا
د. حسام مصطفى حسين	مدرس الهندسة الصحية والبيئية بكلية الهندسة جامعة عين شمس	عضوا
الأمانة الفنية		
م.محمد على السعيد احمد	مدرس مساعد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	