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 الثاني ٤/٢

أعمال روافع – مياه الشرب

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
الفصل الأول: الدراسات المساعدة	١
١-١ وظائف الروافع	١
١-٢ تحديد مناطق الخدمة	١
١-٣ تحديد موقع الرافع	١
١-٤ أنواع الروافع	٣
١-٤-١ رافع على خط	٣
١-٤-٢ رافع يسحب من خزان أرضى	٣
١-٥ أعمال الموقع	٣
١-٥-١ الأعمال المساحية	٣
١-٥-٢ دراسات التربة	٤
١-٦ المتطلبات البيئية والصحية	٤
١-٧ المخطط العام للروافع	٤
١-٨ وسائل المراقبة والتحكم والحماية	٥
١-٨-١ وسائل المراقبة والتحكم	٥
١-٨-٢ وسائل الحماية	٦
١-٨-٢-١ الخزان الأرضى (خزان الإستقبال) والخزان العالى	٦
١-٨-٢-٢ مجموعات الطلمبات ومواسير الطرد	٦
١-٨-٢-٣ المحركات والمعدات الكهربائية	٧
١-٨-٢-٤ الأفراد	٧
الفصل الثانى: أسس التصميم	
٢-١ التصميم الهيدروليكي	٩
٢-١-١ تصميم المحطة	٩
٢-١-٢ موقع الرافع	١٠
٢-١-٣ الخزان الارضي	١١
٢-١-٤ الإحتياجات المستقبلية ومراحل الرافع	١١
٢-١-٥ أعمال مواسير الرافع	١١
٢-٢ التصميم الميكانيكى	١٤

٢-٢-١ الطلمبات ١٤
٢-٢-١-١ الطلمبات الرأسية ١٤
٢-٢-١-٢ المضخات الأفقية ١٨
٢-٢-١-٣ المضخات الغاطسة ١٨
٢-٢-١-٤ أنواع المضخات الرأسية ١٩
٢-٢-١-٥ مضخات الطرد المركزية ٢٥
٢-٢-٢ أسس الاختيار للطلمبات ٣٠
٢-٢-٣ الرفع الديناميكي الكلى للطلمبة ٣٠
٢-٢-٤ ضغط السحب الموجب الصافى ٣١
٢-٢-٥ إنخفاض الضغط الديناميكي ٣٢
٢-٢-٦ نوع المروحة ٣٣
٢-٢-٧ نوع معادن أجزاء الطلمبة والمواصفات الميكانيكية ٣٤
٢-٢-٨ منحنى أداء الطلمبة ٤٢
٢-٢-٩ منحنى أداء المنظومة ٤٤
٢-٢-١٠ نقطة التشغيل ٤٥
٢-٢-١١ منحنى الأداء المعدل ٤٩
٢-٢-١٢ التشغيل التجميعي للطلمبات ٥٠
٢-٢-١٣ القدرة ٥٦
٢-٢-١٤ الكفاءة ٥٧
٢-٢-١٥ التحكم في الطلمبة ٥٧
٢-٢-١٦ تحضير الطلمبات ٦٢
٢-٢-١٧ البيارة ٦٤
٢-٢-١٧-١ السرعة فى ماسورة السحب ٧١
٢-٢-١٧-٢ السرعة فى بيارة السحب ٧١
٢-٢-١٨ الطرق المائي ٧١
٢-٢-١٨-١ حساب الطرق المائي ٧٢
٢-٢-١٨-١-١ سرعة إنتقال موجة التضاغط ٧٢
٢-٢-١٨-١-٢ فترة الموجة $[L2/\alpha]$ ٧٣

٢-٢-١٨-٢ طرق التحليل الهيدروليكي لحساب الطرق المائى ٧٤
٢-٢-١٨-٣ كيفية الحماية من أخطار الطرق المائي ٧٤
٢-٢-١٩ وحدات التوليد الديزل الأحتياطيه (الطوارئ) ٧٩
٢-٢-١٩-١ قدرة محطة التوليد الإحتياطية ٧٩
٢-٢-١٩-٢عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية ٧٩
٢-٢-١٩-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد ٧٩
٢-٢-١٩-٤ ملحقات محرك الديزل ٨٠
٢-٢-٢٠ ضواغط الهواء ٨٣
٢-٢- ٢١ وحدات تكييف الهواء والتهوية ٨٤
٢-٢-٢٢ أنظمة الأنذار وإطفاء الحريق ٨٩
٢-١٢-٢٢-١ تصنيف أنظمة الأنذار والاطفاء ٩٠
٢-٢-٢٣ المصـــاعـــد ٩١
٢-٢-٢٤ الصمامات (المحابس) ١٠١
٢-٢-٢٥ الأوناش العلوية ١٠٤
٢-٢-٢٦ المشايات الطولية والدرابزينات ١٠٥
٢-٢-٢٧ المصافى الميكانيكية والبوابات ١٠٥
٢-٢-٢٨ الكلورة ١٠٦
٢-٢-٢٨-١ أجهزة ومعدات اضافة الكلور ١٠٦
٢-٢-٢٨-٢ أسلوب الحقن فى المواسير أوالخزانات ١١٠
٢-٢-٢٨-٣ مخازن الكلور ١١٠
٢-٢-٢٩ التطهير بإستخدام الاوزون ١١٤
٢-٢-٣٠ مخازن المواد الخطره ١١٤
٢-٢-٣١ متطلبات التنفيذ للسلامه والصحه المهنيه ١١٤
٢-٢-٣٢ أنظمة القياس ١١٥
٢-٢-٣٣ نظم التحكم والمراقبة ١١٧
٢-٢-٣٤ أدوات نقل المعلومات ١١٨
٢-٣ تصميم الأعمال الكهربائية ١١٩
٢-٣-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى الروافع ١١٩

٢-٣-١-١ درجات العزل لملفات المحركات الكهربائية ١٢٠
٢-٣-١-٢ درجة تقفيل المحركات ١٢٠
٢-٣-١-٣ شمعات التسخين للملفات ١٢٢
٢-٣-١-٤ كراسى الإرتكاز للمحركات ١٢٢
٢-٣-١-٥ تصنيع المحركات ١٢٢
٢-٣-١-٦ القدرات المقننة للمحركات ١٢٢
٢-٣-١-٧ بدء الدوران للمحركات ١٢٣
٢-٣-١-٨ التحكم فى سرعة المحرك التأثيري ١٢٩
٢-٣-١-٩ مهمات التحكم و الحماية للمحركات ١٣٣
٢-٣-٢ معدات التشغيل الكهربائية ١٤٠
٢-٣-٢-١ معدات تشغيل الضغط العالي ١٤٢
٢-٣-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي ١٤٨
٢-٣-٢-٣ معدات تشغيل الضغط المنخفض ١٤٨
٢-٣-٢-٣-٣ المقنن الحرارى والمقنن داخل المحتوى لقواطع التيار ١٤٩
٢-٣-٢-٤ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت ١٥٢
٢-٣-٢-٥ نظام التحكم الأتوماتيكى ١٥٢
٢-٣-٢-٦ التأريض ١٥٨
٢-٣-٢-٦-١ مكونات نظام التأريض ١٥٨
٢-٣-٢-٦-٢ بئر الأرض ١٦٠
٢-٣-٣ المحولات الكهربائية ١٦٠
٢-٣-٣-١ محولات التوزيع ١٦٠
٢-٣-٣-٢ أنواع المحولات المستخدمة ١٦١
٢-٣-٣-٣ القدرات الشائعة للمحولات ١٦١
٢-٣-٣-٤ التقسيمة ١٦١
٢-٣-٣-٥ ملفات المحولات ١٦٢
٢-٣-٣-٦ أداء المحولات ١٦٢
٢-٣-٣-٧ الفواقد في المحولات ١٦٢
٢-٣-٣-٨ الارتفاع في درجة الحرارة ١٦٣

٢-٢-٣-٩ دليل التحميل للمحولات ١٦٦
٢-٣-٣-١٠ مقاومة الحريق ١٦٧
٢-٣-٣-١١ التوصيلات ١٦٩
٢-٣-٣-١٢ نهايات التوصيل ١٧١
٢-٣-٣-١٣ تبريد المحولات ١٧١
٢-٣-٣-١٤ تهوية مأوي المحولات ١٧٢
٢-٣-٣-١٥ قوة (شدة) العزل للمحولات ١٧٣
٢-٣-٣-١٦ تشغيل المحولات علي التوزاي ١٧٥
٢-٣-٣-١٧ حماية المحولات ١٧٦
٢-٣-٤ الكابلات الكهربائية ١٧٨
٢-٣-٤-١ التيار المقنن المسموح بمروره ١٧٨
٢-٣-٤-٢ معاملات الخفض ١٨١
٢-٣-٤-٣ الفقد فى الجهد ١٨٧
٢-٣-٤-٤ تيار قصر الدائرة للكابلات ١٩٠
٢-٤ التصميم المعماري والانشائي ١٩٤
٢-٤-١ الأعمال المعمارية ١٩٤
٢-٤-١-١ الموقع العام ١٩٤
٢-٤-١-٢ وحدات المشروع ١٩٥
٢-٤-٢ الأعمال الانشائية ١٩٨
٢-٤-٢-١ الأعمال الكهروميكانيكية بالمنشآت ١٩٨
٢-٥ إعداد مستندات الطرح ١٩٨

الفصل الأول

الدراسات المساعدة

الفصل الأول

الدراسات المساعدة

١-١ وظائف الروافع

تستخدم الروافع لتعويض الضغوط المفقوده فى خطوط المواسير الناقلة بهدف توصيل المياه إلى مناطق الخدمة. هذا بالأضافة الى الإستعانة بها لزيادة الضغوط فى شبكات التوزيع،مع مراعاة موازنة الضغوط أثناء عمل هذه الروافع وتنشأ الروافع لأحد سببين:

- ملأ الخزانات الأرضية أو العالية أو كلاهما.
- رفع الضغوط لخدمة مناطق ذات مناسيب رفع عالية.

وتعمل الروافع بشكل متواصل أو خلال فترات الذروة أو فترات ذات ضغط قليل حيث تحتاج بعض المناطق لضغط كبير عندها يلزم توفير ضغوط من الروافع لتعويض هذا النقص.

١-٢ تحديد مناطق الخدمة

هى المناطق التى تقع على منسوب أعلى من ضغط محطة المياه الرئيسية أو التى لا تصلها المياه بالضغوط المناسبة.

١-٣ تحديد موقع الرافع

يتم تحديد موقع الرافع عند النقطة التى ينخفض فيها الضغط عن الحد المسموح به فى الخطوط الناقلة.

الأسس التى تؤخذ فى الإعتبار عند إختيار مواقع الروافع

الموقع الخاص بالرافع يتأثر بشكل كبير بإعتبارات هيدروليكية يلزم فيها أن تعمل المضخات والمواسير بشكل مرضى فى ظل ظروف متطلبات التصميم. ولا بد أن يكون ضغط السحب متوفراً فى جميع المحطات كما أن الموقع يلزم أن يتجنب النقاط المرتفعة بحيث يسمح لمواسير المياه بالدخول والخروج كما أنه لا بد من وجود مسافات كافية بين منسوب موقع الرافع وأى مرافق تكون أسفل الموقع مع تجنب مسارات خطوط الطاقة (القوى الكهربائية).
وعادة تكون البيارات والمبانى فوق مستوى أى مسارات للسيول وأن لا تقل الأرضيات عن ٣٠٠ مللى فوق منسوب أى مسارات لمياه سطحية بالإضافة إلى إرتفاع أى مولدات احتياطية بالموقع ٣٠٠ مللى فوق مستوى أى مياه سطحية.

ويكون متوسط مساحة موقع الرافع ١٠٠٠ م^{٢} علي الا يقل طول الضلع عن ١٠م مع زيادة المساحة للمحطات الكبيرة ومحطات الخطوط الناقله للمياه مع ضرورة التنسيق مع الإدارة المحلية فى اختيار الموقع.

وعند إختيار الموقع لا بد من الأخذ فى الإعتبار الآتى:

الموقع	توفير المعلومات عن الطقس وذلك لتسهيل العمليات الدورية والطارئة لأعمال الصيانة
	توفير المساحات الكافية للمحولات والمولدات وأجهزة قياس التصرف والمصافى
	توافر مصادر الطاقة اللازمة اقتصادياً
	توافر الإتصال اللاسلكى بموقع الروافع
	الموقع مزود بمداخل ومخارج لدخول وخروج وحدات البناء والصيانة
	لا بد ألا يكون الموقع على منسوب عالى حتى نتجنب حدوث تفريغ للهواء فى حالة حدوث عطل بخط المياه الرئيسى بالجزء الخاص بالمص من المحطة.
تنسيق الموقع العام	أن يكون هناك عازل بين الرافع والمبانى المجاورة مع مراعاة التخطيط المستقبلى للموقع
	تحقق المطالب البيئية مع تحقيق الإشتراطات التى يحددها تقييم الأثر البيئى.
التصميم	قرب الموقع من خط المواسير الرئيسى
	سهولة الوصول إلى المحطة
	يوجد ميول لتصريف مياه الأمطار مع مراعاة حالة التربة
	توافر أعماق دخول وخروج المواسير
التسهيلات الأنظمة الداعمة	سهولة الدخول والخروج من الموقع مع تحقيق وصول المعدات بيسر
	إلى جانب تحديد المتطلبات الأساسية للبنية التحتية للموقع، على المصمم أن يضع فى اعتباره متطلبات الأنظمة المساعدة ليسمح بتشغيل آمن وكفء للرافع كما يلى: – توفير مصدر للمياه (لمبانى الرافع) – توفير مصدر للطاقة وأعمال الإنارة بشكل عام – توافر عوامل الأمان – تجهيز الموقع بأنظمة مكافحة الحريق – توافر نظام التحكم عن بعد

١-٤ أنواع الروافع

تنقسم الروافع طبقا لطريقة السحب الى:

١-٤-١ رافع على خط

يتم إنشاء الرافع بجوار الخط الناقل بإحدى الطرق التالية:

أ - تركيب مواسير السحب للطلمبات على الخط الناقل مباشرة وتوصيل ماسورة الطرد على نفس الخط مع مراعاة فصل نقطة توصيل خط الطرد عن السحب.

ب - تركيب مواسير سحب الطلمبات على الخط الناقل مباشرة وتوصيل ماسورة الطرد على خط آخر.

١-٤-٢ رافع يسحب من خزان أرضى

يتم إنشاء خزان أرضى عند نقطة إنخفاض الضغط فى الخط الناقل حيث تسحب المياه منه بإحدى الطرق الآتية:

أ - عن طريق ماسورة سحب الطلمبات.

ب - إنشاء بيارة.

ويضخ الرافع فى خط ناقل بنفس الضغوط أو ضغوط أقل فى حالة خدمة المنطقة حول الرافع. ويجب إضافة وحدة تعقيم كاملة بمشتملاتها لتشغيلها فى حالة نقص الكلور المتبقى عن الحدود المسموح بها.

١-٥ أعمال الموقع

١-٥-١ الأعمال المساحية

تعتبر الأعمال المساحية من أهم العناصر التى يبنى عليها تصميم وتوزيع وحدات المشروع والتى على أساسها يتم توزيع وتحديد الأماكن المناسبة لهذه الوحدات مع الاستغلال الأمثل لتحقيق و تتلخص الإعمال ألمساحيه المطوية فى المحددات التالية

١ - تحديد الجهات الأصلية للموقع.

٢ - أعمال الميزانية الشبكية للموقع على مسافات تتحدد طبقاً لطبيعة الأرض- ولايزيد عن ٥ متر على الأكثر فى الاتجاهين مع تنسيبها إلى أقرب روبير أو نقطة ثابتة سواء كان هاويس أو كوبرى يقع على الممر المائى او أى نقطة معلومة المنسوب.

٣ – رفع المعالم الرئيسية المحيطة بالموقع من طرق، مصارف، ترع، خطوط كهرباء، خطوط ناقلة لمواد بترولية أوغاز وخلافه موضحا جميع العوائق بالموقع.

٤ – تحديد نقاط ثابتة معلومة المنسوب داخل الموقع فى أماكن مناسبة مع توصيفها للرجوع إليها.

١-٥-٢ دراسات التربة

يتم الرجوع والإلتزام بما ذكر في الكود المصري للأساسات لتغطية جميع إحتياجات دراسة التربة بالموقع (تحديد عدد الجسات وعمقها وطبيعة الإختبارات والقياسات والتقرير الفني وخلافه).

١-٦ المتطلبات البيئية والصحية

عند إختيار موقع الرافع يراعى ما يلى:

١ – البعد الآمن عن مصادر التلوث بكافة أنواعها ومن المناطق المأهولة بالسكان مع الآخذ فى الإعتبار التوسعات المستقبلية المتوقعة.

٢ – الضوضاء المتوقعة خلال فترات الانشاء والضوضاء المتوقعة أثناء التشغيل.

٣ – تلوث الهواء الناتج عن تناثر الكيماويات خلال تسليمها أو تداولها فى المحطة.

٤ – تأثير الإضاءة المبهرة الليلية على التجمعات السكانية وما يسببه من إزعاج.

١-٧ المخطط العام للروافع

بعد إختيار وتحديد الموقع يتم إعداد المخطط العام للرافع طبقا لما تقتضيه مكوناته الرئيسية التى تحددها نتائج الدراسات الهيدروليكية والأعمال المساحية على أن يشتمل على المسطحات اللازمة لمكونات الرافع، ويجب الأخذ فى الإعتبار عند إعداد المخطط العام للروافع ما يلى:

١ – طوبوغرافية الموقع وطبيعة التربة ومنسوب المياه الجوفية والطرق الموصلة للموقع

٢ – ربط المخطط العام بالطرق العامة.

٣ – حماية الموقع من المؤثرات الخارجية.

٤ – يجب ترك مسافات مناسبة بين مبنى الرافع وبين المنشآت الأخرى وذلك لتسهيل أعمال التركيب والتشغيل والصيانة.

٥ – توفير المخزن والورشة بالمسطح اللازم لأعمال التشغيل والصيانة.

٦ – توفير المبانى الإدارية والخدمات على أن تكون بعيدة عن عنبر الطلمبات المسبب للضوضاء.

٧ – توزيع الوحدات بما يحقق إحتمالات التوسع.

٨ – الأخذ فى الأعتبار وضع مصدر الطاقة البديل فى حالة إنقطاع التيار الكهربائى.

٩ – تباعد خطوط السحب والطرد عن شبكة الصرف الصحى والفائض من الخزان.
١٠– إتخاذ الإحتياجات المناسبة لتفادى الخطورة الناجمة عن تناول المواد الكيمياوية داخل الموقع.
١١– يجب تقليل طول خطوط الكيماويات لأقل ما يمكن لتجنب مشاكل التشغيل وذلك بوضع أماكن التغذية بالكيماويات أقرب ما يمكن لأماكن الاستعمال.
١٢– مراعاة تزويد الموقع بالمرافق اللازمة مثل شبكات التغذبة بالمياة والصرف الصحى ومكافحه الحريق ورى المسطحات الخضراء واناره الموقع والأتصالات.
١٣– يجب أن يؤخذ فى الإعتبار أعمال تجميل الموقع العام للرافع والطرق الداخلية المناسبة.
١٤– يجب ان يؤخذ فى الاعتبار احتمالات التوسع المستقبلى وما يترتب على ذلك من احتياجات

١–٨ وسائل المراقبة والتحكم والحماية

يقصد بوسائل التحكم والحماية تلك النظم التى يتم وضعها للسيطرة على أداء وكفاءة محطة رفع المياه من حيث سلامة التشغيل وتحقيق المعايير الصحية المطلوبة لمياه الشرب وحمايتها من التلوث وضمان إدارتها الأمثل طوال فترة العمر الإفتراضى لوحداتها المختلفة.

١–٨–١ وسائل المراقبة والتحكم

الغرض الرئيسى من إستخدام نظام تحكم فى روافع المياه هو ضبط تشغيل الوحدات المختلفة والسيطرة عليها لضمان التشغيل الأمثل فى مختلف الظروف بأقل تكاليف ممكنة ويكون حساسا" لأى إعاقة أو توقف أو إختلاف لمسار أى عملية من عمليات التشغيل الأساسية. كما أنه يساعد مسئول التشغيل على تحليل ودراسة البيانات المنتجة وتمكنة بالتالى من العمل على تحسين طرق التشغيل والأداء، وتوفير التكاليف.

يتحدد نظام التحكم فى الروافع بأن يكون يدويا" أو نصف آليا" أو آليا" طبقا" لسهولة تشغيله والإعتماد عليه.

وتعتمد عناصر التحكم فى تشغيل الروافع على إستعمال أجهزة ومعدات تكون إما ميكانيكية كالمبينات أو المشغلات actuators والتى تعتمد فى تشغيلها على عوامات وبكرات وأفرع وأذرع توصيل، وإما هيدروليكية كمنظمات التصريف ومنظمات الضغط أو كهربائية (إلكترونية) وهى الغالب استخدامها حالياً.

يتم التحكم فى تشغيل وحدات الروافع المختلفة كالآتى:

- بالنسبة للخزان الأرضى (الإستقبال)

- تستخدم البوابات اليدوية لعزل أجزاء الخزان عند الطوارئ أو أعمال الصيانة الدورية.
- تستخدم عوامات ومبينات المنسوب للتحكم فى كميات المياه المتداولة بين وحدات محطة الإنتاج ومحطات الروافع.

- بالنسبة للماسورة المجمعة للسحب (عند عدم إستخدام الخزان الأرضى)

- تستخدم المحابس البوابة أو الفراشة لأعمال العزل عند حالات الطواريء.
- تستخدم مبينات الصغط للتحكم فى كميات المياه بالماسورة.

- بالنسبة لطلمبات الرفع

- تستخدم مبينات منسوب مياه الخزان أو مبينات الضغط على ماسوره السحب الرئيسية مع أجهزة الإنذار أو الفصل التلقائى لمجموعات الطلمبات عند انخفاض المستويات عن حد الخطر.
- مبينات منسوب الخزان المائى أومبينات الضغط على ماسورة الطرد الرئيسية مع أجهزة الإنذار أوالفصل التلقائى لمجموعات الطلمبات عند ارتفاع المستويات عن الحد الأقصى.
- عدادات التصرف والضغط للتحكم فى سرعة المياه وضغط خط الطرد.

١-٨-٢ وسائل الحماية

الغرض من إستخدام نظم ووسائل الحماية بالروافع هو لحماية وسلامة جميع منشآت ومكونات وحدات الروافع والأفراد ومياه الشرب ذاتها معا ضد جميع المؤثرات والعوامل الخارجية وظروف التشغيل المختلفة مع استمرارها فى الاداء للعمل بإحسن كفاءة ممكنة، وتتم على النحو التفصيلى الآتى:

١-٨-٢-١ الخزان الأرضى (الإستقبال) والخزان العالى

- وسائل العزل المناسبة للخزانات لحماية المنشات وحماية المياه من أخطار التلوث.
- وصلات فائض أرتفاع منسوب المياة لحمايتها من الغرق.
- الأسوار أو الدرايزينات و الاغطية لحماية الافراد وحماية المياه من سقوط الملوثات بها.

١-٨-٢-٢ مجموعات الطلمبات ومواسير الطرد

- تستخدم محابس عدم الرجوع لحماية الطلمبات وعدم إرتداد المياه عند الوقف الفجائي لمحركات التشغيل (انقطاع التيار الكهربائى).

- تستخدم أجهزة الحماية ضد الطرق المائي لحماية الطلمبات والمواسير من الانفجار عند التوقف الفجائي للطلمبات.
- تستخدم محابس التخلص من الهواء (Air Relief Valves) عند المستويات العالية لمواسير التوزيع لحمايتها من الانفجار عند تكوين فقاعات هوائية كبيرة وسرعة تحركها.

١-٨-٢-٣ المحركات والمعدات الكهربائية

- استخدام أجهزة الحماية ضد القصر الكهربى أو زيادة التيار أو انخفاض الجهد.
- تزود التركيبات الكهربائية والمعدات بقاطع تيار أوتوماتيكي لفصل وتوصيل التيار حسب الحاجة. ويحظر في حميع الأحوال تركيب مصاهر في خط التعادل في حالة التغذية بتيار ثلاثي الأطوار.
- إستخدام بادئات الحركة في التحكم في بداية حركة المحركات ثلاثية الأطوار.
- إستخدام وسائل التحكم في الإضاءة.
- إستخدام وسائل التحكم في تشغيل مولدات الطوارئ عند حدوث إنقطاع لمصدر التيار الكهربي.
- استخدام وسائل الإنذار والتنبيه عند سخونة المحركات أو المعدات أو نقص الزيوت بها لحمايتها من التلف.

١-٨-٢-٤ الأفراد

- توفير معدات وأجهزة ووسائل الحماية الشخصية للعاملين فى مجالات التشغيل والصيانة المختلفة وإتباع تعليمات الصحة والسلامة المهنية وتوفير وسائل الإنقاذ والعلاج فى حالات الطوارئ.

الفصل الثانى
أسس التصميم

الفصل الثانى
أسس التصميم

١ – التصميم الهيدروليكي
٢ – التصميم الميكانيكي
٣ – تصميم الأعمال الكهربائية
٤ – التصميم المعماري والإنشائي
٥ – إعداد مستندات الطرح

٢-١ التصميم الهيدروليكي

٢-١-١ تصميم المحطة

أسس التصميم وعمر الرافع

يلزم أن تكون أعمال المواسير للمحطة تسمح بوجود حد أدنى لضغط المص لا يقل عن ١٠ متر كما يلزم أن يكون ضغوط المحطة مكملاً لعمل الشبكة فى المدينة.

السعة التصميمية للمبنى لا بد إن تسع التطوير المستقبلى مع إضافة أى طلمبات للوفاء بأى تغييرات مستقبلية فى التصرفات ، وفيما يلي جدول (٢-١) يوضح العمر الإفتراضى لمختلف عناصر المحطة.

جدول (٢-١) العمر الإفتراضى لمختلف عناصر المحطة

العمر الأفتراضى (سنة)						
مكونات الرافع						
خط المياه المغذى الرئيسى	الأعمال المدنية		الأعمال الميكانيكية		الأعمال الكهربائية	أجهزة القياس من بعد
	البيارة	المبانى	سرعة متغيرة	سرعة ثابتة		
٨٠	٦٠	٨٠	٢٠	٣٠	٢٠	١٠

يراعى عند تصميم الروافع الآتى:

١ – تحقيق الإكتفاء الذاتى من كميات المياه شاملة فترات حدوث الحريق.
٢ – أن يكون التأثير البيئى والمجتمعى لها طفيف.
٣ – أن تتماشى مع المتطلبات البيئية.
٤ – أن يحدث تقليل فى إستهلاك الطاقة عن طريق التشغيل الأمثل.
٥ – أن يكون لها عمر تشغيل طويل وتكاليف صيانة قليل طول عمر الرافع.
٦ – يكون لها نظام حماية من الطقس المتقلب ونظام تصريف مياه الأمطار.
٧ – أن يكون لها مدخل للسيارات للعاملين ومركبات الصيانة.

وفيما يلى ملخص لأداء الروافع بجدول (٢-٢)

جدول (٢-٢) ملخص لأداء الروافع

الفاعلية	تقوم بتوصيل المياه من مصدر مياه الى نظام شبكات توزيع ملائم فنياً
	توفير التصرفات التى تحقق التصرف الأقصى واحتياجات الحريق وأن ليس لها تأثير مباشر على فاعلية المحطات الأخرى
	لا تؤثر على أداء شبكات المناطق المحيطة.
	أن يكون لها نظام متابعة وتحكم عن بعد وعدادات ذات نظام انذار
	توفير بيئة عمل آمنة لافراد التشغيل والصيانة
الصيانة	أن تعمل بأقل عدد من الأفراد مع تكاليف صيانة منخفضة
	أن تكون سهلة التشغيل وبإستخدام أنظمة الصيانة العادية
	استغلال الموارد المتاحة المتوفرة ويسهل استبدالها
	أن يكون لها خصائص تسمح بالمرونة فى التشغيل
الدقة	العمل بكفاءة أوتوماتيكياً (أثناء غياب العامل)
	أن يكون بها نظام يسمح بإستمرارية فى التشغيل دون حدوث أعطال متكررة
	أن تزود بمعايير أمان كافية

٢-١-٢ موقع الرافع

يلزم لتحديد الرافع الدراسات الآتية:

- رسم الميزانية الطولية لمسار خط المواسير الناقل من محطة التنقية إلى مناطق الخدمة.
- تحديد الضغوط القصوى التى يمكن أن تتحملها الطلمبات فى محطات التنقية وكذلك محطات الروافع.
- تحديد الضغوط القصوى التى يمكن أن يتحملها خط المواسير الناقل وملحقاته وبصفة خاصة المحابس المختلفة ويقصد بالضغوط القصوى هو ضغط التشغيل مضافا" إليه تأثير المطرقة المائية.
- رسم خط الميل الهيدروليكي.
- تحديد النقط التى ينخفض الضغط عندها فى خط المواسير الناقل الى حوالى ١٠متر ماء فى حالة إستعمال رافع على خط On-Line Booster وتختار هذه النقط كمواقع مختارة للروافع.
- تحديد النقط التى ينخفض فيها الضغط فى خط المواسير الناقل الى حوالى ٥-٨ متر ماء ثم إنشاء خزان أرضي ليسحب منه الرافع.

٢-١-٣ الخزان الارضي

يتم اختيار موقع الخزان الأرضي طبقا" للدراسة السابقة عند النقطة التى ينخفض فيها الضغط فى خط المواسير الناقل الى حوالى ٥-٨متر ماء لملء الخزان.

سعة الخزان الأرضي

يتم تقدير سعة الخزان الأرضي طبقا" للعوامل الآتية:

١ - مدة إصلاح كسر بخط المواسير الناقل قبل موقع الخزان.
٢ - مدة إصلاح عطل ميكانيكى أو كهربائي فى المحطة السابقة لموقع الخزان سواء محطة التنقيه أومحطه رفع.
٣ - وتكون سعة الخزان تغطى ٦-٨ ساعات من التصرف التصميمى للرافع.

٢-١-٤ الإحتياجات المستقبلية ومراحل الرافع

يتعين عند التصميم دراسة الحاجة الحالية من مضخات مع تحديد زيادة لها فى المستقبل. لذا فإن التصميم يجب ان يسمح بوجود عدد كافى من المضخات العاملين مع وجود نسبة (٢٥-٥٠%) كمضخات احتياجية .

وبالمثل ، فإن لوحة المفاتيح سيكون مشغلات حاليه واماكن لمشغلات مستقبلية، أما أعمال المواسير فيتم تصميمهالاستيعاب التركيب للمضخات الحالية والمستقبلية.

٢-١-٥ أعمال مواسير الرافع

نوعية المواسير داخل المحطة

نوعية المواسير داخل جميع الروافع ستكون من الحديد الزهر المرن مزودة بفلانشات ومبطنة بمونة اسمنتية درجة (ك ١٢) أو مواسير اوصلب وصلب لا يصدأ درجة ٣,٤ أو صلب كربونى مطبن بمونة اسمنتية من الداخل او ايبوكسى غير سام مدهدنه خارجيا بدهانات مانعة للصدأ من الزنك الغنى وتكون مصممة على ضغوط التشغيل وقد تكون مواسير المدخل والخروج لبعض الطلمبات ذات فلانشات مختلفة عن المقاسات القياسية للزهر المرن لذا فإنه يتم توريد وصلات مصنعة من الصلب الذي لا يصدأ أوالصلب الكربونى.

ويراعى أن يكون جميع أعمال المواسير الزهر المرن بفلانشات ويتم ربطها بإستخدام مسامير مجلفنة أو ستانلس ستيل بدرجة ٣١٦ بالإضافة إلى حلقات ربط ومسامير وصواميل الستانلس ٣١٦ او صلب كربوني جدول ٤٠ او سيملس بسمك مناسب مع عمل الحمايات من الداخل و الخارج و علي ان تتحمل المواسير ضغط ١,٥ ضغط التشغيل او ضغط الطلمبات العاملة في

الرافع ايهما اكبر ويراعى أن يكون هناك مسافة كافية حول جميع أعمال المواسير وبوجه عام فإن مسافه ٣٠٠ مم لا بد من توافرها كمسافة بين الفلانجات والحوائط أو الأرضيات ، ولا بد أن يكون هناك على الأقل جزء واحد من المواسير على ماسورة السحب أو الطرد قابل للفك لتسهيل عملية الإستبدال للطلمبة.

مواسير السحب

مواسير السحب لا بد من تصميمها طبقاً للتصرف الأقصى وتصرف الحريق وتكون المواسير لكل طلمبة متشابهة فى القطر طبقاً للتصرف الخاص بكل طلمبة ويتم توجيه التصرف إلى مواسير السحب للطلمبة بطريقة منتظمة بدون اضطراب ، و يكون طول ماسورة السحب للمضخه كافي لتركيب المحبس و قطع الاتصال و القطع الخاصة .
وتكون قطع الإتصال للأقطار المختلفة فى وضع مائل للمحور الأفقى للجزء السفلى لمنع أى جيوب هوائية وتكون بزاوية ليست أكبر من ١٥° (١٥ درجة) ويمنع اللحام فى مواسير السحب.

مواسير الطرد

تكون قطر هذه المواسير مصمماً بحيث يسمح بأقصى تصرف بالإضافة إلى تصرف الحريق عبر الماسورة فى حدود السرعة المسموح بها وقطع الإتصال للأقطار الدائرية على مواسير التوزيع تكون مركزية أو لا مركزية ولكن يجب أن تكون مستقيمة الجوانب.
ويتم ضبط مواسير الطرد بحيث لا يحدث تحميل على فلانشات الطلمبة وتقوم وصلة الحائط بمقاومة الدفع عن ماسورة الطرد.

وصلات الفك والتركيب

يلزم إضافة وصلة فك وتركيب بالقرب من فلانشات الطلمبة وذلك للسماح بفك وتركيب الطلمبة دون تعارض مع باقى قطع المواسير ويكون هذا الرابط بمحاذاة طبة الماسورة (واحد على الأقل) ليسمح بخروج أو إعادة تركيب الطلمبة بدون الإخلال بأعمال المواسير . وبحد أدنى يكون حلقة وصل بين الجزء المستقيم من ماسورة الدخول و فلانشة الدخول للطلمبة.
ويتم وصل فلانشة الدخول للطلمبة بالجزء المستقيم بماسورة الدخول للطلمبة.

ملحقات المواسير وكتل الدعم

المواسير والقطع الخاصة لا بد أن تصمم على أقصى ضغط شاملاً المطرقة المائية ويتم مقاومة الدفع بتركيب وصلات خاصة في خط الطرد الرئيسي داخل الرافع كما يمكن عمل دعامة من الصلب يثبت بها نهاية خط الطرد الرئيسي و الحائط المقابل للرافع .

ولا بد من أخذ الاحتياطات اللازمة بعدم وجود تحميل على فلانشات الطلمبات نتيجة التركيب المتواضع أو القوى الناتجة من سوء التركيب والتى تؤدى إلى كسر فى أجزاء الطلمبة مثل عامود الإدارة للطلمبة حيث أن الطلمبة لا تستخدم فى تثبيت المواسير.

وأن السرعة فى ماسورة السحب لا بد أن لا تزيد عن ٤م/ث – كذلك بالنسبة لماسورة الطرد تكون السرعة ما بين ٢م/ث و ٣م/ث .

اما خطوط مواسير سحب المضخات فتتصل بخط السحب العمومى وتكون متوازنة مع بعضها

أما ماسورة الطرد لا بد أن تتصل بكل مضخة ثم يتم تجميعها بماسورة على التوازى مع محور المبنى حيث تكون داخل أو خارج المبنى.

بالنسبة للمواسير التى تمر من خلال الخرسانة أو الأرضيات بالرافع لا بد من البعد عنها لخفض التكلفة حيث يصعب التعامل معها مستقبلياً فى حالة الإستبدال ، ويكون مسار مواسير المص والطرد من خلال حائط المبنى وليس الأرضيات.

المحابس

تركب المحابس على جميع المواسير سواء كانت مص أو طرد لسهولة فصل أى ماسورة طبقاً للموقع العام ويمكن أن تكون المحابس داخل أو خارج المحطة وهى مطلوبة أيضاً لفصل الماسورة الإحتياطية وعداد قياس التصرف عن الماسورة الرئيسية.

١ – محابس القفل

كل طلمبة يتم تجهيزها بمحبس لفصل المدخل وأخر لفصل المخرج ، ويكون محبس القفل بعد محبس عدم الرجوع للسماح للطلمبة ومحبس عدم الرجوع للصيانة.

٢ – محابس عدم الرجوع

محابس عدم الرجوع تسمح بمرور المياه فى إتجاه واحد فقط ومنها ما هو شائع الإستخدام مثل النوع ذو الذراع و الثقل أو قد يستخدم محبس عدم رجوع مزود بخامد هيدروليكى ، وعموماً فإن النوع ذو الإسطوانة الداخلية و السوستة يمكن إستخدامه.

محابس عدم الرجوع يتم تركيبها على مواسير الطرد بعد الطلمبة وقبل محبس القفل على ماسورة الطرد للمضخة وتكون داخل بيارة الرافع أو المبنى للمضخات ومن النوع الخفيف.
عند إستخدام محابس عدم الرجوع من النوع الخفيف لا بد من وجود مسافة خلف محبس عدم الرجوع للسماح بالفتح الكامل للمحبس.

٢-٢ التصميم الميكانيكى

٢-٢-١ الطلمبات

تنقسم مضخات ضخ المياه فى محطات تنقية المياه وروافعها إما حسب تركيبها إلى أفقية أو رأسية مسافة وحسب ظروف وأماكن تشغيلها فى بئر جاف (Dry Type) أو بئر رطبه (Wet Type) أوغاطسة (Submersible) ، ويمكن أن تعمل الطلمبات الرأسية جافة أورطبه أما المضخات الأفقيه فهى عادة ما تعمل فى ظروف جافه، كذلك يمكن أن تكون المضخات ثابته مثل مضخات الأبار العميقة (Deep Well Pumps) أو المضخات النقالى مثل مضخات النزح، وبالطبع فى كافة الأحوال فالأجزاء الرئيسية لهذه الأنواع ثابته وإن وجد بعض الإختلافات فى الشكل للغلاف الخارجى أو فى نقل الحركة.

٢-٢-١-١ الطلمبات الرأسية

أ - الطلمبات الرأسية الجافة

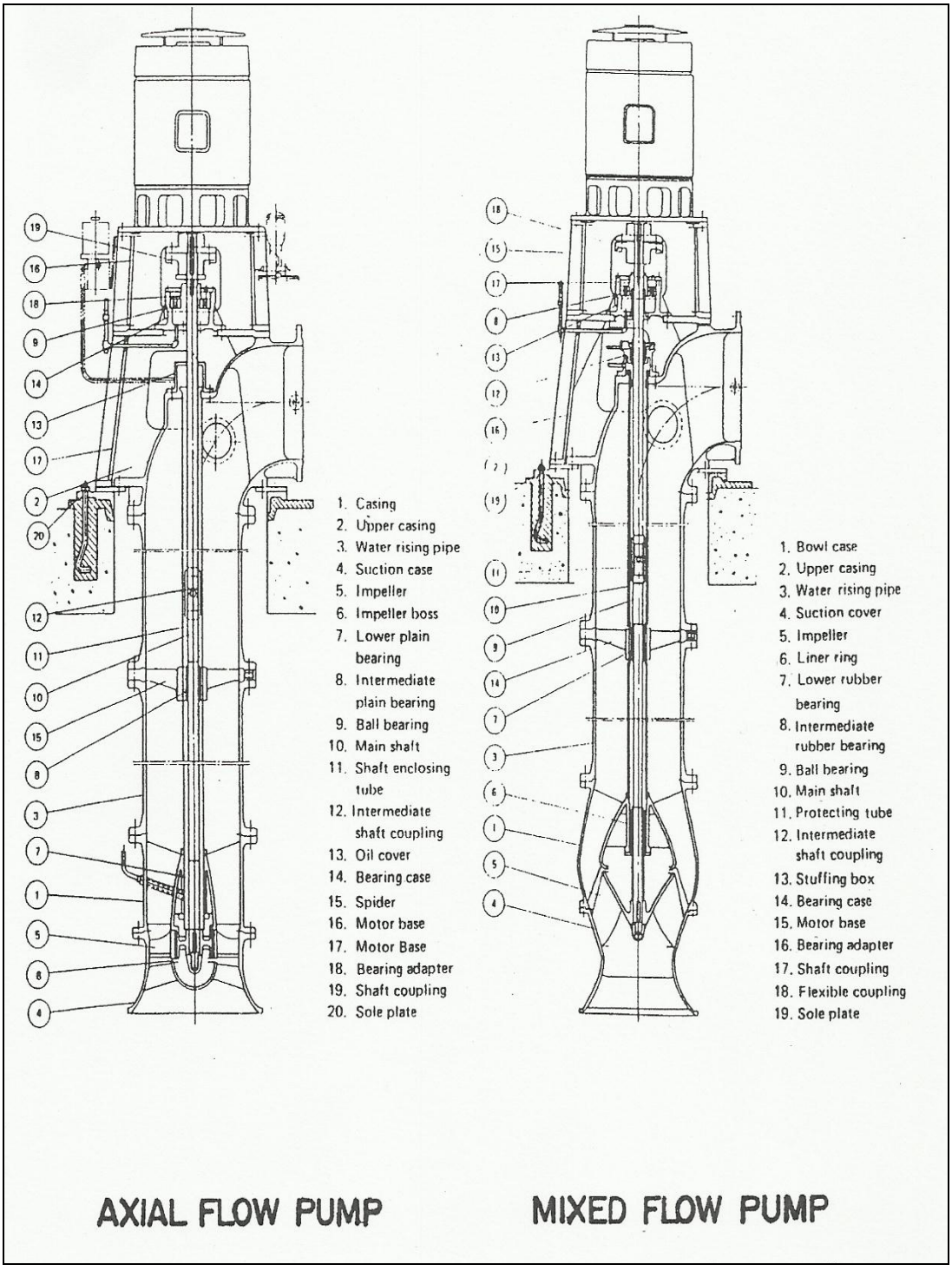
- ذات المروحه المعلقة على نهاية عامود الطلمبه المتصل مباشرة أومن خلال كوبلنج مرن مع عامود الإدارة ذات المرحلة الواحدة.
Overhung Impeller, End Suction-Close / Separately Coupled- Single Stage وجسم الطلمبه مشقوق قطرياً(Radial Split Casing) أو غير مشقوق.
- ذات المروحه المثبتة بين كراسى تحميل متصلة مع عامود الإدارة بكوبلنج مرن.
Impeller Between Bearings, Separately Coupled Pump ومنها الطلمبات ذات المرحلة الواحدة أو المتعددة المراحل – أحادية السحب أو مزدوجة السحب وجسم الطلمبه مشقوق طولياً فى أتجاه العامود (Split Axial Casing).

ب - المضخات الرأسية الرطبة

- المضخة التوربينية الرأسية القصيرة ذات المرحلة الواحدة أومتعددة المراحل.
Turbine Type, Vertical, Single / Multi Stage, Short Setting Pump

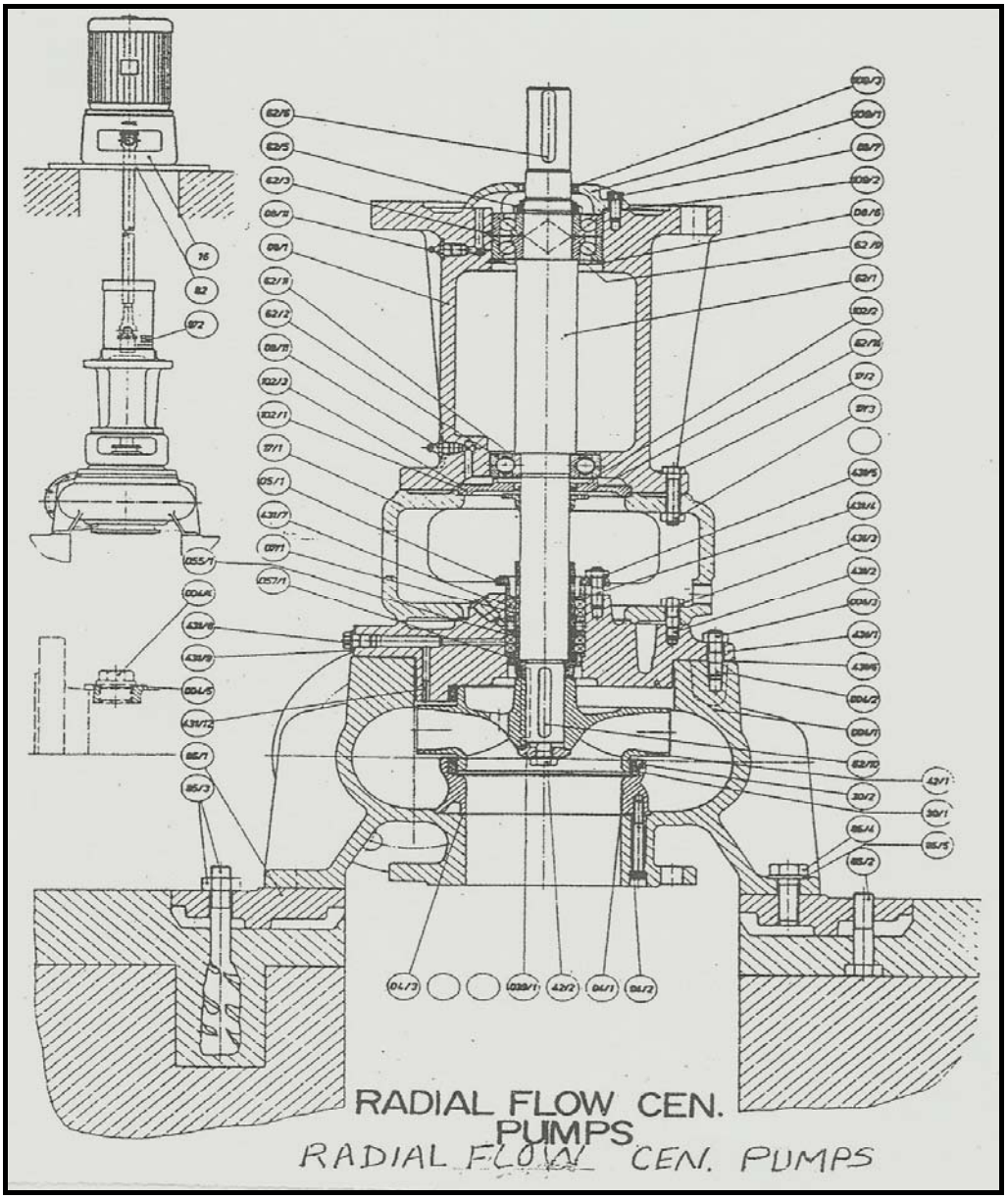
وهى ذات عامود مضخة واحد أومجموعة أعمدة متصلة مع بعضها بكبالنج جامدة (Rigid) لها كراسى محاور للأعمده بداخلها جلب كاوتش، وجسم المضخة مكون من قادوس(Bowl) واحد أومجموعة قواديس متصلة ببعضها مع وصلة طرد المضخة (Column Pipe)، المضخة مقسومة قطرياً (Radial Split) وتستخدم فى رفع المياه العكره للمروقات والمياه المرشحة النقية لشبكة التوزيع ومياة الغسيل العكسى للمرشحات فى المحطات الكبرى.

- الطلمبة التوربينية الرأسية متعددة المراحل لأبار المياه الجوفية.
  Turbine Type, Vertical, Multi Stage, Deep Well Pump
- تثبت على قاعدة فوق سطح الأرض ولها محرك كهربائى رأسى ذا عامود مجوف (Hollow shaft motor).
- عامود الإداره متصل بعامود توصيل المضخة بوصلات كوبلنج جامده (Coupling Rigid)، وله صامولة بأعلى المحرك تستعمل فى تعليق الأعمدة وتوصيل الإدارة للمضخة وكذا فى ضبط الخلوص الرأسى لمراوح المضخة.
- بعض الوحدات تعمل بمحرك كهربائى أفقى أو محرك ديزل متصل مع أعمدة المضخة خلال صندوق تروس أومجموعة سيور للتوصيل.



شكل (٢-١) أنواع المضخات الرأسية

يوضح الشكل (٢-١) المضخات الرأسية من نوع الإنسياب المحورى أو المختلط تتصل بالمحرك الكهربى اتصالاً مباشرة من خلال كوبلنج (أزدواج) يظهر فى اعلي الطلمبة.



شكل (٢-٢) مضخة رأسية مشقوقه البدن محوريه التصرف والمروحة معلقة في نهايه عامود المضخة ذات المرحله الواحده

٢-٢-١-٢ المضخات الأفقية

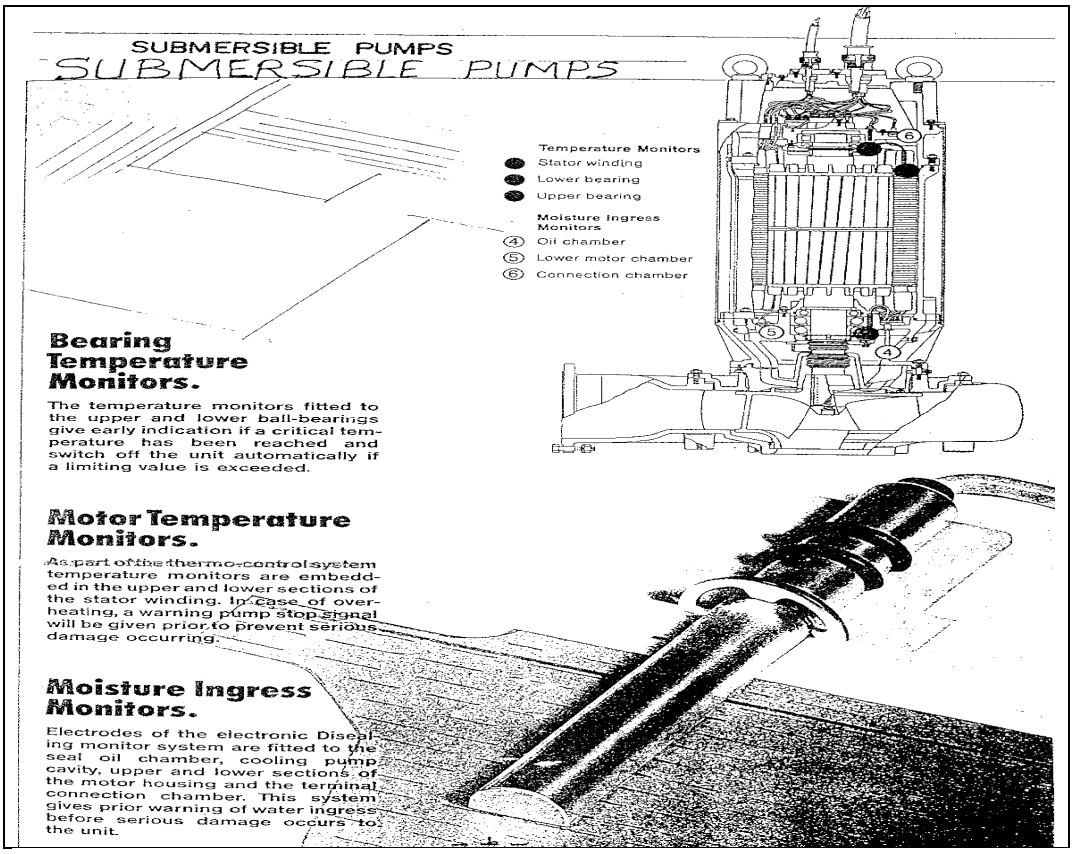
تشترك المضخات الأفقية فى كثير من المواصفات مع المضخات الرأسية الجافة وفى إجراء التشغيل والصيانة وتختلف فقط فى الشكل وفى طريقة تثبيت جسم المضخه ومن أنواعها:-

أ. ذات المروحه المعلقة على نهاية عامود المضخة المتصل مباشرة أو من خلال كوبلنج مرن مع عامود الإدارة- ذات المرحلة الواحدة (Overhung Impeller, End Suction- Close/ Separately Coupled- Single Stage) قطرياً (Radial Split Casing).

ب. ذات المروحة المثبتة بين كراسى تحميل متصلة مع عامود الإدارة بكوبلنج مرن(Impeller Between Bearings, Separately Coupled Pump) ومنها المضخات ذات المرحلة الواحدة أو المتعددة المراحل- أحادية السحب أو مزدوجةن السحب وجسم المضخة مشقوق طولياً فى أتجاه العامود (Split Casing)Axial .

٢-٢-١-٣ المضخات الغاطسة

الطلمبات الغاطسة هى طلمبات رأسية مدمجة أى أن المضخة مع المحرك داخل جسم معدنى واحد (بدون وصلة سحب) ولكن لها خط طرد، ذات تصرف يصل إلى ٤٠٠ لتر/ ث تستخدم فى الأبار العميقة وفى رفع مياة الروبة ومياة غسيل المرشحات وكذلك فى أعمال الصيانة لنزح المياة من عنابر المضخات أو من حفر أعمال الصيانة، وهى هامة جداً لتلك الأعمال ولإستمرار عملها على خير وجه يجب عمل الصيانه اللازمه لها.



شكل (٢-٣) مضخة غاطسة

تغمر المضخة كلياً وعلى أعماق مختلفة فى الوسط المطلوب رفعه من مكان منخفض وتكون المضخة مزودة بعمود طويل داخل خط الطرد من خلال كراسى إرتكاز وفى حالة غمر المضخة والمحرك فى الوسط ، تزود المضخة بدلائل أنزلاق من الصلب الذى لا يصدأ درجة (316L).

٢-٢-١-٤ أنواع المضخات الرأسية

المضخة الرأسية معدة للتشغيل المغمور فى البيارة الرطبة كما يمكن استخدامها فى البيارة الجافة حيث تتشابه إنشائياً مع المضخات الأفقية، وتفضل عنها لإنخفاض تكلفتها الاقتصادية وذلك لإحتياجها إلى مساحة أقل.

يتم تصميم وإنتاج الطلمبات الرأسية طبقا للخدمات المعدة لها وظروف إستعمالها فى البئر الرطب كالتالى:

أ - المضخات التوربينية الرأسية Vertical Turbine Pumps

ب - المضخات المحورية Propeller Pumps

جـ- المضخات الحلزونية Volute Pumps

د - المضخات الغاطسة Submersible Pumps

هـ- المضخات الدوامة Vortex (Shear – lift) Pumps

وذلك بالاضافة لإنواع أخري لاستخدامات اخري.

- **المضخات التوربينية الرأسية Vertical Turbine Pumps**

- تستعمل هذه المضخات لرفع المياه من الآبار وتسمي مضخات الآبار العميقة deep well pumps، وذات قدرة محدودة بحجم البئر ومعدل السحب الآمن منه بدون تخفيض منسوب المياه به عن حد الغمر المطلوب للمضخة وتحتوي على مراحل متعددة من المراوح للوفاء بالضغوط التصميمية لهذه المضخات والتى تصل الى ٣٠٠ متر وتصرف يصل الى ٧٠ ل/ث.
- كما تستخدم هذه النوعية من المضخات في أعمال أخري مثل الري والأغراض الصناعية والتبريد والتكييف ومحطات التحلية وعمليات النزح.
- تجهز هذه المضخة بعمود إدارة قابل للحركة الرأسية ومدخل ملفوف (فم ناقوس Bell mouth) ومصفاه، كما يجهز محرك المضخه بكراسي محاور تتحمل وزن عمود الادارة ومراوح المضخه بأمان تام.
- ولتحاشي الصعوبات الناتجة من طول العامود المطلوب يستخدم النوع المغمور من المضخه Submersible حيث يتم تركيب المحرك أسفل الطلمبة بالبئر مع توصيلة مباشرة بالمضخة وتغمر الوحدة كلها فى البئر.

- **المضخات المحورية (Propeller Pumps)**

- تستعمل المضخات ذات المراوح المحورية Axial فى البيارات والعنابر المفتوحة وغالباً ما تكون قصيرة وذات ضغط منخفض، وعند ازدياد الرفع يتم استخدام مراوح من النوع ذات الانسياب المختلط mixed flow.

- **المضخات الحلزونية الجسم (Volute Pumps)**

- وهي المضخات إزاحة بين مستويين، وتستعمل هذه المضخات معلقة من أعلى وتصلح لرفع الروبة حيث أنها مضخات إزاحه لمعدلات تدفق عاليه لسوائل محملة بأجسام صلبة ولرفع محدود وهى ذات كفاءه صغيرة لا تزيد عن ٧٠%.

- **المضخه اللولبية موجبة الازاحة (Screw Pumps)**

- وهى نوع خاص من المضخات الدوارة ذات الازاحة الموجبه وبها يكون سريان السوائل رأسياً وموازياً لمحور المضخات بين المدخل من أحد الجهات والمخرج من الجهه الاخرى.

- السائل يحمل بين الاجنحة اللولبية المثبته على محور طولى دوار وفى هذه المضخات دون الأنواع الأخرى يسرى المانع رأسياً بسرعات منخفضة كونها المضخات إزاحة فتستخدم لسريانات بمعدلات عاليه لإزاحتها ورفعها لبضعة أمتار وهى تدار بواسطة محركات من خلال صندوق تصنع لتخفيض السرعات فى حدود ٥ لفات / دقيقة والمواد التى يصنع منها الاجزاء المختلفة للمضخات تعتمد على نوع المائع المتداول والضغوط والتصرفات ويتم تصميمها طبقاً للـ DIN19705،DIN4114، ويكون الغلاف الخارجى من الصلب Steel Lenes كامل بكل الوصلات والمشابك والملحقات اللازمة لتثبيتة مع الجزء الحلزونى المصنوع من الصلب المرن (Mild steel) بتخانة لا تقل عن ٥ مم ويكون الخلوص بين الغطاء الخارجى Trough والجزء الدوار الحلزونى مناسباً فى حدود ٢٣٠° من محيط الحلزون وبحيث لا يحدث تسرب للمياة أو يحدث أحتكاك بين الجزء الدوار والغلاف الخارجى وتزود الطلمبة بكراسى حمل علوية وسفلية وتكون اللحامات الطولية والمحيطة للحلزون من نوع seam مع لحام flet حلزونى على البارد ولمنع الإحتكاك بين عامود الطلمبة وكراسى التحميل فإنه يتم استخدام التزيت والتشحيم.
- صناديق التروس تكون من النوعية ذات الخدمة الشاقة ويكون عمود الادارة الخارج output على زاوية قائمة مع عمود المدخل input ويكون صندوق التروس مغلق ذو عمر طويل، مانع تسريب للزيت مزدوج double oil seal ويكون غطاء الفحص لصندوق التروس الخارجى قابل للفتح ومزود بفلتر زيت.

- **المواصفات الميكانيكية للمضخات وملحقاتها**

- المواصفات الميكانيكية للمضخات وملحقاتها يمكن الرجوع إليها فى أكواد المضخات والشبكات وكذلك المواصفات القياسية لهذه المعدات كما يظهر بالشكل رقم (٢-٤).

SELECTION OF INCLINATION

Difference in level FP–CP	Screw capacity in l/s		
	20	100	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	250	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.

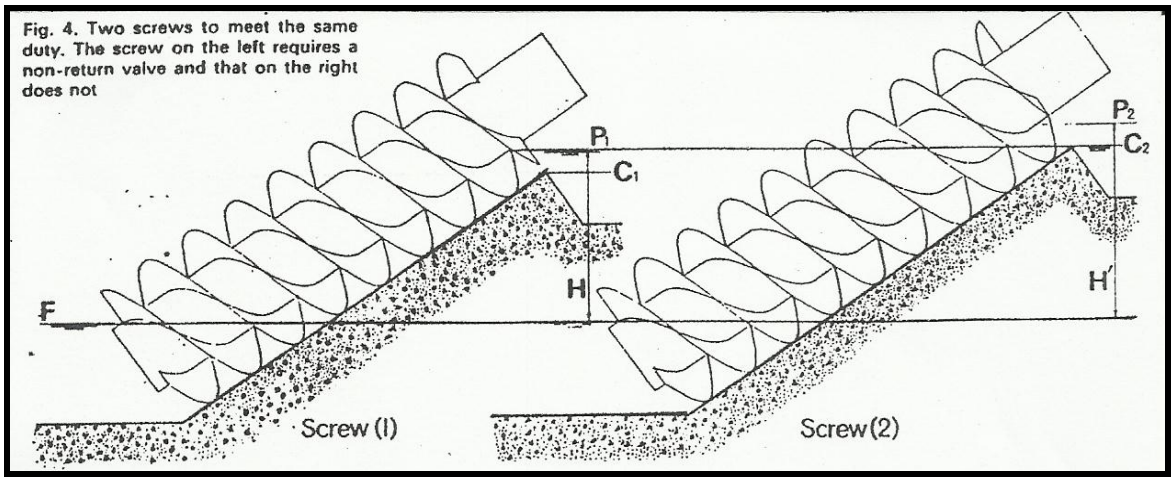
MPP = Maximum Pumping point – Maximum water level in discharge chamber against which pump will operate.

H = Lift – Used for sizing and selection of suitable drive unit.

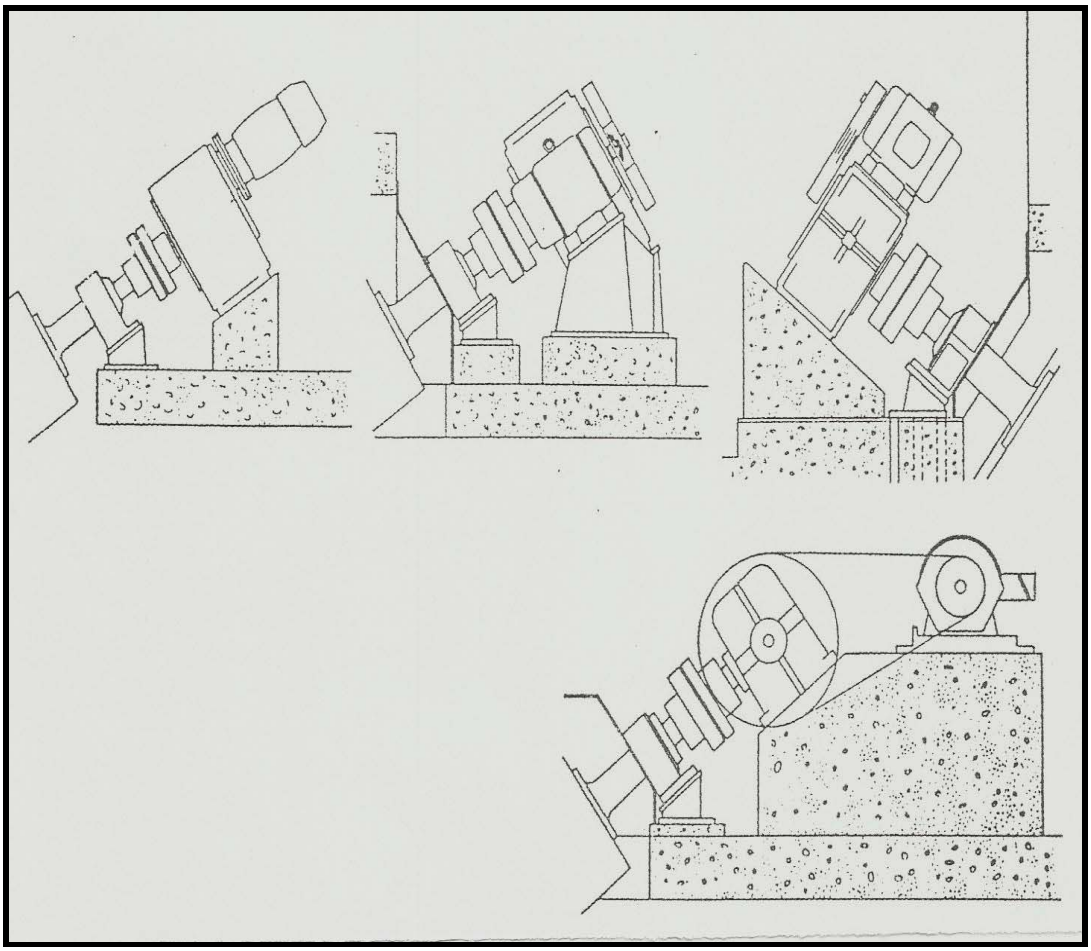
REMARKS ON TABLES

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° degree

شكل (٢–٤) المواصفات الميكانيكيه للطلمبات اللولبية



شكل (٢–٥) تركيب الطلمبة اللولبية (Screw Pumps)



شكل (٢-٦) المضخة اللولبية (Screw Pumps)

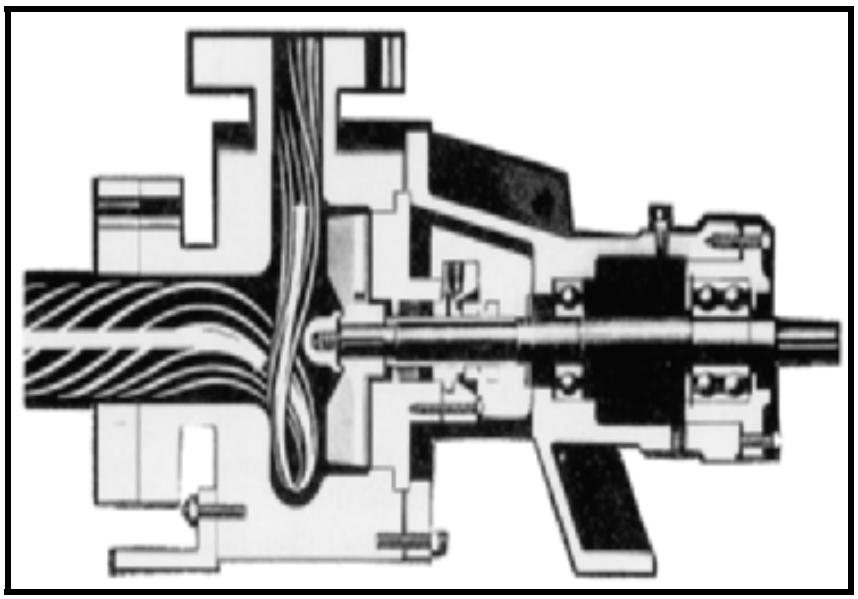
يوضح طريقة إتصال المحرك الكهربائى بعامود المضخه أما من خلال سير أو إتصال مباشر من خلال ازدواج (كوبلنج)

- **المضخات الغاطسة (Submersible Pumps)**

- تستخدم هذه المضخات لنزح المياه المتجمعة فى البيارات والعنابر ، وتثبت هذه الطلمبة إما فى قاع البيارة أو تعلق فى أرضية العنبر (سقف البيارة). وتدار بمحرك كهربي مغمور معها ويتم التحكم فى تشغيلها أوتوماتيكيا بواسطة مفتاح عوامة.
- تحتوي هذه المضخات على مرحلة واحدة أوعدة مراحل، ومجال سرعتها النوعية وتصرفاتها واسع وتعمل لتصرفات تصل إلي ٢٠٠ ل/ث.
- و يكون نزح المياه المتسربة من الجلندات للمضخات و فلانشات المواسير باستخدام طلمبات النزح بتصرف من ١٠ – ١٥ ل/ث .

- **المضخة الدوامة Vortex (Shear – lift) Pump**

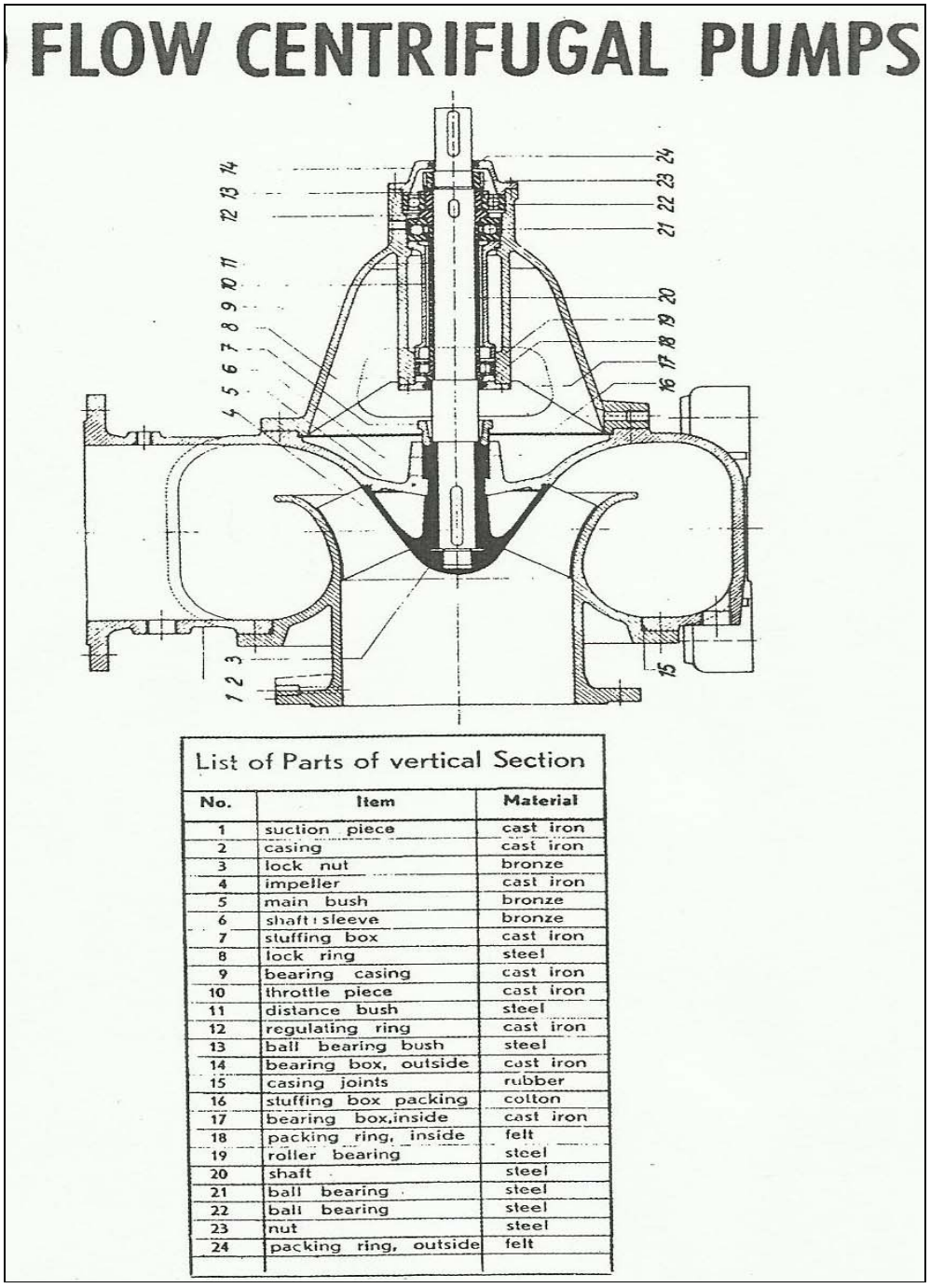
- وهى ملائمة للتصرفات حتى ٤٠٠٠جالون/ الدقيقة (٢٥٠ ل/ث) والضغوط المناسبة ١٠٠قدم (٣٠متر) وعند سرعات نسبيه من ١,٥٠٠ إلى ٢,٨٠٠ ل/د ويستخدم هذا النوع من المضخة فى رفع مياة المجارى والمخاليط (Slurries)، وتقل المواد الصلبة والسوائل التى تحتوى على هواء أو غاز وتتكون هذه المضخة من غلاف لامركزى مزود بفتحتين أحداهما رأسية للسحب وأخرى محيطية للطرد وتغطى قلاب المضخة بنسبة ٥٠% إلى ١٠٠% من مسار المائع وكما يوضح الشكل القلاب ليس عليه ريش مما يجعل امكانية استخدامها للسوائل المحملة بالمواد الصلبه مناسباً وحجم المواد الصلبه المسموح مرورها بها يعتمد فقط على فتحتى الدخول والخروج وينشأ السحب فى هذا النوع من المضخات عن طريق تكوين دوامات من المدخل مما يجعلها مناسبة للسوائل الموجود بها نسبه عاليه من الهواء/المواد الصلبة دون حدوث قفل (Choking) للسريان.



شكل (٢-٧) المضخة الدوامة (vortex)

٢-٢-١-٥- مضخات الطرد المركزية

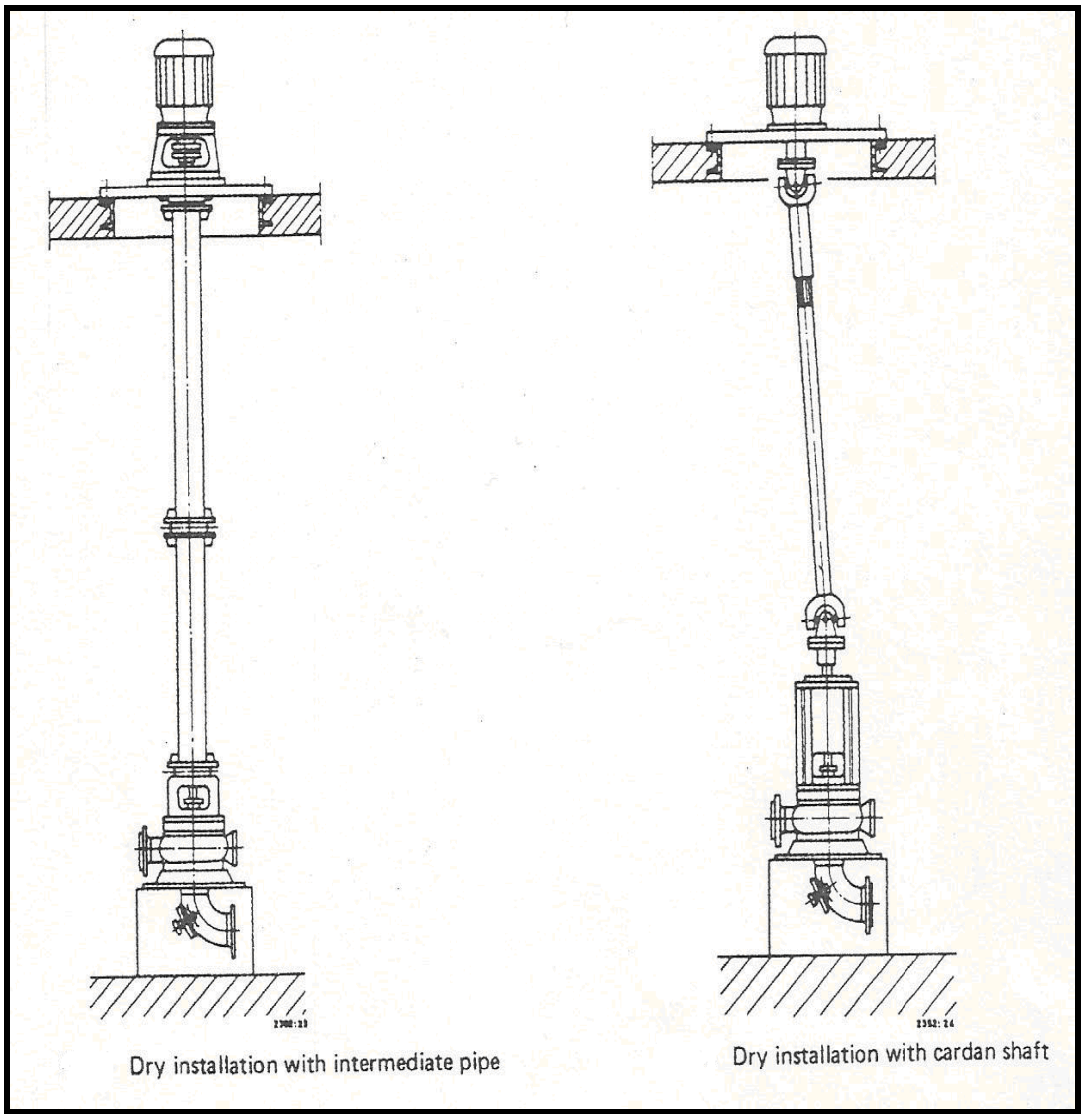
- تستخدم مضخات الطرد المركزية بأنواعها المختلفة فى أعمال رفع المياه بمحطات تنقية المياه وروافعها وفي آبار المياه الجوفية.



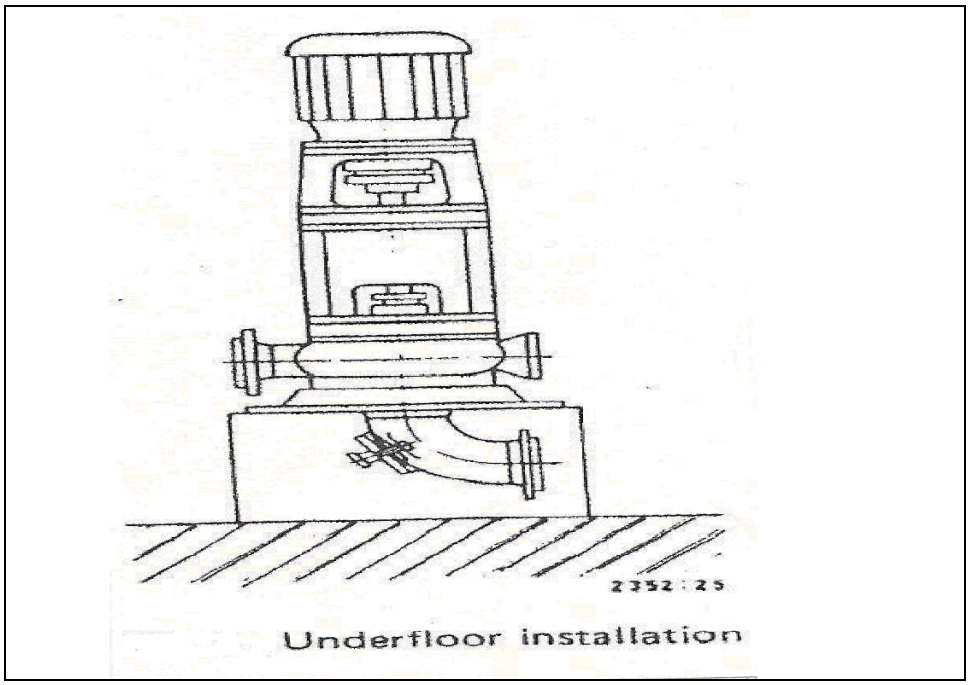
List of Parts of vertical Section

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	colton
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

شكل (٢-٨) مضخة طرد مركزيه End Suction Centrifugal pump ونوع المواد المصنع منها الطلمبه



شكل (٢-٩) طرق التركيب المختلفة للمضخات الرأسية وكذلك بيان نقل الحركة بين المحرك بواسطة عامود كردان مائل على الرأسى بزاوية أو عامود كردان رأسى مستقيم



شكل (٢-١٠) طرق التركيب المختلفة للمضخات الرأسيه اتصال المحرك اتصالا مباشرا بالمضخه من خلال كوبلنج

- وحيث أن المضخات الطاردة المركزية هى أكثر الأنواع شيوعاً فى التطبيقات الخاصة بمياه الشرب وروافعها نورد فيما يلى بعض المواصفات العامة لهذه النوعية من الطلمبات.

- **أجزاء طلمبة الطرد المركزي**

- المكونات الأساسية للطلمبة الطاردة مركزياً هى:

أ - جسم الطلمبة (الغلاف).

ب - المروحة.

جـ- عمود الطلمبة.

د - كراسى التحميل.

هـ- جلب الحمايه من التآكل.

أ - **جسم الطلمبة أوالغلاف (Casing)**

- **حلزونى الشكل (Volute)**

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

- **غلاف على شكل ناشر(Diffuser)**

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

- **غلاف حلزونى مزدوج Double Volute**

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

- **غلاف الطلمبة متعددة المراحل**

– هذا الغلاف مختلف عن أغلفة الطلمبات الأخرى إذ أنه مزود بمسارات داخلية بين كل مرحلة وأخرى تتيح أنتقال السائل من مرحلة إلى أخرى وهو يصنع عادة من نصفين (علوى– سفلى).

ب – المروحة (Impeller)

- **تصنف مراوح الطلمبات حسب نوعية السحب**

– مروحة مفردة السحب .Single Suction

– مروحة مزدوجة السحب .Double Suction

- **يتم تسمية الطلمبة أحياناً حسب شكل المروحة كالتالى:**

– مروحة ذات ريش مستقيمة Straight-vane impeller

– مروحة ذات ريش فرانسيسFrancis-vane impeller

– مروحة ذات سريان مختلط Mixed Flow impeller

– مروحة الدفع Propeller or axial flow impeller

- **من تصنفات الطلمبات الطاردة مركزياً:**

– الطلمبات ذات المروحة المفتوحة.

– الطلمبات ذات المروحة النصف مفتوحة.

– الطلمبات ذات المروحة المغلقة.

و ترجع هذه التسمية إلى أن المروحه محاطة من جانبين أو جانب واحد أو بدون جوانب.

يتم تقسيم الطلمبات الطاردة مركزياً تبعاً لكل من:

- **السرعة النوعية Specific Speed**
- **نوع المروحة Impeller type**
  - مروحة مفتوحة.
  - مروحة نصف مفتوحة.
  - مروحة ذات سحب مفرد.
  - مروحة ذات سحب مزدوج.
- **عدد المراحل Stages**
  - طلمبة ذات مرحلة واحدة .
  - طلمبة متعددة المراحل.
- **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.

- **كذلك يتم تقسيم الطلمبات الطارده مركزياً تبعاً لطبيعة سحب الطلمبة الى:**
  - طلمبة ذات سحب مفرد (Single suction with a single inlet on one side)

وفى 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 .

  - طلمبة مزدوجة السحب Double suction

فى الطلمبة ذات السحب المزدوج فإن هناك زوج من المداخل للمروحة معكوستان فى إتجاه السحب بحيث يدخل السائل إلى كل مدخل محوريا فتلاشى كل قوة دفع جانبى الأخرى، وبذلك تكون الطلمبة متزنه.

ويمكن تسمية الطلمبات الطاردة المركزيه تبعاً لطريقة الأستخدام مثل:

- **طلمبة أفقية.**
- **طلمبة رأسية.**

٢-٢-٢ أسس الاختيار للطلمبات

يعتمد إختيار الطلمبات وتحديد نوعها على عدة عوامل وبيانها كالآتى:

أ- نوعية المياه المتداولة : عكرة – مرشحة – جوفية

ب- الشكل: أفقية أو رأسية.

ج- طبيعة موقعها فى البيارة: جافة Dry well وتكون أفقية أورأسية.
مبللة Wet Well وتكون رأسية (معلقة أو مغمورة) .

د- التصرف: حجم المياه المزاحة بواسطة الطلمبة عبر مساحة مقطع ماسورة طرد الطلمبه فى وحده الزمن وتقاس بالمتر المكعب/ساعه أوباللتر/ثانيه.

هـ- الرفع Head: الطاقة الميكانيكية المستفادة والمنقولة من الطلمبة الى المياه المطلوب ضخها وتقاس بالضغط الجوى (atm)، أو بالكيلو باسكال (Kpa) أو بقياس عامود الماء بالمتر (M.W.C.)

٢-٢-٣ الرفع الديناميكي الكلى للطلمبة T.D. H.

هو الفرق بين ضغط طرد الطلمبة (الديناميكي) وضغط السحب (السالب) الديناميكي لها(بالمتر ماء)

$$\mathbf{T.D.H. = H_{d.dyn} - H_{s.\,dyn}}$$

حساب ضغط طرد الطلمبة $\mathbf{H_{d.dyn}}$

$$\mathbf{H_{d.dyn} = H_{st.d} + h_{f.d.} + h_{md} + h_{v.d.}\ (1)}$$

حيث:

$\mathbf{H_{st.d}}$ الارتفاع الاستاتيكي المقاس بين محور مركز الطلمبة وسطح المياه داخل الخزان العلوى.

$\mathbf{h_{f.d}}$ = الفاقد بالاحتكاك فى مواسير الطرد = $f \frac{L}{d} \frac{Vd^2}{2g}$

$\mathbf{h_{md}}$ = الفواقد الثانوية فى ملحقات مواسير الطرد (كمحابس والمساليب ..... الخ)

$$= \sum K \frac{Vd^2}{2g}$$

وكذلك؛ حساب الضغط السلبي فى ماسورة السحب

$$\mathbf{H_{s.dyn} = H_{st.s} + h_{r.s.} + h_{ms} + h_{v.s}} \quad \mathbf{(2)}$$

حيث : $H_{st.s}$ = الارتفاع الاستاتيكي المقاس بين محور مركز الطلمبة و سطح المياه بالبيارة.

$h_{r.s.}$: الفاقد بالاحتكاك فى مواسير السحب = $f \frac{L}{d} \frac{Vd^2}{2g}$

h_{ms} : الفاقد الثانوية فى ملحقات مواسير السحب = $\sum K \frac{Vd^2}{2g}$

$h_{v.s}$: فاقد السرعة فى ماسورة السحب = $\frac{Vs^2}{2g}$

٢-٢-٤ ضغط السحب الموجب الصافى .N.P.S.H

هو تعبير للدلالة عن أدني حالات السحب المطلوبة لمنع ظاهرة التكهف (Cavitation) فى الطلمبة وهو الطاقة المطلوبة لدفع السائل إلى مروحة الطلمبة لتجنب التكهف وينقسم الى (NPSH available) ، NPSH (required).

يحدد ضغط السحب الموجب المطلوب (NPSH required) أو الأدنى بالإختبار وعادة ما يحدد بمعرفة المصنع. أما المتاح (NPSH available) فيحدد بالموقع فى المحطة ويجب أن يتساوى على الاقل مع المطلوب لتفادى ظاهرة التكهف وزيادته توفر حد الأمان ضد تكوين التكهف ويحسب كالتالى:

$$\mathbf{NPSH_{av} = (H_{abs} - H_{vap}) + H_{st.s} - H_f - \Delta h_{dyn}}$$

حيث :

H_{abs} = الضغط الجوى المطلق عند سطح المياه فى البيارة.

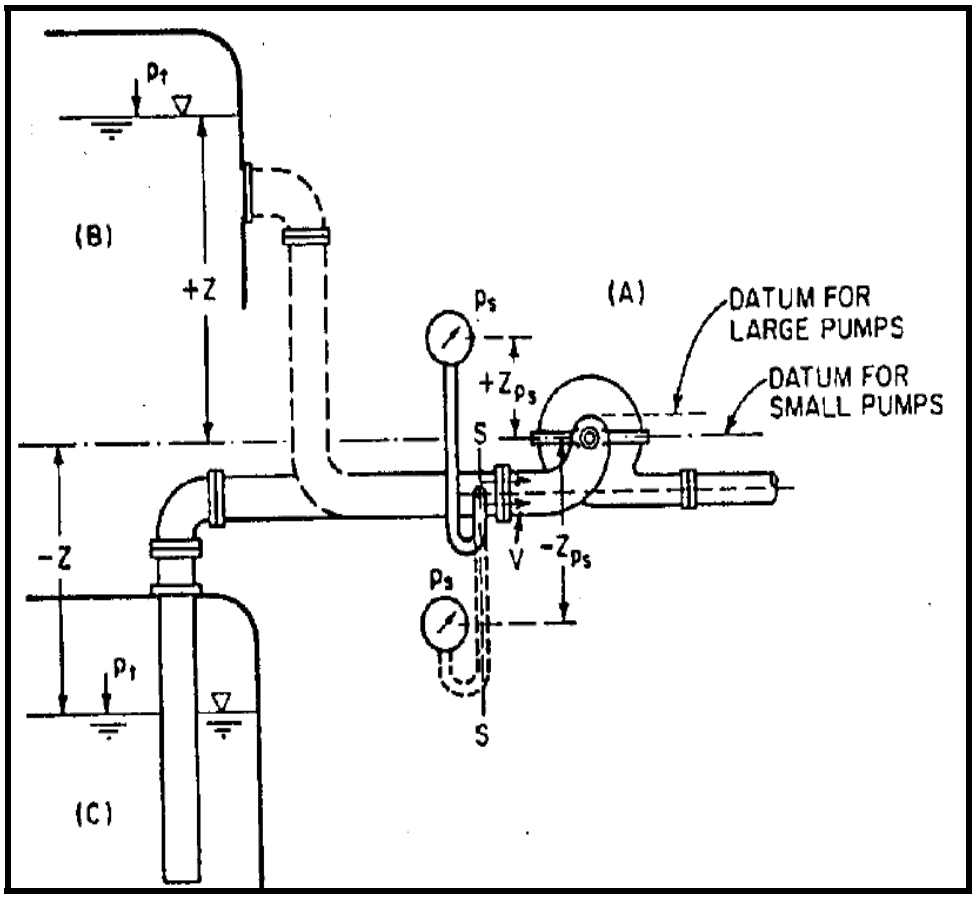
H_{vap} = ضغوط بخار الماء المسحوب عند مركز الطلمبة (عند درجة حرارة التشغيل) = ٠،٠٣ كجم/ سم^{2}عند درجة حرارة ٢٠ °م.

$H_{st.s}$ = الأرتفاع الاستاتيكي المقاس بين محور مركز الطلمبة وسطح المياه فى البيارة.

H_f = مجموع الفاقد بالاحتكاك والفواقد الثانوية بماسورة السحب وملحقاتها.

Δh_{dyn} = (انخفاض الضغط فى المعادلة بالمتر ماء)

فى حالة زيادة NPSH (required) عن الـ (available) تستخدم طلمبة أكبر ذات سرعة أقل والعكس. والشكل (٢-١١) يوضح حساب ضغط السحب الموجب



الشكل (٢-١١) حساب ضغط السحب الموجب

٢-٢-٥ إنخفاض الضغط الديناميكي Δh_{dyn}

ينشأ إنخفاض الضغط الديناميكي من إزدياد السرعة على الوجه الخلفى لريشة المروحة والتى تتناسب مع السرعة النوعية عند مدخل المروحة والذى يرتبط بالضغط المانومتري H_m للطلمبة.

$$\Delta h_{dyn} = \delta H_m$$

حيث δ = معامل توما THOMA للتكهف

جدول (٢-٣) معامل توما طبقا للسرعة النوعية مئوية

السرعة النوعية مئوية	٢٠	٣٠	٤٠	٦٠	١٢٠	١٥٠	١٨٠	٢٤٠	٣٠٠
معامل توما	0,052	0,096	0,16	0,21	0,53	0,67	0,82	1,26	1,8

ملاحظات:

(١) يجب أن تكون ماسورة السحب قصيرة ومستقيمة (بقدر الامكان) ويثبت عند مدخلها وصلة ناقوس Bell mouth لتقليل فاقد الدخول كذلك يجب إستخدام قطر كبير لتقليل فاقد السرعة؛ ويجب عدم وضع جهاز قياسي التصرف فى ماسورة السحب.

(٢) مدى الرفع : الرفع المنخفض ٣-١٢ متر ماء

: الرفع المتوسط ١٥- ٤٥ متر ماء

: الرفع العالى ٤٥- ١٥٠ متر ماء

تستخدم الطلمبات الطاردة المركزية ذات مدخل السحب المفرد أوالمزدوج للرفع المتوسط والعالى كما تستخدم الطلمبات المختلطة والمحورية للرفع المنخفض.

السرعة :السرعة المنخفضة ٥٠٠ -٧٥٠ لفة / دقيقة

: السرعة المتوسطة ١٠٠٠ – ١٥٠٠ لفة / دقيقة

: السرعة العالية ٣٠٠٠ لفة / دقيقة

- السرعة النوعية : وهى التى يكون عندها تصرف الطلمبة ١م٣ / ث مع رفع ١متر ماء عند أقصي كفاءه لها.

$$\mathbf{Ns} = \frac{N\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

حيث : N = سرعة دوران الطلمبة (لفة / دقيقة)

Q = تصرف الطلمبة (م٣ / ث)

H = الرفع الكلى للمرحلة (متر ماء)

٢-٢-٦ نوع المروحة Type of impeller

يتم إختيار نوع المروحة طبقاً للسرعة النوعية وطبقاً للأرقام التالية:

١٠-٣٥ تستخدم فيه المروحة القطرية Radial

٣٥-٨٠ تستخدم المروحة فرانسيس Francis

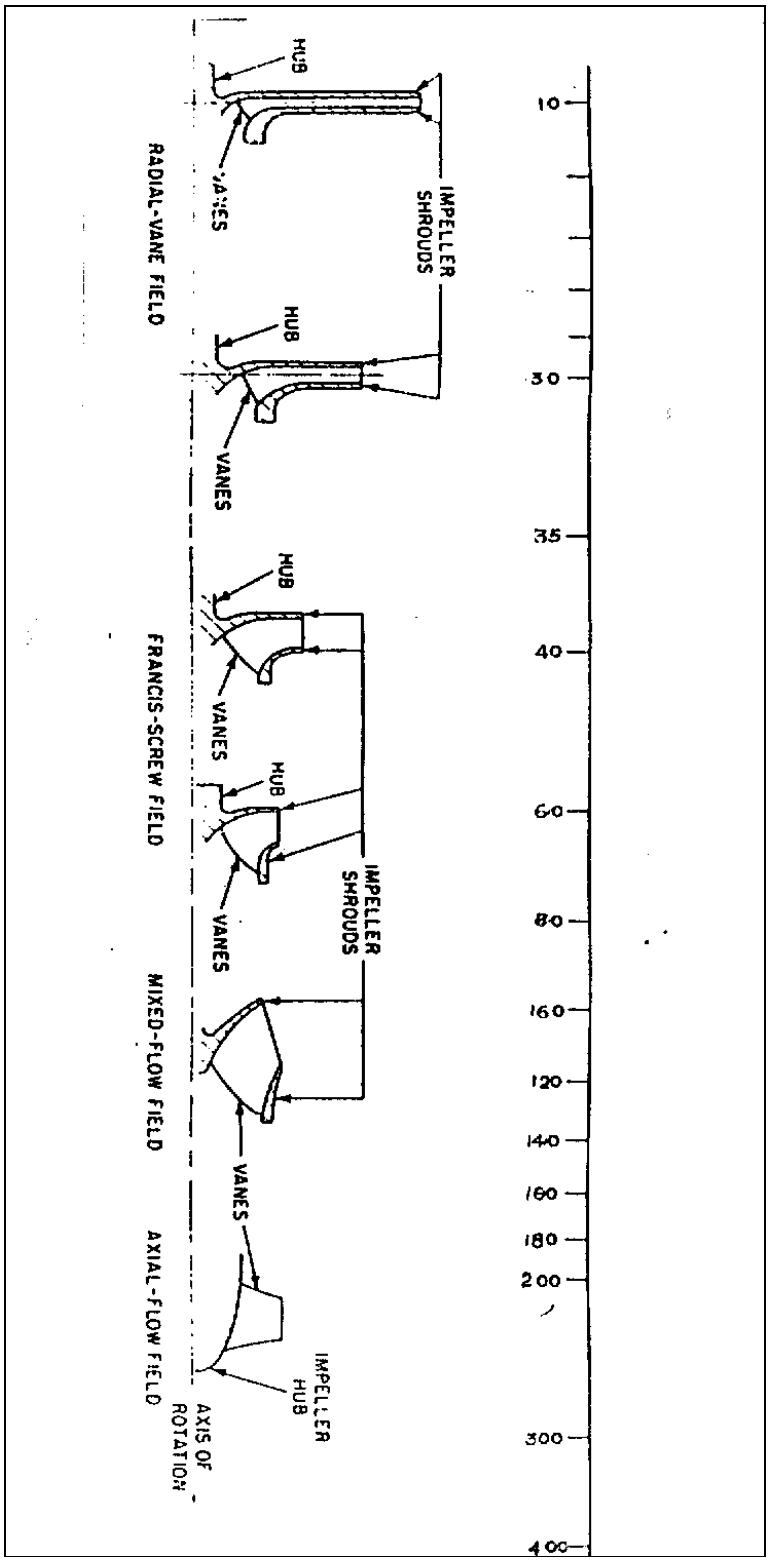
٨٠-١٦٠ تكون المروحة ذات أنسياب مختلط Mixed flow

أكبر من ١٦٠ تكون المروحة محورية Axial

ويبين الشكل (٢-١٢) تغير شكل المروحه طبقا للحدود التقريبيه في مدى تغيير السرعه النوعيه وذلك للمراوح ذات السحب من جهه واحده End Suction ويمكن إحتساب نصف قيمة التصرف فى معادلة السرعة النوعية عند أستعمال مراوح ذات السحب المزدوج Double Suction كما يمكن تقسيم الرفع الكلى للطلمبة إلى مجموعة مراحل وذلك طبقاً لدراسة هيدروليكية.

٢-٢-٧ نوع معادن أجزاء الطلمبة والمواصفات الميكانيكية

يتم تحديد نوعية معدن مروحة الطلمبة وملحقاته طبقا" لنوعية وطبيعة المياه المنقولة في حالة المياه العكرة الخالية من الرمال والمياه المرشحة ذات التأين الأيدروجينى المتعادل تستعمل المراوح وجلب حماية العامود وحلقات التأكل من البرونز الفسفورى. أما فى حالة المياه الجوفية ذات القلوية العالية أو الحمضية العالية فتستعمل المراوح ومستلزماتها من الصلب الذى لا يصدأ وفى حالة المياه التى تحتوى على رمال أو روبة عالية مسببة للبرى فتستعمل المراوح الحديد الزهر أوالمرن وحلقات التأكل من الصلب الغير قابل للصدأ وبصفة عامة فهناك مواصفات قياسية للطلمبات وملحقاتها والمواد المستخدمه في تصنيعها ويمكن الرجوع إليها وهي مكمله لما جاء في هذه الفقرة من متطلبات وفيما يلى بعض الجداول الأسترشادية المستخلصة من بعض المراجع الهندسية الخاصة بالطلمبات.



شكل (٢-١٢) تغيير شكل المروحه طبقا للحدود التقريبيه فى مدى تغيير السرعه النوعيه

جدول (٢-٤) اختيار مادة الصنع لـ (Volute Casing Pump)

Part	Fresh water (40–250°)	Seawater		Boiler feed			Sewage (40–90°)	Mine water (40–90°)	Condensate (90–120°)
		40–80°	>80°	250°	350°	>350°			
Impeller:									
Cast iron	...	...	...	...	...	...	1		
Bronze	1	1	...	1	...	...	...	...	1
400 series stainless steel	...	...	...	2	1	1	2	...	2
300 series stainless steel	...	2	1	...	...	...	...	2	
Ni resist	...	1	...	...	...	...	...	1	
Casing:									
Cast iron	1	1	...	1	...	...	1	...	1
Bronze	...	2	2						
400 series stainless steel	...	...	...	2	1	1	...	...	2
300 series stainless steel	...	...	...	...	...	...	...	2	
Ni resist	...	2	1	...	...	...	...	1	
Wearing rings:									
Bronze	1	1	...	1	...	...	...	...	1
400 series stainless steel	2	...	...	2	1	1	1	...	2
300 series stainless steel	...	2	1	...	...	...	...	1	
Monel	...	...	2	...	...	...	...	2	
Shaft:									
Steel	1	...	...	1	...	...	1	...	1
400 series stainless steel	...	...	...	2	1	1	2	1	2
300 series stainless steel	...	1	1	...	...	...	...	2	
Monel	...	2	2						

جدول (٢-٥) اختيار مادة الصنع لـ (Volute Casing Pump)

TURBOPUMPS

Material Selection Chart, Volute Casing Pump

1 Most economical to give acceptable service

2 Extended life at additional cost

PART	Fresh water	Sea Water		Boiler feed			Sewage	Mine water	Condensate
	5-120 °	5 - 45 °	>45	120 °	175 °	>175	5 - 25 °	5 - 25 °	25 - 50 °
Impeller									
Cast iron							1		
Bronze	1	1		1					1
400 series st. st.				2	1	1	2		2
300 series st. st.		2	1					2	
Ni resist		1						1	
Casing									
Cast iron	1	1		1			1		1
Bronze		2	2						
400 series st. st.				2	1	1			2
300 series st. st.								2	
Ni resist		2	1					1	
Wear rings									
Bronze	1	1							1
400 series st. st.	2			2	1	1	1		2
300 series st. st.		2	1					1	
Ni resist			2					2	
Shaft									
Steel	1			1			1		1
400 series st. st.				2	1	1	2	1	2
300 series st. st.		1	1					2	
Monel		2	2						

6

جدول (٢-٦) اختيار مادة الصنع لـ(Wet- Pit diffuser pump)

TURBOPUMPS Material Selection Chart, Wet-Pit Diffuser Pumps

1	Most economical to give acceptable service
2	Extended life at additional cost

PART	Fresh water	Sea Water		Mine water	Condensate
	5-120 °	5 - 45 °	>45	5 - 25 °	25 - 50 °
Impeller					
Cast iron					
Bronze	1	1			1
400 series st. st.					2
300 series st. st.		2	1	2	
Ni resist		1		1	
Diffuser					
Cast iron	1				1
Bronze		2		1	
400 series st. st.					2
300 series st. st.		2	2	2	
Ni resist	2	1	1	1	
Elbow &column					
Steel	1				1
Cast iron		1			
Monel		2	1	1	
Wear rings					
Bronze	1	1			1
400 series st. st.	2				2
300 series st. st.		2	1	1	
Ni resist			2	2	
Shaft					
400 series st. st.	1				1
300 series st. st.		1	1	1	
Monel		2	2	2	

جدول (٢-٧) اختيار مادة الصنع لـ (Reciprocating Pump)

Material Selection Chart, Reciprocating Pumps

1 Most economical to give acceptable service

2 Extended life at additional cost

PART	Fresh water	Sea Water		Water flood	Brines	Oil	Boiler feed
	120 °	5 - 50 °	>50 °	50 °	5 - 50 °	120 °	175 °
Valve service							
Steel	1			1		1	1
Bronze	1	1	1	1	1	1	1
400 series st. st.	2			2		2	2
300 series st. st.		2	2	2	2	2	
Ni resist		2	2	2	2	1	
Cylinder							
Cast iron	1	1		1	1	1	1
Bronze	1	1	1	1	1		1
Steel	2			1		2	1
400 series st. st.				2			2
300 series st. st.		2	1	2	2		
Aluminum-bronze		2	2	2	2		
Plungers							
Steel						1	
400 series st. st.	1			1		1	1
300 series st. st.		1	1	1	1		
Hard-faced st. st.	2	2	2	2	2	2	2

جدول (٢-٨) اختيار مادة الصنع لـ (Compared to the Coupled Metal)

Combinations to Be Avoided When the Area of the Metal Considered is Small as Compared with the Coupled Metal							
	Coupled metal						
Metal considered	Steel	Cast iron	Bronze	400 series st. st.	300 series st. st.	Monel
Steel						
Cast iron						
Bronze						
400 series st. st.						
300 series st. st.						
Monel						

جدول (٢-٩) أختيار مادة صنع لـ (Equal to the Coupled Metals)

Cmbinations to Be Avoided When the Area of the Metal Considered is Equal to the Coupled Metal

Metal considered	Coupled metal					
	Steel	Cast iron	Bronze	400 series st. st.	300 series st. st.	Monel
Steel			■	■	■	■
Cast iron			■	■	■	■
Bronze						
400 series st. st.					■	■
300 series st. st.			■			
Monel						

٢-٢-٨ منحنى أداء الطلمبة (Pump Characteristic Curve)

عند سرعة ثابتة للطلمبات الطاردة المركزية فإن تصرف الطلمبة Q, يزداد كلما نقص الرفع H والعكس. وعلى ذلك فإن هذه الطلمبات لها خاصية الضبط الذاتى للسعة (Self–regulating) وتعتمد القدرة الداخلة P وبالتالى الكفاءة η وضغط السحب الموجب الصافى المطلوب NPSH req على السعة.

ويتم تمثيل العلاقة التى تربط جميع هذه المتغيرات على ما يعرف بمنحنى الاداء. بالنسبة التصرفات المضخة

يتقدم صانعو الطلمبات بمنحنيات خواص متعددة لكل طلمبة على حده لكون أن جسم الطلمبة يمكنة أستيعاب مراوح ذات أقطار مختلفة تؤثر فى التصرف والرفع الكلى العلاقة التقريبية بين كل منهم وقطر المروحة كالاتى:

التصرفات تتناسب طرديا مع مربع القطر والرفع المانومترى يتناسب مع مربع القطر طرديا

$$Q \alpha D^2 \text{ ، } H \alpha D^2$$

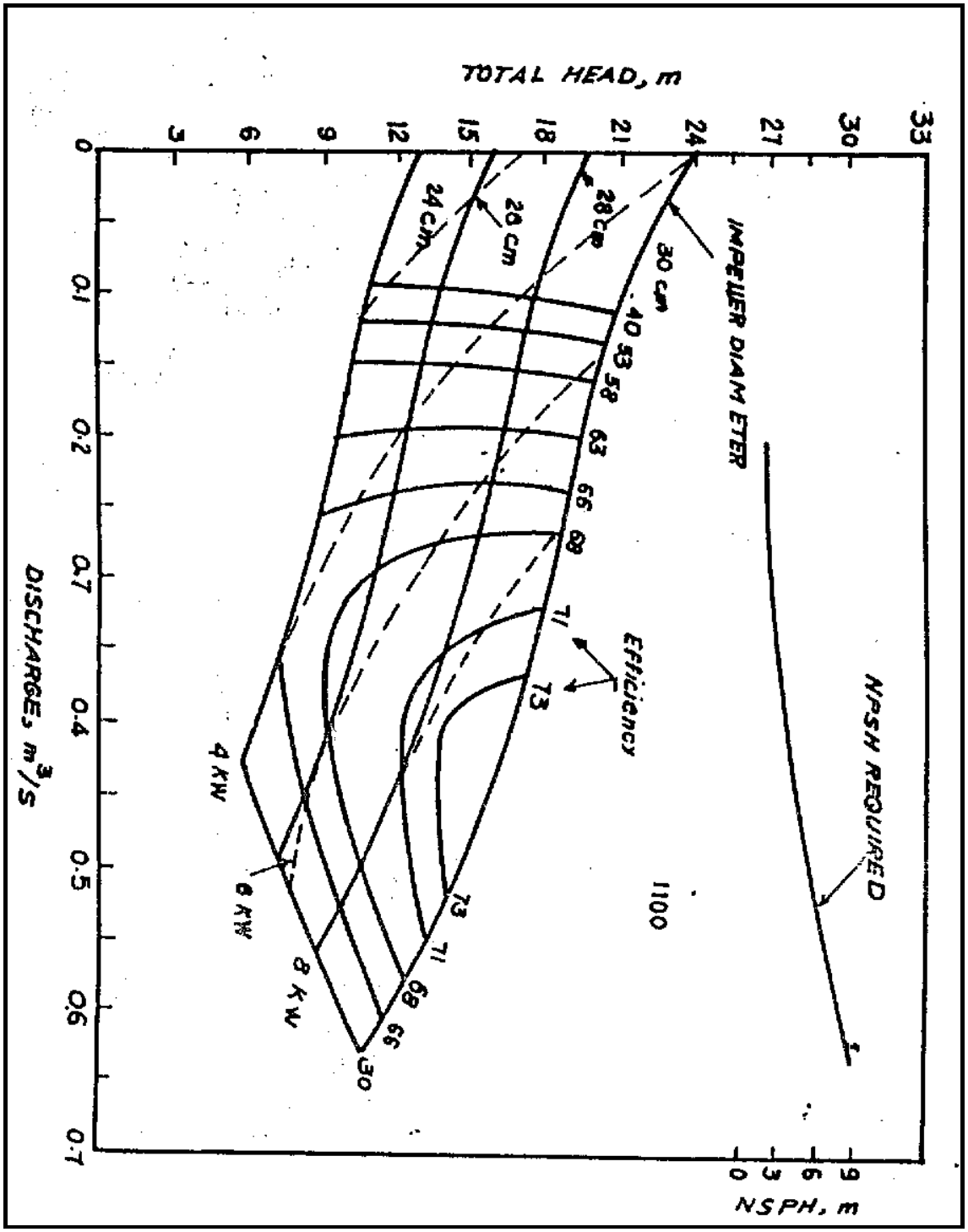
كما توجد علاقة وثيقة بين كل من التصرف والرفع الكلى والقدرة مع سرعة المروحة كالآتى :

التصرفQ تناسب طرديا مع السرعة N

الرفع المانومترى H يتناسب مع مربع السرعة N^2

القدرة P تتناسب طرديا مع مكعب السرعة N^3

الشكل رقم (٢-١٣) يوضح منحنيات الخواص للطلمبات الطاردة المركزية لأقطار مختلفة من المراوح.



شكل (٢-١٣) منحنيات الخواص للطلمبات الطاردة المركزية لمراوح ذات أقطار مختلفة

يتوقف شكل منحنى الأداء على:

أ- نوع الطلمبة (المروحة – الغلاف الحلزونى للطلمبة).

ب- ضغط السحب الموجب الصافى- سماحات التصنيع- السعة- الخواص الطبيعة للسائل المرفوع (اللزوجة).

ج- إنحناء المنحنيات تبعا للسرعة النوعية لأنواع مخلتفه من المراوح كالآتى :

- بزيادة السرعة النوعية فان ميل منحنى Q-H يصبح أكثر أنحدارا" "Steep" بينما يصبح منحني الكفاءة حادا" Peaky والقدرة تكون نهاية عظمي عند نقطة القفل Shut –off.
- بانخفاض السرعة النوعية فأن ميل منحنى الكفاءة يصبح مسطحا "Flat" ويصبح منحنى القدرة أقل ما يمكن عند نقطة القفل Q = 0.

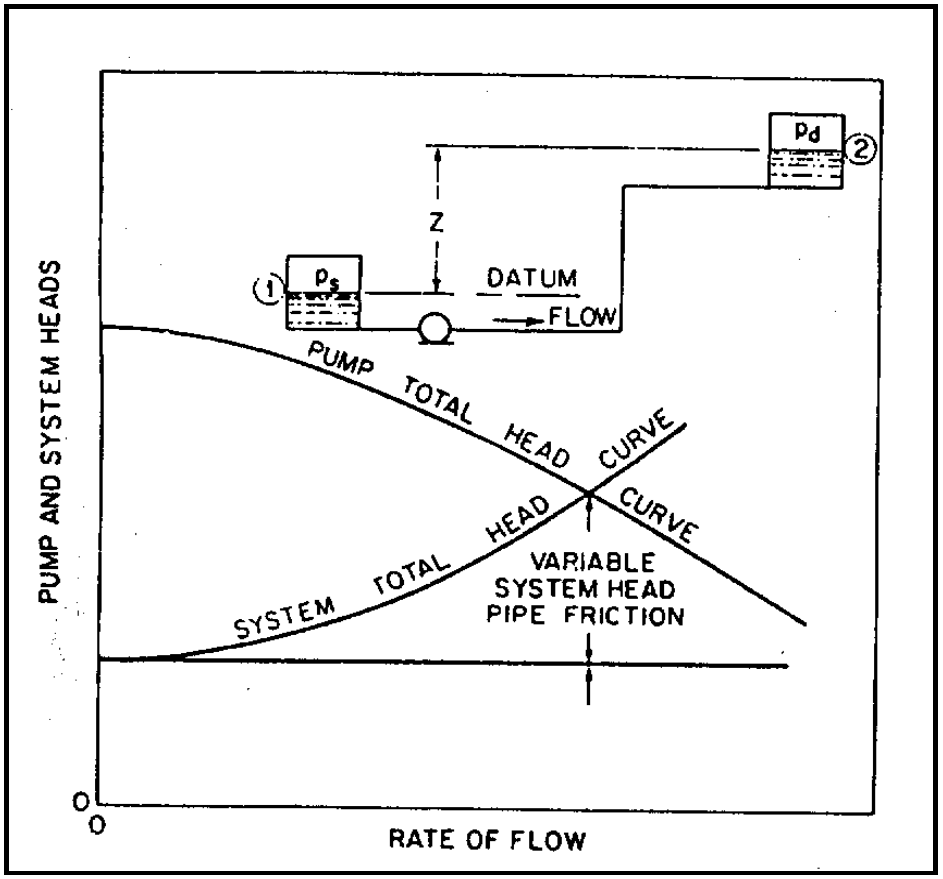
٢-٢-٩ منحنى أداء المنظومة (System Head Curve)

- تتكون المنظومة "System" التي تعمل بها الطلمبات من المواسير وملحقاتها والمحابس المختلفة ويمكن أن يضاف إليها قنوات مفتوحة وهدارات كما يمكن أن تتضمن أجهزة قياس ومعدات تعمل بالسوائل وخزانات... إلخ.
- يتم رسم منحنى أداء المنظومة على منحني Q-H كالآتي :
- تبين نقطة بداية منحني أداء المنظومة مدى أختلاف المناسيب الإستاتيكية (بين منسوب المياه فى بيارة المأخذ وأعلى منسوب بالخزانات المستقبلة للسائل المرفوع).
- ويبدأ حساب فواقد الاحتكاك فى المواسير وجميع الفواقد الثانوية فى المنظومة تبعا" للتصرفات المختلفة من أقل تصرف للطلمبات إلى أقصي تصرف تتحمله المنطومة, وتوضع النقط المختلفة التى ترسم منحنى الأداء.
- الشكل رقم (٢-١٤) يوضح منحنى أداء المنظومة المكونة من خزان السحب (١) وخزان الإستقبال (٢) وطلمبة وخط المواسير بينهم وتقاطعه مع منحنى أداء الطلمبة.
- فى حالة تواجد إختلاف فى منسوب المياه فى بيارة المأخذ (السحب) فيجب تخطيط منحنى أداء المنظومة عند أدنى وآخر عند أعلا منسوب للمياة بالبيارة.
- والشكل رقم (٢-١٥) يوضح منحنيات الأداء للمنظومة عند أدنى وأقصى منسوب للمياه فى البيارة وتقاطعها مع منحنى أداء الطلمبة.

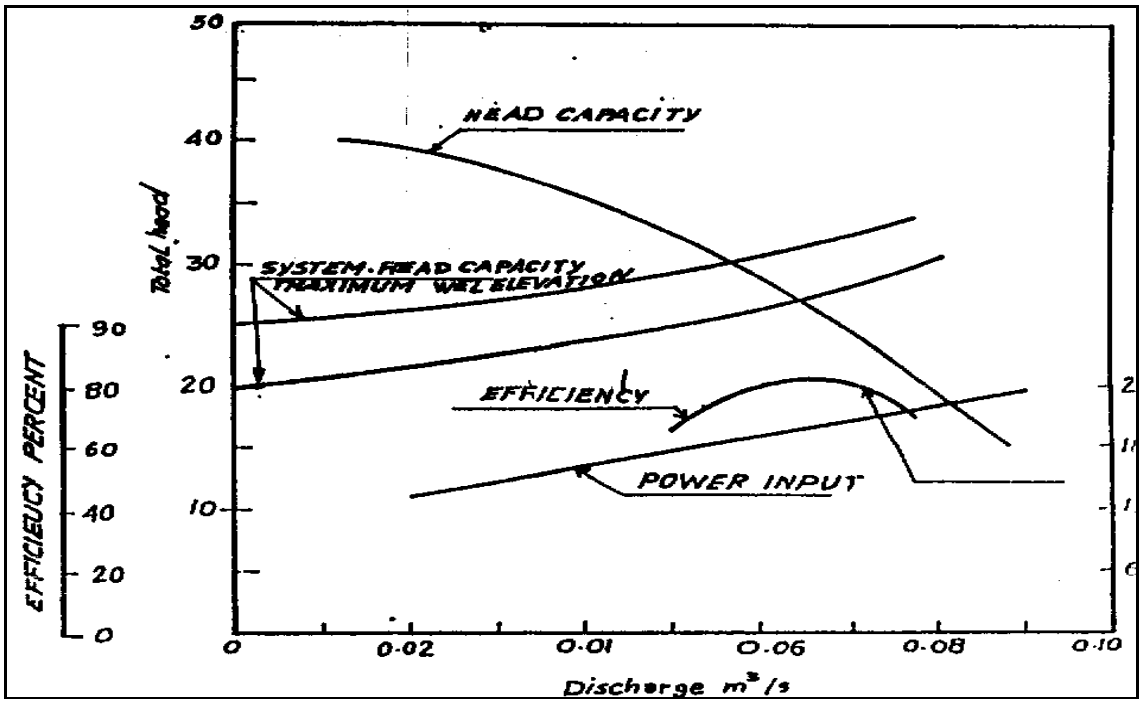
٢-٢-١٠ نقطة التشغيل (Duty Operating Point)

يتحدد لكل طلمبة نقطة تشغيل B وهى نقطة التقاطع بين منحني الطلمبة (Q-H curve) ومنحنى المنظومة (الماسورة) HA الشكل (٢-١٦) ولا تتغير هذه النقطة (وبالتالى التصرف Q والرفع H)للطلمبة إلا إذا تغييرت سرعة دوران الطلمبة Nأو قطر المروحة D أوبتغيير منحني المنظومة.

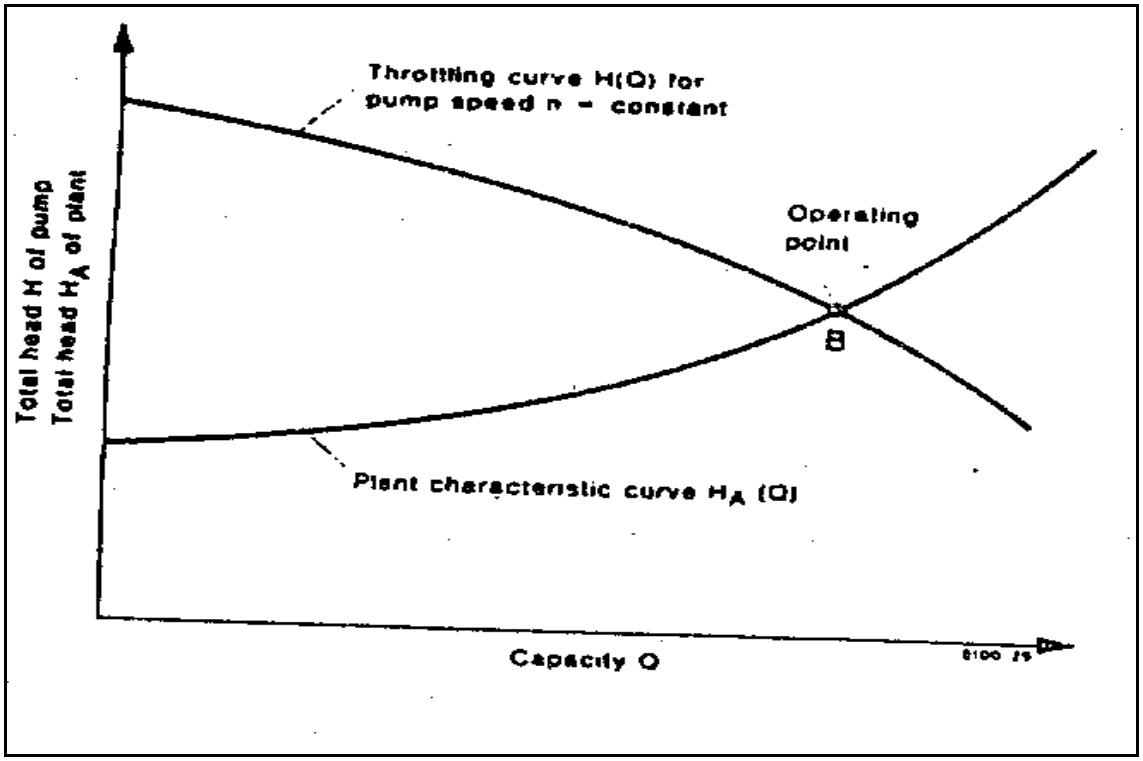
كما يوضح الشكل رقم (٢-١٨) منحنى أداء المنظومة الموضحة بالشكل رقم (٢-١٧) والمكون من خزان السحب والطلمبة وخط مواسير رئيسي D والخطوط الفرعية C, B, A تنتهي كل منها بخزان أستقبال وتقاطعة مع منحني أداء الطلمبة.



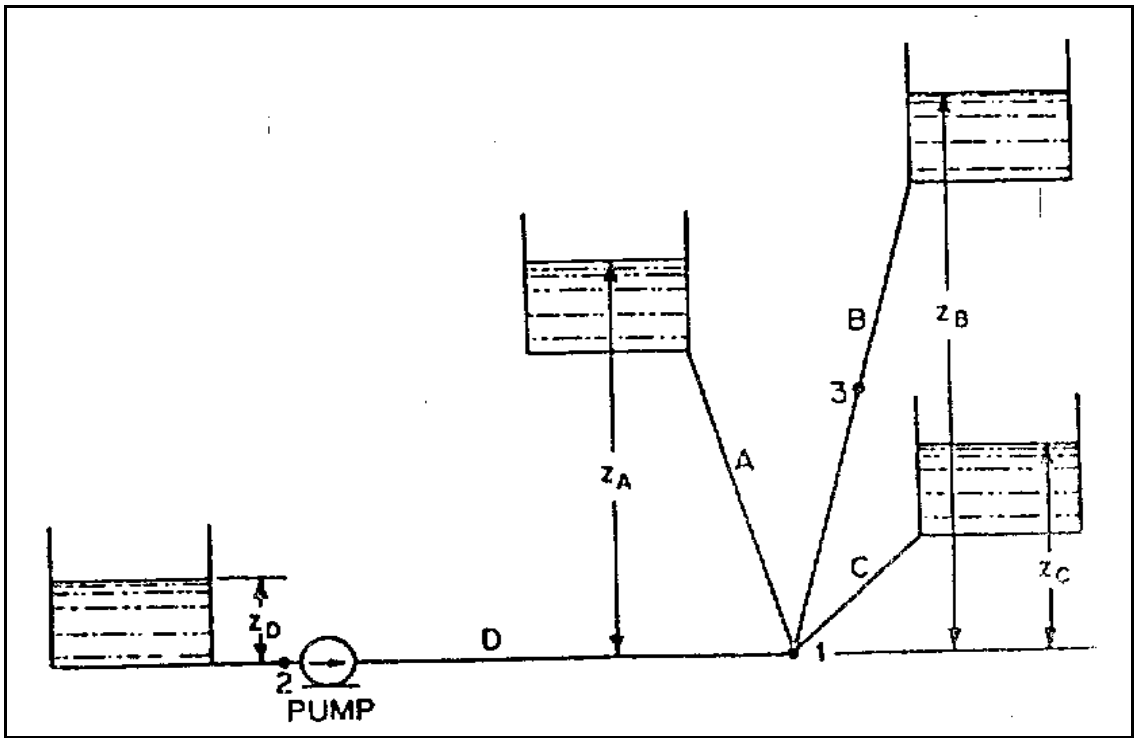
الشكل (٢-١٤) منحني أداء النظام المكون من خزان سحب وخزان استقبال وطلمبة وخط مواسير بينهم



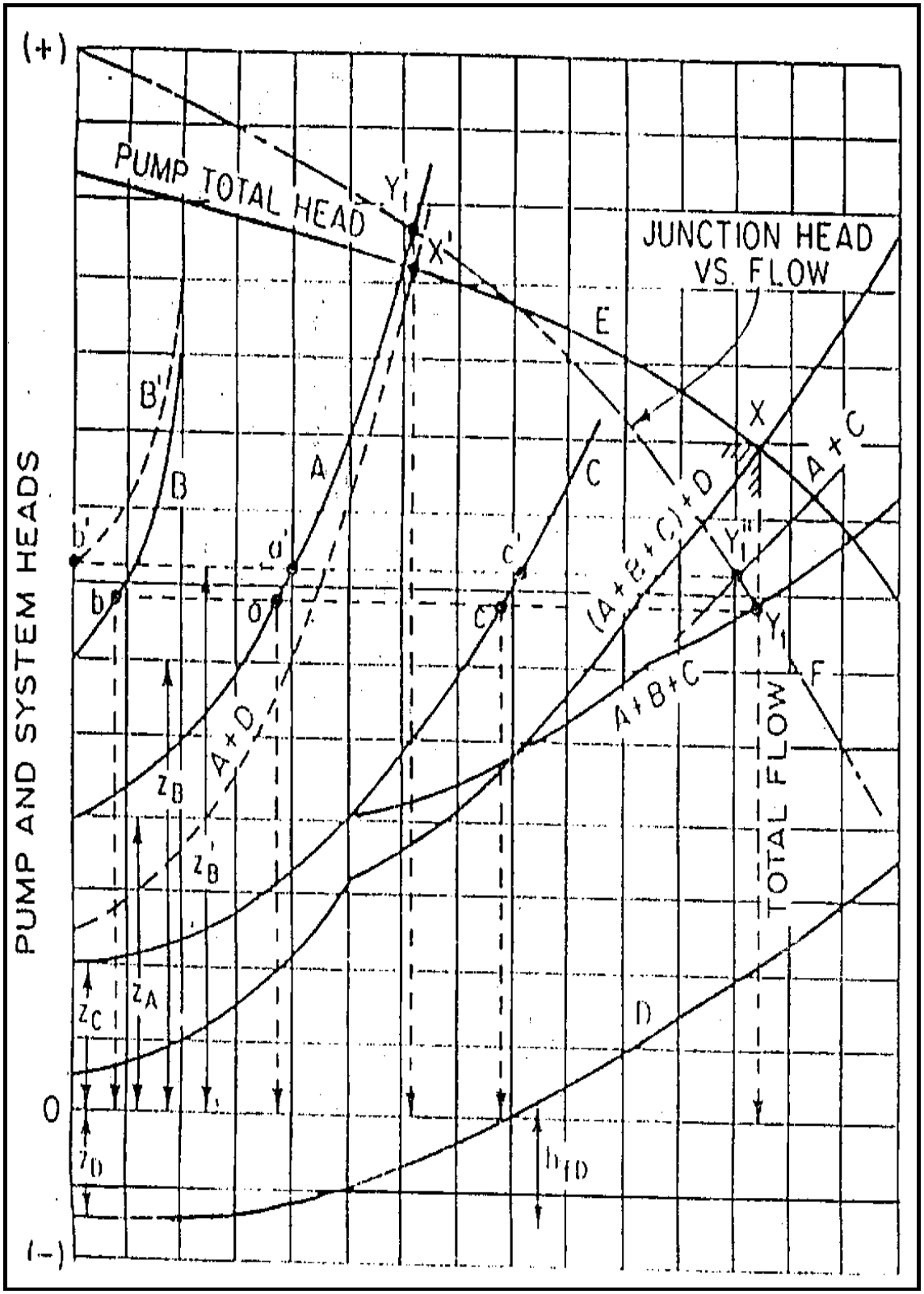
الشكل (٢-١٥) منحنيات الأداء للمنظومة عند أدني وأقصي منسوب للمياه وتقاطعها مع منحني أداء الطلمبة



الشكل (٢-١٦) نقطة تقاطع منحني أداء النظام مع منحني أداء المضخة



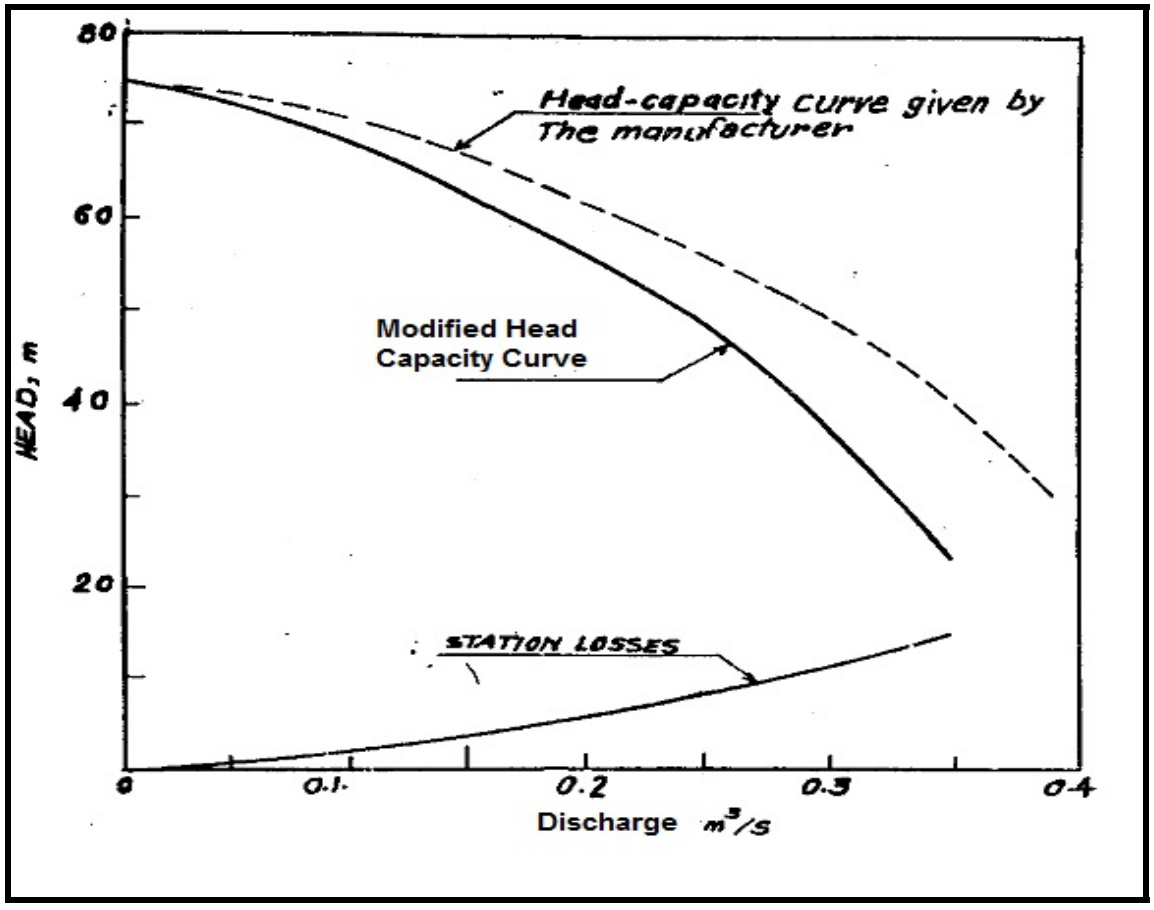
الشكل (٢-١٧) نظام مكون من خزان سحب وخط مواسير رئيسي وخطوط فرعية مختلفة وكل منها ينتهي بخزان استقبال



الشكل (٢-١٨) منحني أداء المنظومة الموضحة في شكل (٢-١٧)

٢-٢-١١ منحنى الأداء المعدل

عند تصميم محطة طلمبات مكونة من عدة طلمبات للتشغيل على التوازى فسوف يشترك تصرف الطلمبات فى تجميع مشترك "Common Header"و ماسورة ضغط رئيسية "Force Main" وبالتالى فإنه يلزم إعادة رسم منحني الأداء للطلمبة بطرح فواقد الضغط فى السحب والطرد لكل طلمبة عند كل معدل تصرف ويعتبر هذا المنحنى هو المنحني المعدل للأداء. الشكل رقم (٢-١٩) ومنحني الأداء التجميعي المعدل بإستخدام المنحنيات المعدلة لكل طلمبة وتكون نقطة تقاطع منحنى الأداء التجميعي المعدل مع منحني أداء المنظومة هى المبينة للتصرف الكلى والرفع الكلى لمجموعة الطلمبات العاملة.



شكل (٢-١٩) المنحنى المعدل للأداء

٢-٢-١٢ التشغيل التجميعي للطلمبات (Pump Combinations)

يمكن توصيل مجموعات من الطلمبات لتعمل معا بالتوازى أو بالتوالي:

فى حالة التشغيل على التوازى يكون الرفع ثابت والتصرف هو مجموع تصرف الطلمبات كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢٠).

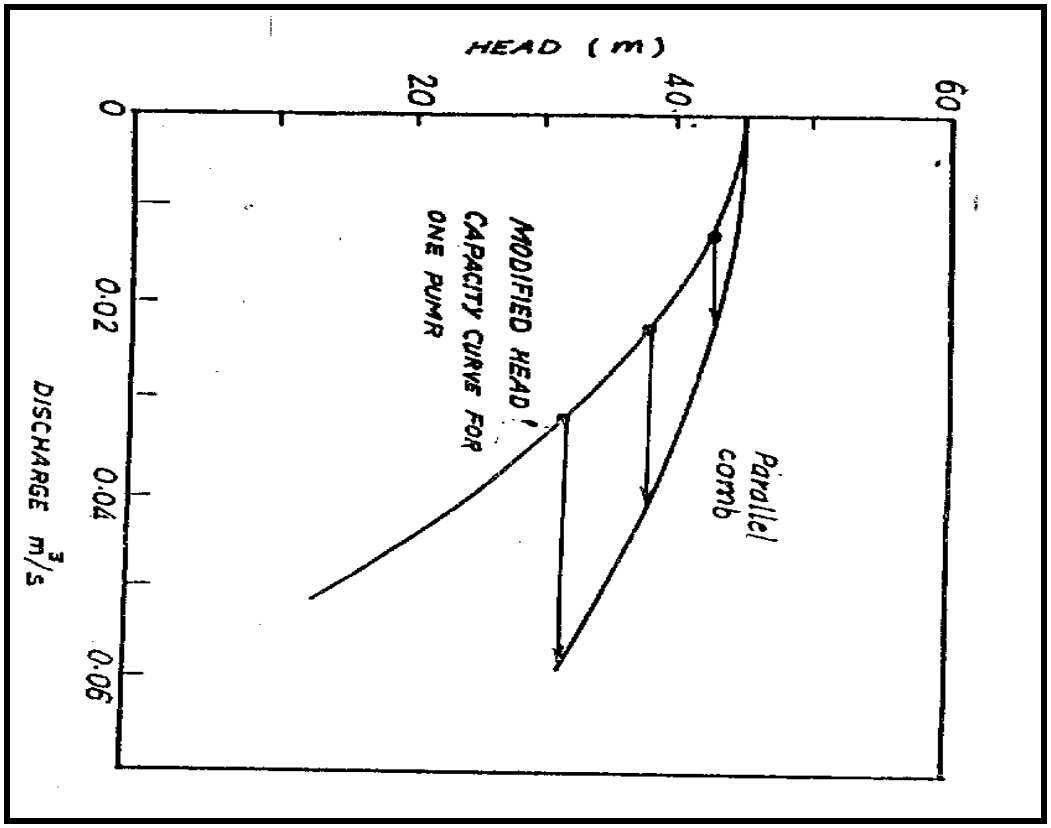
H = H1 = H2 = H3= …….
Q = Q1 + Q 2 + Q 3 = ……..etc.

أما فى حالة التشغيل على التوالي فيكون التصرف ثابت والرفع هو مجموع رفع الطلمبات كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٢١).

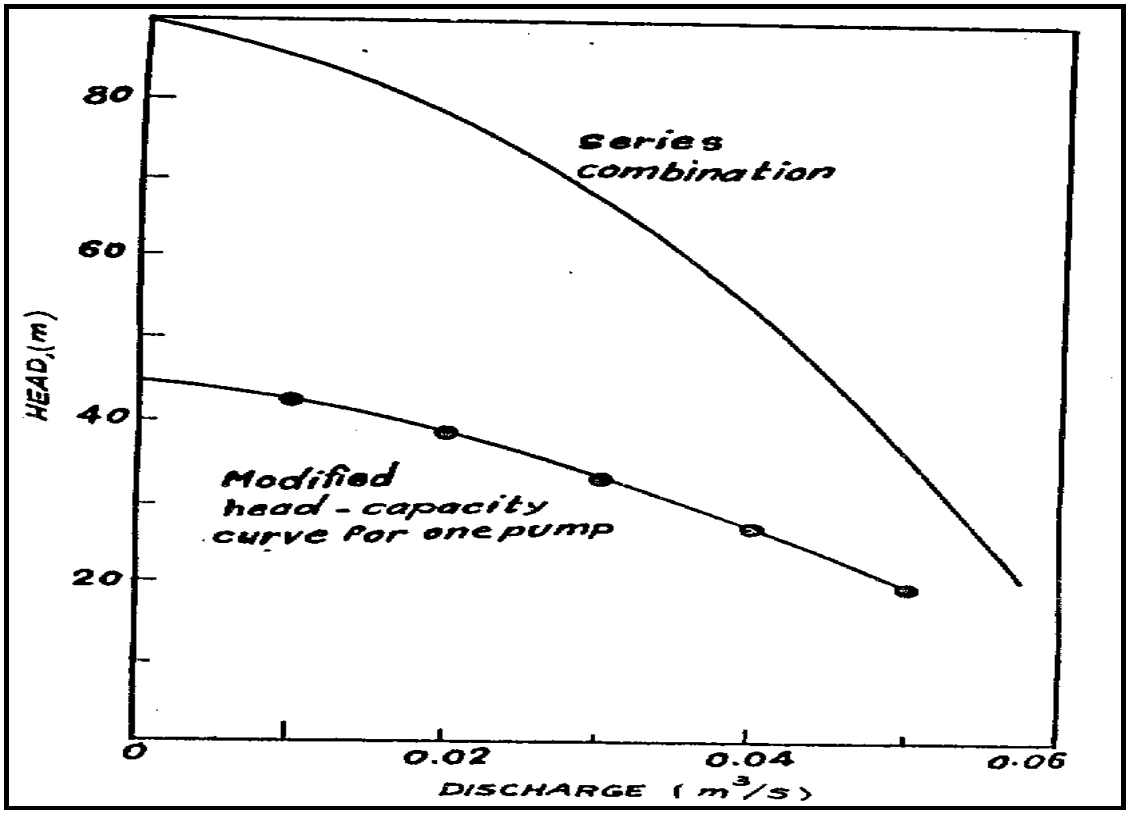
Q = Q1 =Q 2 = Q 3 = ……..
H = H1 + H2 + H 3 = ……. Etc.

اما فى حالة الاختلاف فى الـ Q أو الـ H للطلمبات فإن:

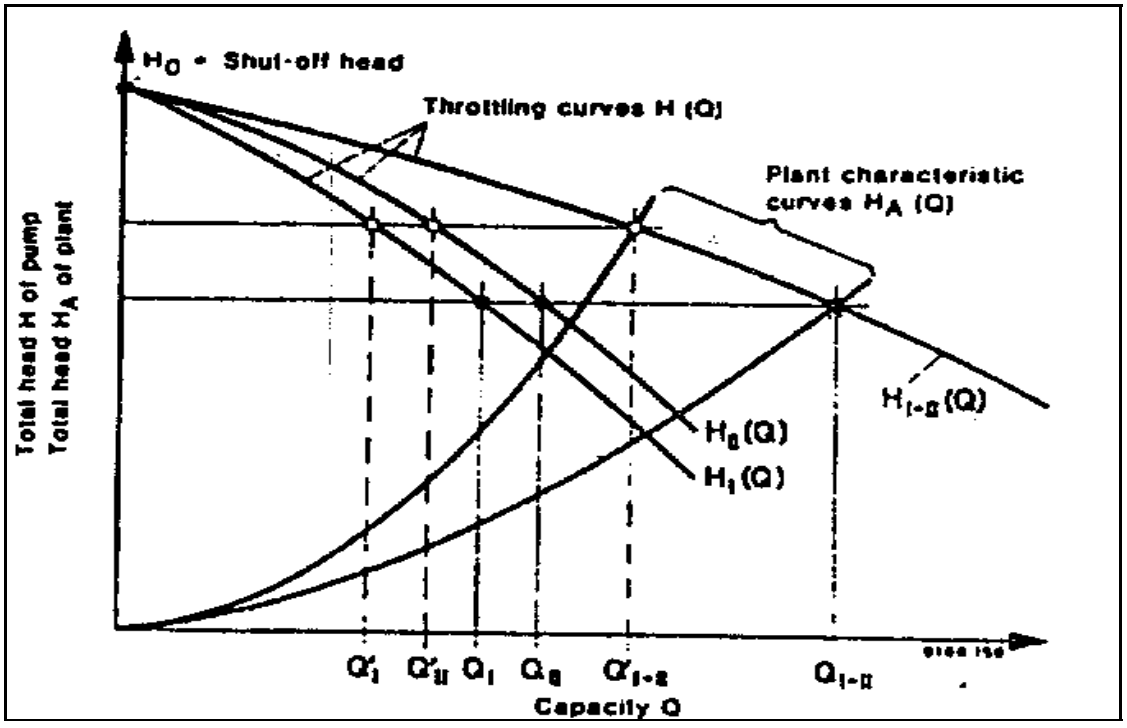
الشكل رقم (٢-٢١ أ) يوضح منحنيات أداء طلمبتين منفردتين ومجتمعتين على التوازى ونقط تقاطعهما مع منحنيات أداء نظام مواسير المحطة (منحنيات اختناق مستقر).



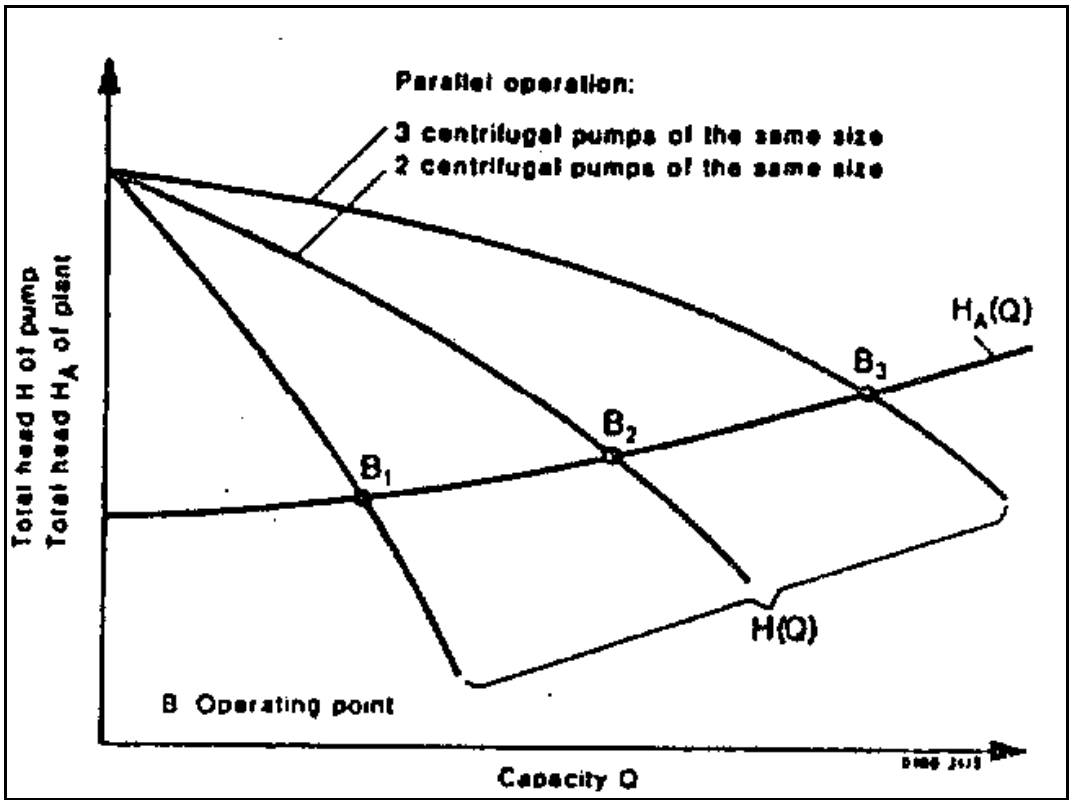
شكل (٢-٢٠) منحنيات تشغيل الطلمبات علي التوازي



شكل (٢-٢١) منحني تشغيل الطلمبات علي التوالي



شكل (٢-٢١أ) منحني تشغيل طلمبتين علي التوازي مجتمعين



شكل (٢-٢١ب) منحني أداء ثلاث طلمبات متماثلين علي التوازي

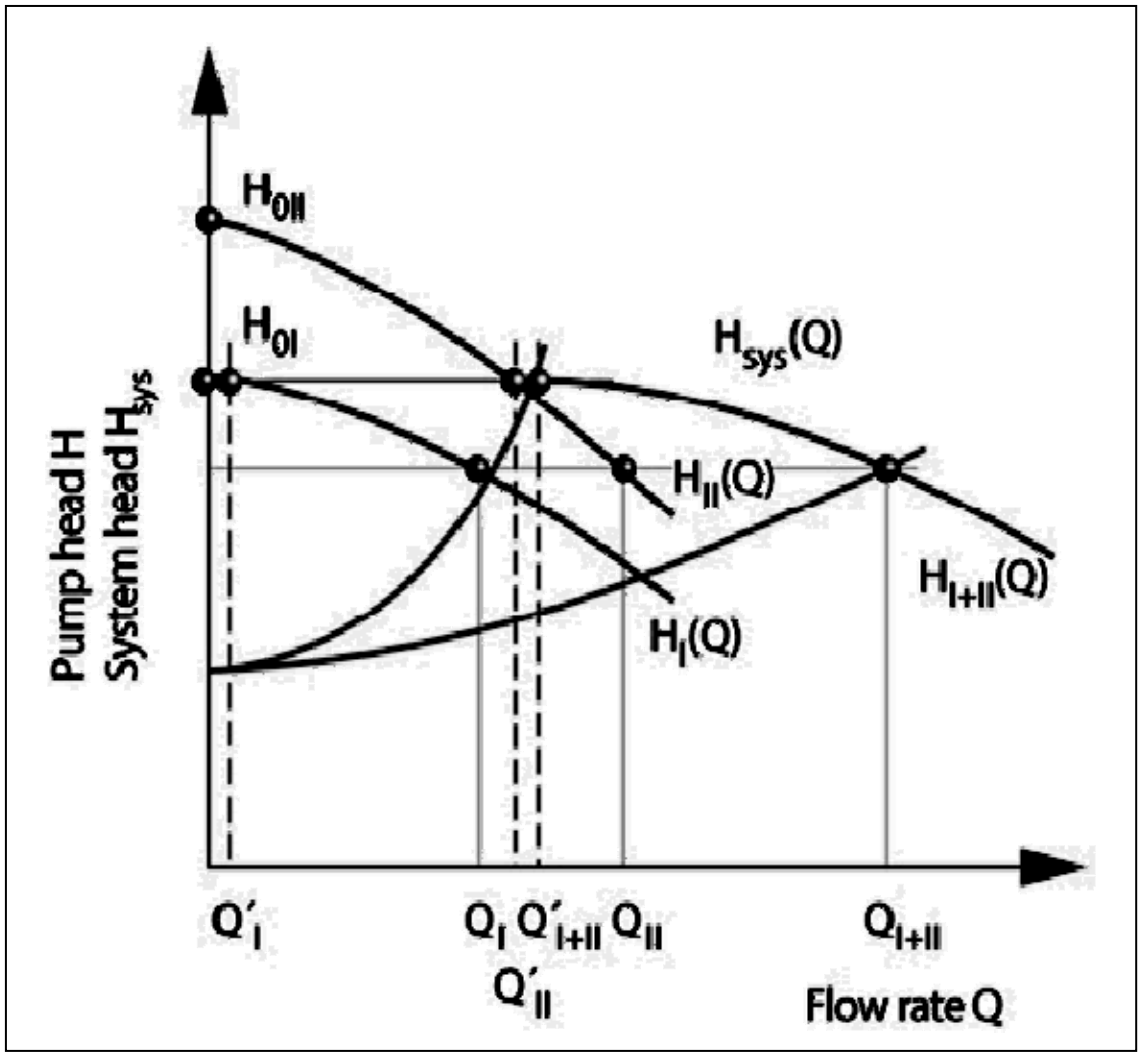
- والشكل رقم (٢ – ٢١ب) يوضح منحني أداء لثلاث طلمبات متساوية مجتمعة على التوازي ومنحنيات أدائهم.
- والشكل رقم (٢-٢٢) يوضح منحنيات أداء طلمبتين منفردتين ومجتمعة على التوازي ونقط تقاطعهم مع منحنيات أداء نظام المواسير (نقطة القفل لكل منهما مختلف).
- والشكل رقم (٢-٢٣) يوضح منحنيات أداء طلمبتين منفردتين ومجتمعتين على التوازي ونقاط تقاطعهم على منحنيات أداء منظومة المواسير (منحنيات الأداء غير مستقرة وتساوى الرفع الكلي لكل منهما).
- والشكل رقم (٢-٢٤) يوضح نفس منحنيات أداء الطلمبتين المنفردتين ومجتمعتين على التوازي ونقاط تقاطعهم مع منحنيات أداء منظومة المواسير (منحنيات الأداء غير مستقرة ورفع كل منهما مختلف عن الآخر).

ملحوظة :

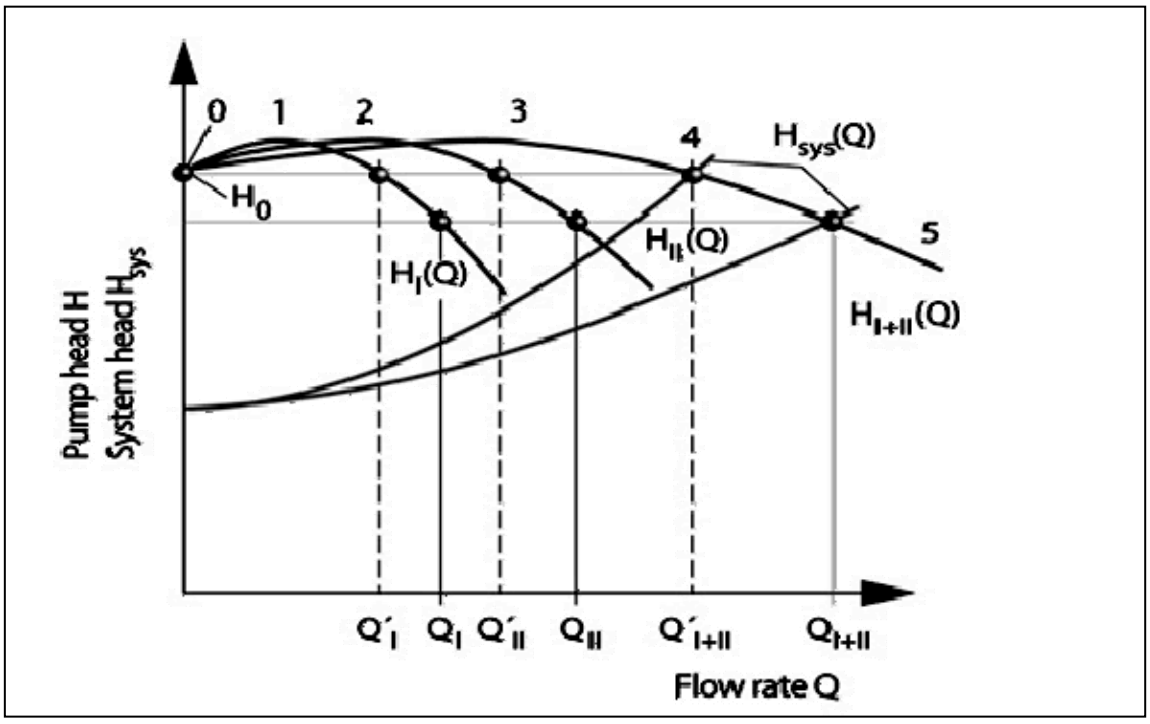
- فى الاشكال السابقة يتضح أنه:

- عند تقليل التصرف الكلى من (Q_{I+II}) إلى (Q_{I+II}) فإن تصرف كل طلمبة يقل أيضا" الى(Q'I) إلى Q'II) على منحنى كل منهما.

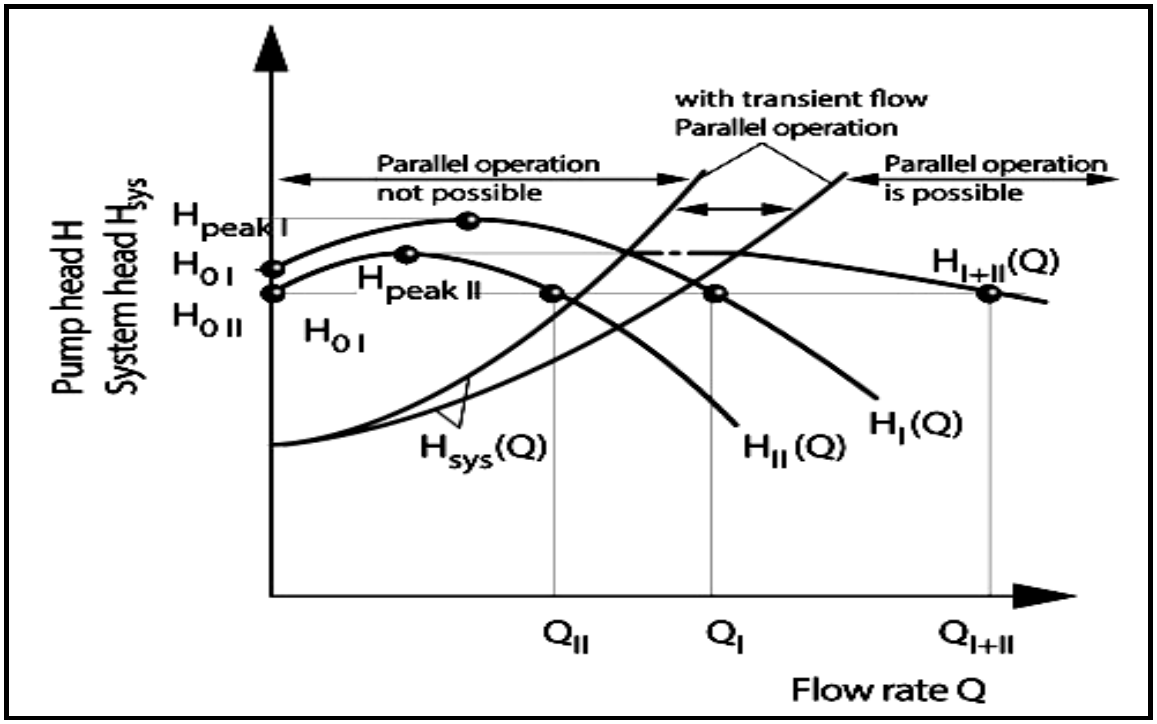
- الشكل رقم (٢-٢٥) يوضح منحنيات أداء طلمبتين منفردتين ومجتمعتين على التوالى ونقاط تقاطعهم مع منحنى أداء النظام ويلاحظ فى هذا الشكل أن الطلمبة رقم (٢) لا تعطى أى تصرف منفردة للمنظومة لكون أن أقصي رفع لها عند قفل محبس الطرد أقل من المناسيب الأستاتيكية للمنظومة.



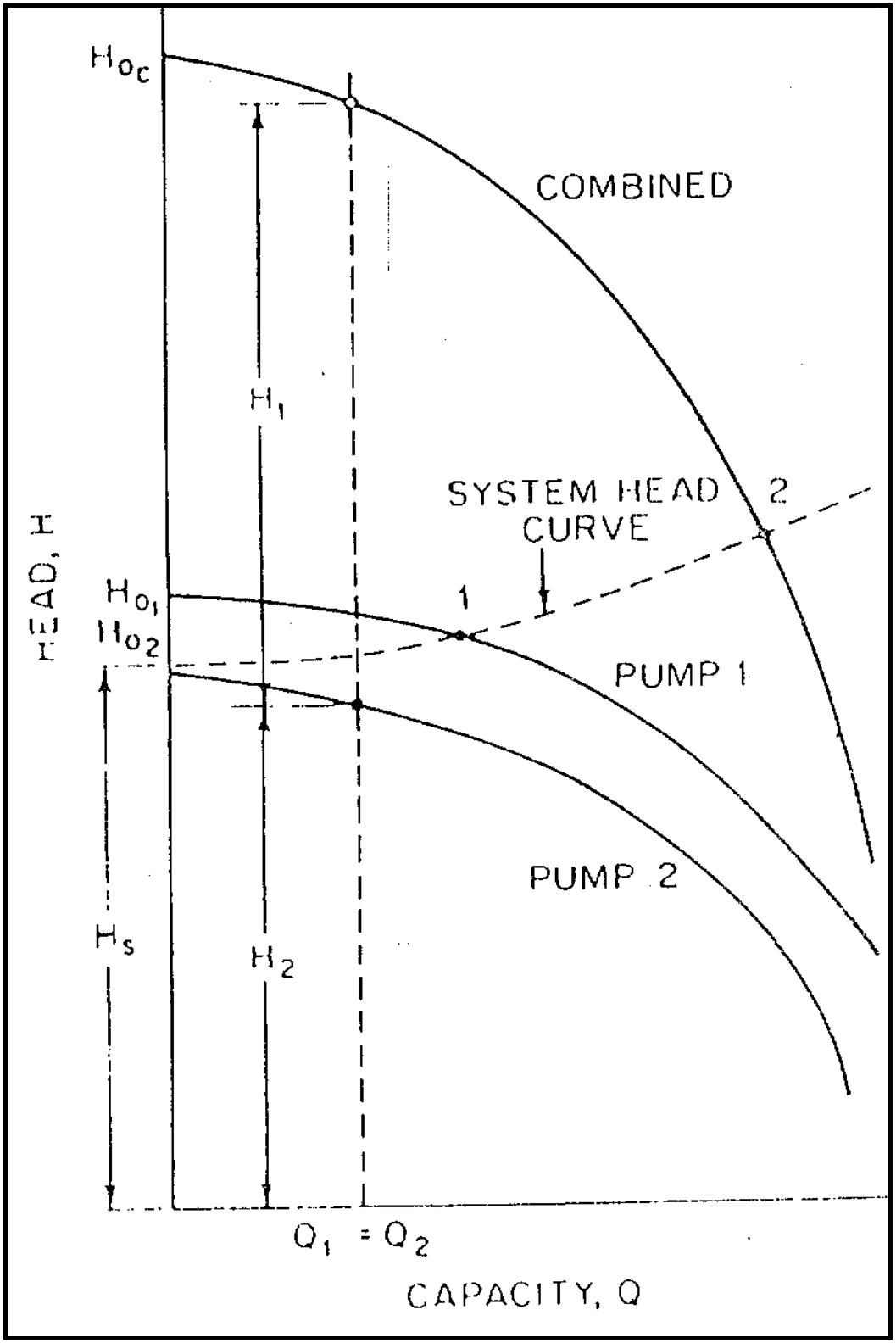
شكل (٢- ٢٢) منحنى أداء طلمبتين مختلفتين في الرفع منفردتين ومجتمعتين على التوازي نقطتي الغلق Shutt off لهما مختلفتين



شكل (٢-٢٣) منحنيات غير مستقرة لطلمبتين مختلفتين الخواص والرفع الأقصى واحد لكل منهما ومجتمعتين على التوازي



شكل (٢-٢٤) منحنيات أداء تجميع على التوازي لطلمبتين خواصها مختلفة ورفع كل طلمبة مختلفة عن الآخر



شكل (٢-٢٥) منحنيات أداء طلمبتين منفردتين ومجتمعتين على التوالي

٢-٢-١٣ القدرة (Power)

أ- القدرة المائية المستفادة من الطلمبة

$$\text{WaterH.p} = \frac{\gamma.\text{Q..H}}{75}$$

حيث :

Q : التصرف (لتر/ث)

H : الرفع الكلى (متر)

γ : الوزن النوعى للسائل (كجم/لتر)

H.P : القدرة بالحصان وتساوى ٧٥ كجم.متر/ث

ب- القدرة على عمود الإدارة (Shaft H.P)

$$\text{Shaft } (\text{H.P}) = \frac{\text{waterH.P}}{\eta_H}$$

حيث :

ηH : الكفاءة الهيدروليكية للطلمية تتراوح قيمتها بين ٥٥% إلى ٧٥%.

ج- القدرة الميكانيكية

$$\text{Mech. } (\text{H.P}) = \frac{\text{shaftH.P}}{\eta_m}$$

حيث :

ηm: الكفاءة الميكانيكية لنقل الحركة تتراوح قيمتها بين ٩٠% إلى ٩٥%.

د- القدرة الكهربائية

$$\text{Ind.Elect. H.P} = \frac{\text{Mech.H.P}}{\eta_{mot}} \times 0.746\text{KW}$$

حيث : Ind. = Indicating on switchboard

Mot η: كفاءة المحرك الكهربى وينبغى ألا تقل قيمتها عن ٩٠%.

0.746 لتحويل الوحدات من (حصان) إلى (كيلو وات).

٢-٢-١٤ الكفاءة Efficiency

$$\text{الكفاءة الكلية للطلمبة} = \frac{\text{القدرة المائية والمستفادة}}{\text{القدرة الكهربائية المطلوبة}}$$

$$\frac{\text{Water H.P}}{\text{Ind.Elec.H.P}} =$$

$$\frac{\text{Water H.P}}{(\text{Mech. H.P}/\eta_{mot})} =$$

$$\frac{\text{Water H.P}}{(\text{Shaft. H.P}/\eta_{m})/\eta_{mot}} =$$

$$\frac{\text{Water H.P}}{(\text{Water. H.P}/\eta_{H})/\eta_{m}/\eta_{mot}} =$$

$$\eta_{Total} = \eta_{mot} . \eta_{m} . \eta_{H}$$

- الكفاءة الكلية للطلمبات العاملة على التوالى

حيث :

ΣH = مجموع رفع الطلمبات بالمتر.

$$\eta_o = \frac{w. Q \Sigma H}{75 \Sigma P}$$

الكفاءة الكلية للطلمبات العاملة على التوازى

$$\eta_o = \frac{w. H \Sigma. Q}{75 \Sigma P}$$

حيث :

ΣQ = مجموع تصرفات الطلمبات (باللتر/ ثانية)

ΣP = مجموع القدرات المعطاه لكل الطلمبات (حصان)

٢-٢-١٥ التحكم فى الطلمبة (Control of Centrifugal Pump)

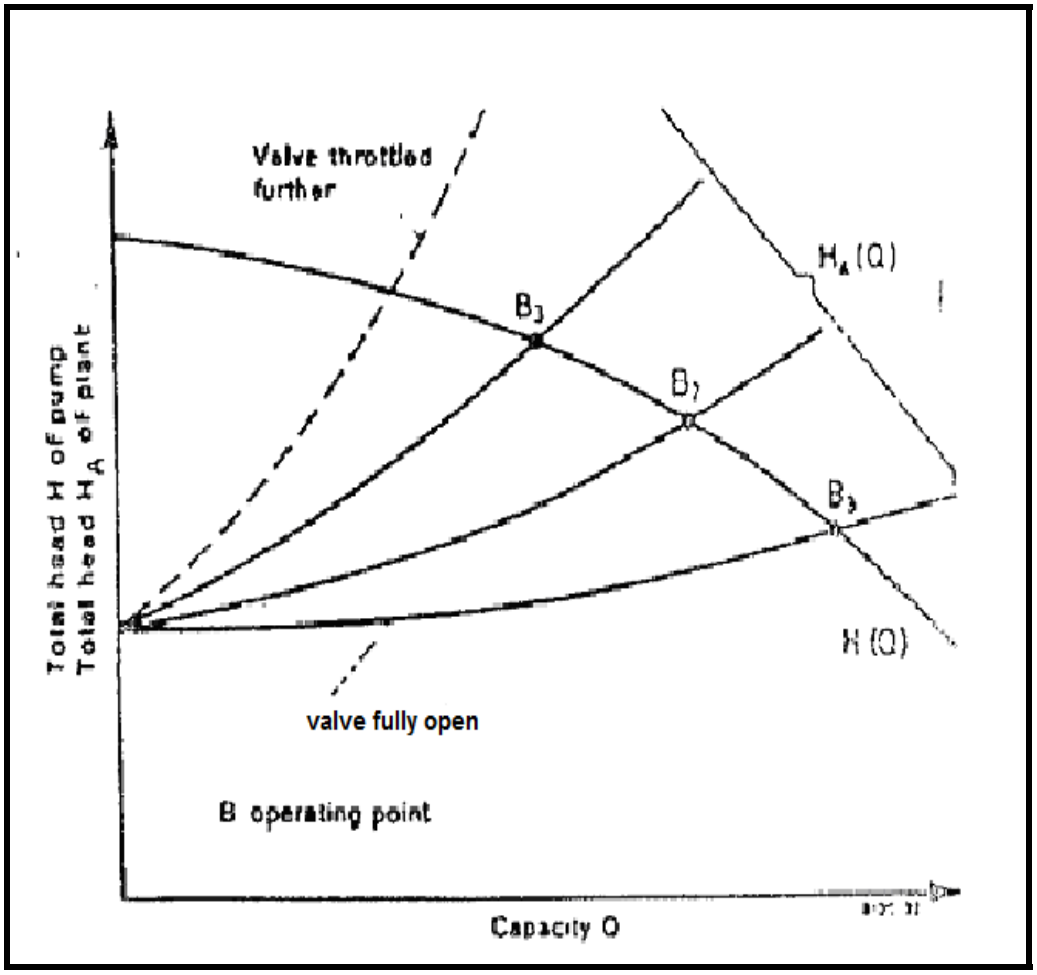
- من المعلوم أن الطلمبة والمنظومة هما عاملين رئيسيين فى تلبية متطلبات التصرف والرفع اللازمين من المحطة. ولتعديل التصرف والرفع يلزم التحكم فى أى منهما.
- فالتحكم فى المنظومة 'System' يتم بالتحكم فى مدي قفل محابس طرد المحطة الى الشبكة الخارجية والشكل (٢-٢٦) يوضح منحني أداء الطلمبة Q–H ومنحني المنظومة المختلفة المترتبة على التحكم فى درجة قفل محابس الطرد.
- والشكل رقم (٢-٢٧) يوضح تغيير نقطة التشغيل بتغيير سرعة الطلمبة.

أما التحكم فى الطلمبة فيتم بأحدي ثلاث طرق:

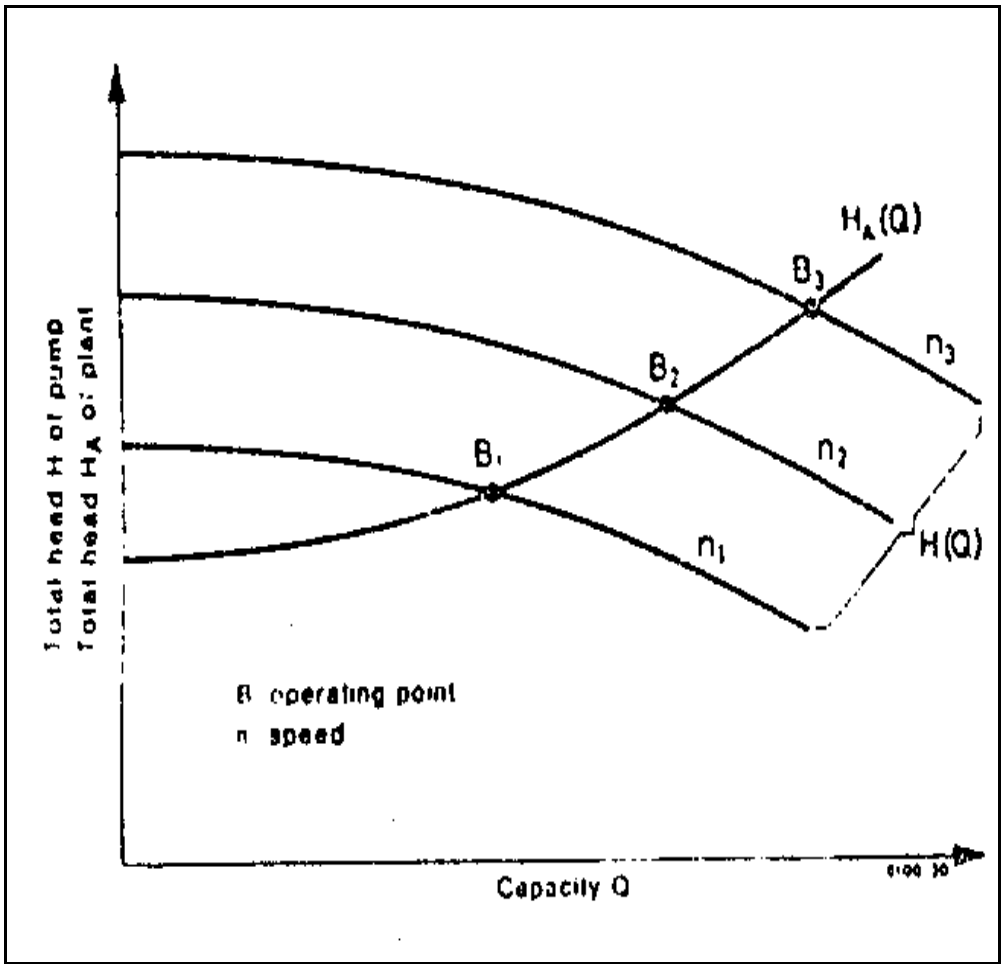
١ – بتغيير زاوية ميل ريشة المروحة (تتم عند المنتج Manufacturer)

٢ – بتعديل وضع المروحة على العمود أو إضافة غطاء حاكم الى مداخل الغلاف الحلزوني للطلمبة (عند المنتج).

٣ – بتقليل قطر المروحة بخرطها (الشائع استخدامها فى المحطات).

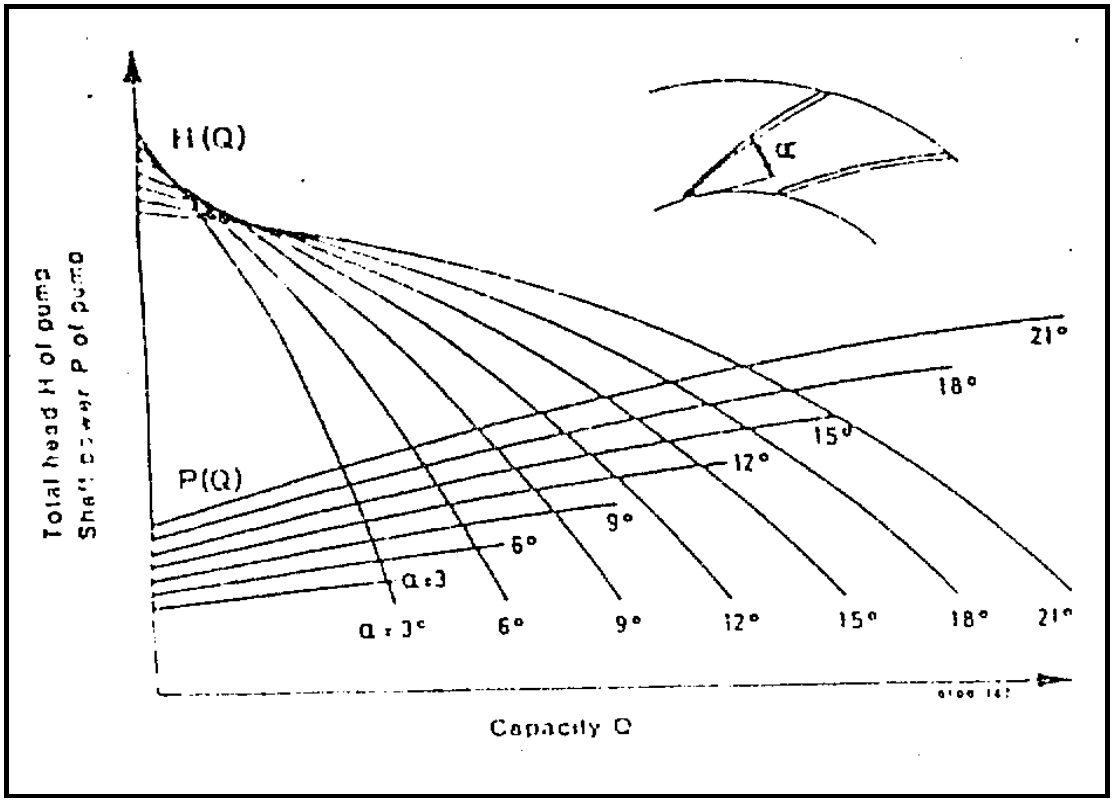


شكل (٢-٢٦) منحني أداء الطلمبة (Q–H) طبقا للتحكم في قفل محبس الطرد.

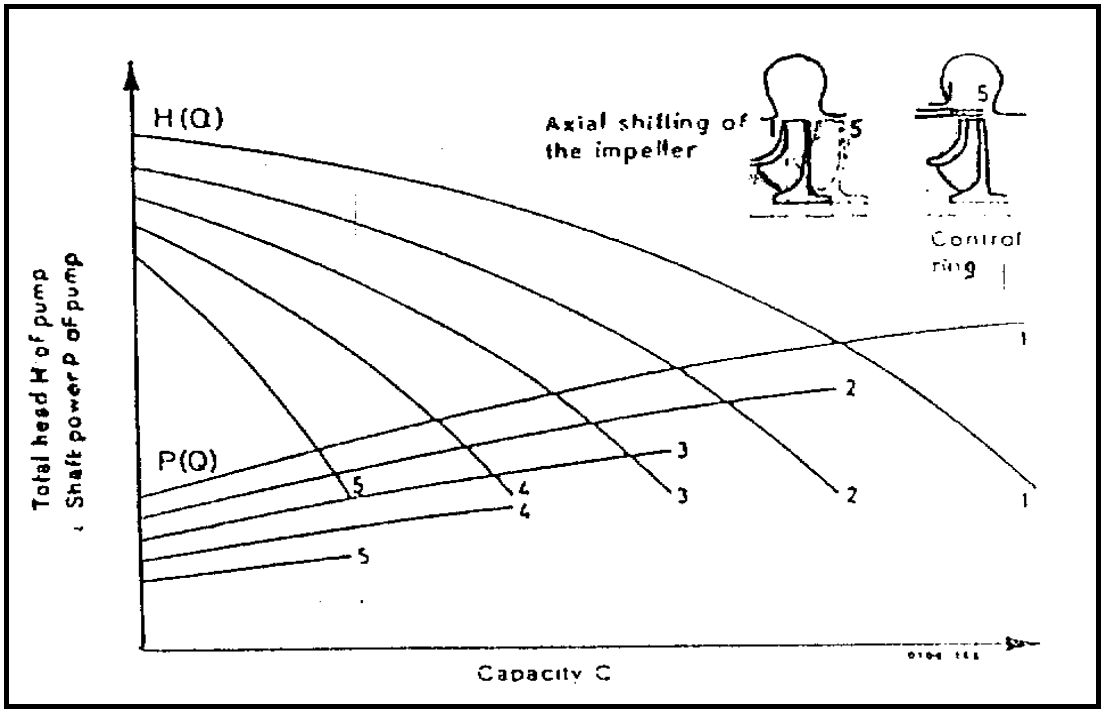


شكل (٢-٢٧) تغيير نقطة التشغيل بتغيير سرعة الطلمبة

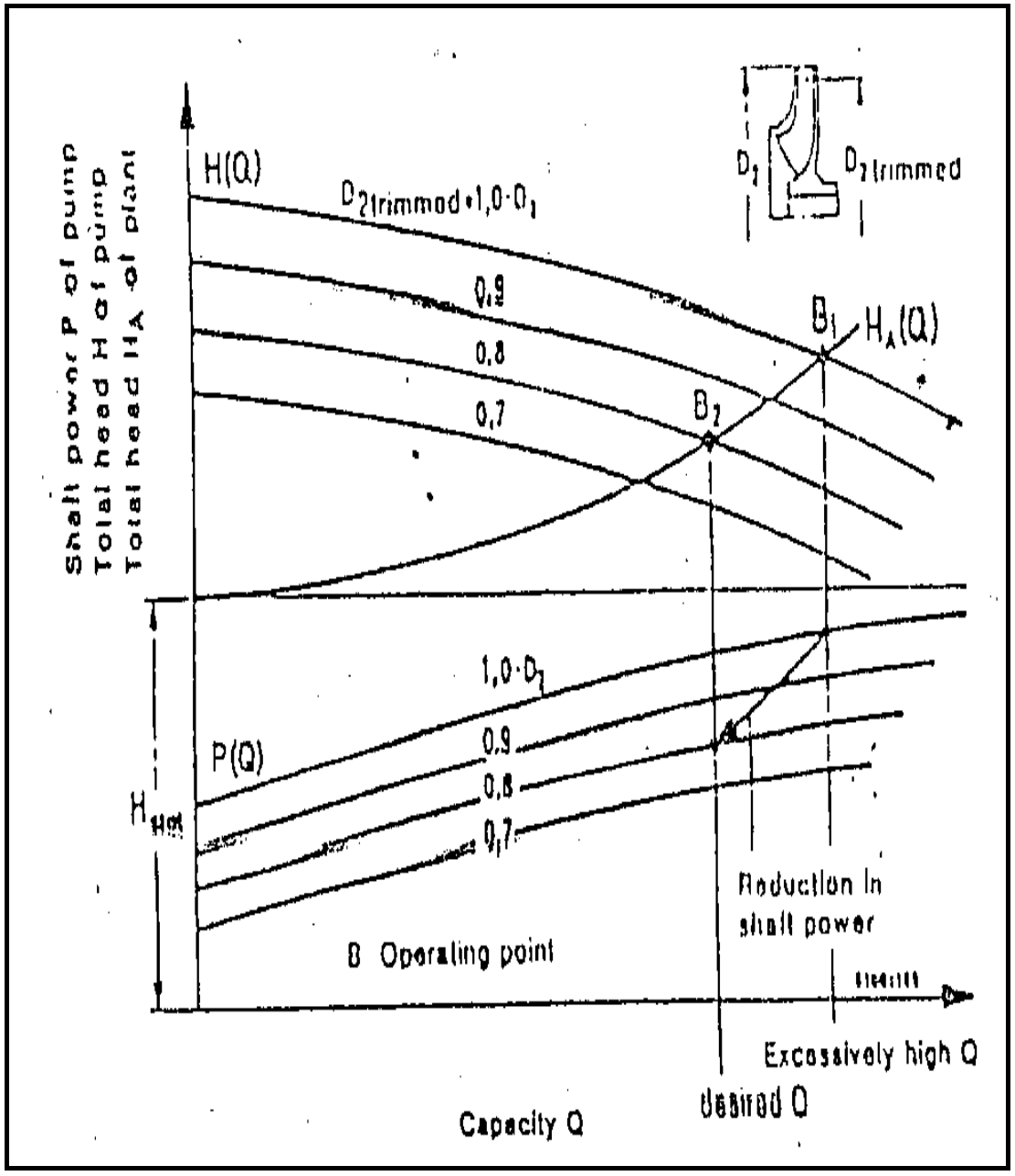
- والشكل رقم (٢-٢٨) يوضح تعديل منحنيات أداء الطلمبة (Q–H)، (P-Q) نتيجة تغيير زاوية ميل ريشة المروحة.
- والشكل رقم (٢-٢٩) يوضح تعديل منحنيات أداء الطلمبات (Q–H)،(P-Q) نتيجة تغيير وضع المروحة على العمود أو إضافة غطاء حاكم بمدخل الغلاف الحلزوني.
- والشكل رقم (٢-٣٠) يوضح تعديل منحنيات أداء الطلمبة (H-Q) ، (P-Q) نتيجة خرط المروحة وتقليل قطرها ، ونقط تقاطعها مع منحني أداء المنظومة.



شكل (٢-٢٨) تغيير منحنيات الخواص بتغيير زاوية ميل الريشة



شكل (٢-٢٩) تغيير منحنيات الخواص نتيجة تغيير وضع المروحة أو إضافة غطاء حاكم في مدخل الغلاف الحلزوني



شكل (٢-٣٠) تغيير منحنيات الخواص بتغيير قطرالمروحة نتيجة خرطها

٢-٢-١٦ تحضير الطلمبات

١- لا تعمل أى طلمبة طاردة مركزية مالم يكن غلافها الحلزوني وماسورة السحب الخاصة بها مملؤه بالسائل المراد ضخه.

٢- يجب تركيب الطلمبات بحيث يكون منسوب محورها أدني من أقل منسوب للمياه فى البيارة تفادياً لحدوث ضغط أقل من الضغط الجوي يؤدي الى تسرب هواء أو تصاعد الغازات المذابة الى ماسورة السحب مكونة تجمع فقاقيع من الهواء فيها يسبب اضطراباً ونقصاً فى تصرف وكفاءة الطلمبات.

٣- فى حالة تعذر الشرط السابق فإنه يجب مراعاة أن لا يقل الفرق بين منسوب محور الطلمبات وأقل منسوب للمياه فى البيارة عن قيمة H_s كما فى المعادلة الآتية:

$$H_s = H_A - (H_v + h_v + H_f + H_m)$$

حيث:

H_s : الفرق بين منسوب محور الطلمبات وأقل منسوب للمياه فى البيارة (عمود السحب الاستاتيكي) بالمتر.

H_A: الضغط الجوي (١٠,٣٣ متر)

H_v : عمود ضغط سرعة المياه فى ماسورة السحب بالمتر Vel. Head

h_v: عمود ضغط بخار الماء بالمتر Vapour Head = ٠,٠٣ كجم /سم٢ عند درجة حرارة = ٢٠° م.

H_f : الفاقد بالاحتكاك فى ماسورة السحب بالمتر (Friction head loss).

H_m الفواقد الثانوية فى ماسورة السحب بالمتر (Secondary losses).

٤- إذا لم يتسني تحقيق الشرط السابق (٣،٢) فإنه يتم تحضير الطلمبة ميكانيكياُ كالآتي:

وسائل التحضير

أ- قاذف (Ejector)

يعمل بالمياه أو الهواء أو البخار لسحب وازالة الهواء بالكامل من جسم الطلمبة وماسورة السحب، وذلك حتي يتم خروج مياه بصفة مستمرة من طرد القاذف، وبعد ذلك يتم تشغيل الطلمبة بعد قفل محبس توصيل القاذف قفلاً محكماً وعادة تكون كفاءة القاذف أقل من بقية أنواع الضواغط.

ب- محبس قدم (Foot Valve)

سوف يتم الإشارة إلي أنواع المحابس المختلفة لاحقاً أما محبس القدم فهو نوع من محابس عدم الرجوع (رداخ) Check Valve يوضع فى بداية ماسورة السحب بعد المصفاة مباشرة، يغلق

أوتوماتيكياً ليمنع هروب المياه عند توقف الطلمبة عن العمل. تجهز الطلمبة محبس هواء (جزره) Cock بأعلاها تفتح أثناء ملئ الطلمبة بالماء لتمكين الهواء من الخروج.

ونظراً لعدم إمكان غلق هذا المحبس الرداخ تماماً فإنه يؤدي الى تسرب المياه منه ، مما يحتم ضرورة ملء جسم الطلمبة وماسورة السحب لاستعواض الفاقد قبل تشغيل الطلمبة، لذا يجب الكشف الدوري على هذا المحبس لضمان غلقه تماماً وعدم تسريبه للمياه.

نظراً لأن وجود هذا المحبس يشكل فاقداً فى الضغط فإنه غير مستحب إستخدامه.

ج- نظام التحضير المركزي (Central Priming System)

يتم إستخدام هذا النظام لتحضير الطلمبات أتوماتيكيا إما منفردة أو مجتمعة بنظام تفريغ الهواء من محبس أعلا الغلاف الحلزوني لكل طلمبة وباستخدام طلمبة تفريغ.

د- طلمبة التفريغ (Evacuating Pumps)

تستعمل عند عدم إمكان توفير أى من وسائل التحضير السابقة ، ويفضل استخدام النوع المبتل Wet type لعدم تلفها اذا ما دخلتها مياه.

يتم اختيار طلمبة التفريغ تبعاً لوقت التحضير المطلوب ومراعاة عمود السحب الأقصي السابق حسابه، بإتباع المعادلة التاليه:-

$$\mathbf{T} = \frac{V}{Q_s} \ \mathbf{.f}$$

حيث :

T زمن التحضير (ثانية)

V حجم الهواء بالطلمبة وماسورة السحب الرأسية والافقية م^3

Qs تصرف طلمبة التحضير م^3/ث

f معامل السحب تبعاً للجدول التالى ٢-١٠ :

جدول (٢-١٠) قيم معامل السحب (F)

عمود السحب متر	صفر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨
f معامل الخط الرأسي	0,087	0,093	0,099	0,104	0,110	0,118	0,125	0,134	0,143
f معامل الخط الأفقي	0,087	0,097	0,107	0,119	0,132	0,148	0,168	0,190	0,230

٢-٢-١٧ البيارة

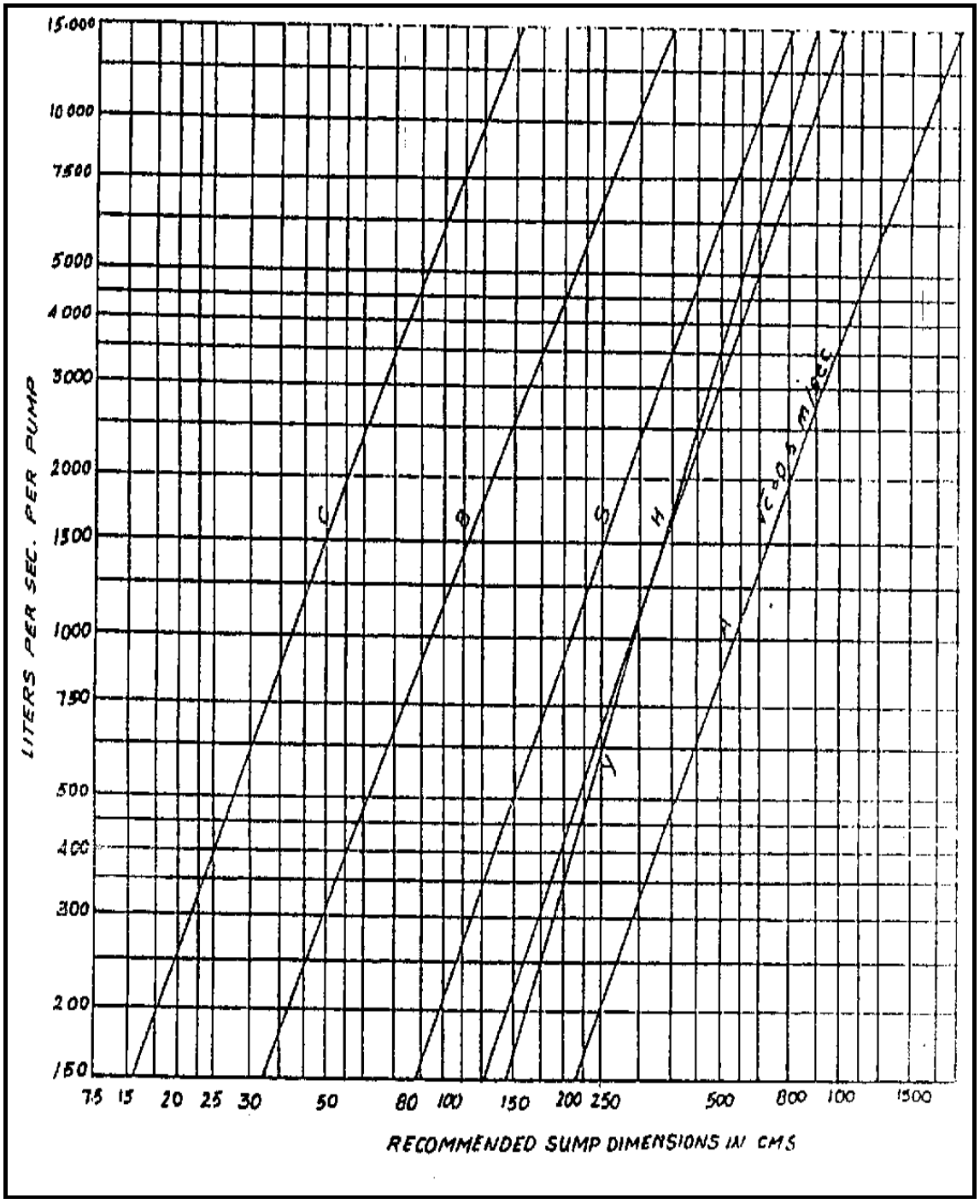
- يتوقف إختيار الابعاد البينية لمواسير سحب الطلمبات فى البيارة على أقصي معدل تصرف للطلمبة Q.
- كما يتوقف إختيار أبعاد البيارة على سرعة المياه داخل خط المواسير المغذي للبيارة Vp
- الشكل البياني رقم (٢-٣١) يوضح العلاقة بين تصرف الطلمبة باللتر/ثانية والأبعاد البينية القياسية لمواسير السحب بالسنتيمتر.
- الشكل رقم (٢-٣٢) يوضح رسما تخطيطيا للبيارة موضحا" عليه الأبعاد البينية القياسية التى يتم الحصول عليها من الشكل البياني السابق.
- والأشكال (٢-٣٣، ٢-٣٤، ٢-٣٥) توضح بعض تخطيطات لبيارات ينصح بإستخدامها مع الإشتراطات الموضحة قرين كل منها.
- الأبعاد الموضحة فى الاشكال هي الأبعاد القياسية التى تمنع تكوين الدوامات الجبرية وضوضاء الطلمبة وأهتزازاتها ، فإذا تقدم صانعوا الطلمبات بأبعاد مختلفة وكان إختيار الطلمبة صحيحاً فيلزم إما تخفيض سرعة الطلمبة أو زيادة عمق البيارة أيهما أقل تكلفة.
- إذا لم يتيسر وضع كوع فى بداية ماسورة السحب – وأصبح مدخل ماسورة السحب أفقياً ، فإنه يجب تحديد أقل عمق للمياه فى البيارة (المسافة بين سطح المياه فى البيارة والراسم العلوي الداخلي لماسورة السحب) S شكل رقم (٢-٣٦) بحيث يكون:

$$S > 0.725\ V_p \times (di)^{½}$$

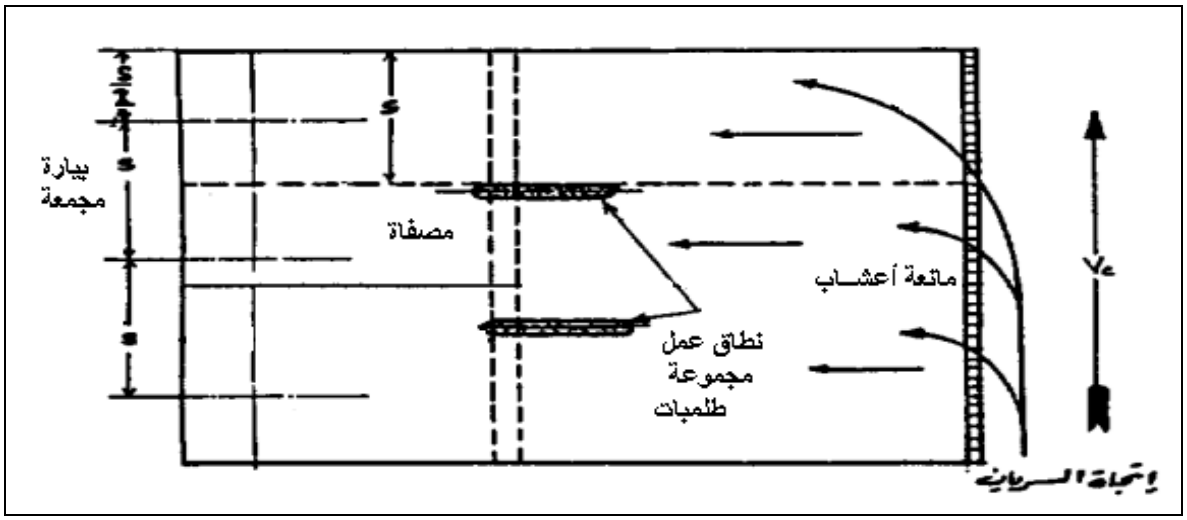
حيث:

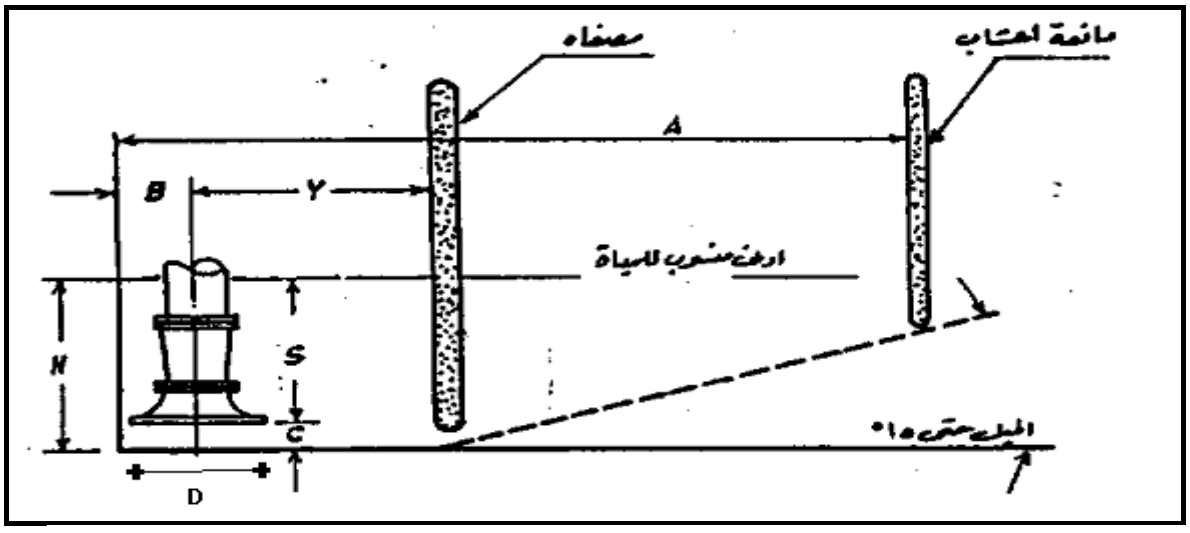
di: القطر الداخلي لماسورة السحب بالسم.

V_p :السرعة فى ماسورة السحب سم /ث.



شكل (٢-٣١) العلاقة بين تصرف الطلمبة باللتر/ثانية والأبعاد القياسية للبيارة بالسنتيمتر





شكل (٢-٣٢) رسم تخطيطي موضحا عليها الأبعاد البينية القياسية في البيارة

حيث:

B=1-1.1D D قطر الماسورة على شكل جرس

S=D(1+2.3F) D قطر فلانشة ماسورة السحب (فتحة السحب للطلمبة الغاطسة)

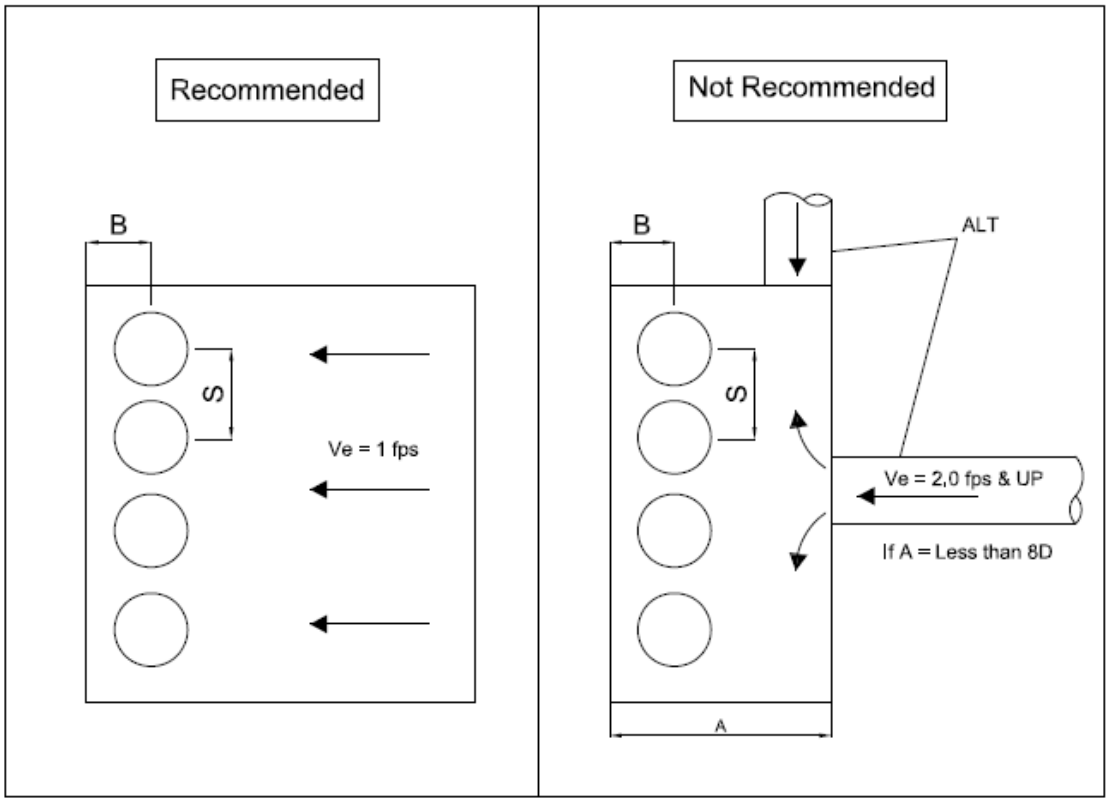
F= froud number $= \frac{V}{\sqrt{gD}}$

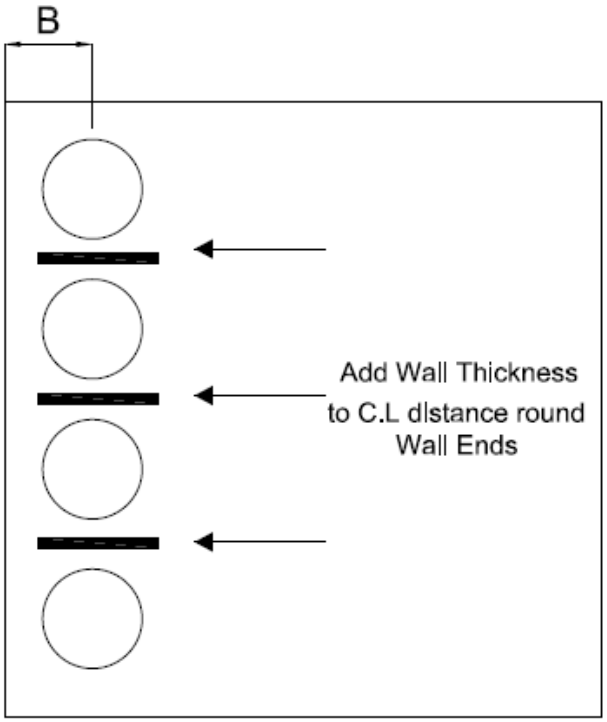
V water velocity m/sec.

g gravity accelration

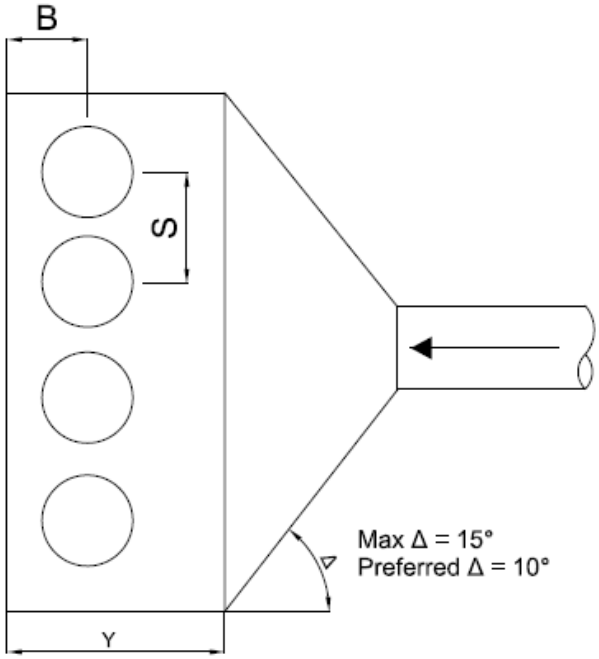
C= (0.5 – 1.0) D

حيث D قطر قطعة الجرس على خط السحب

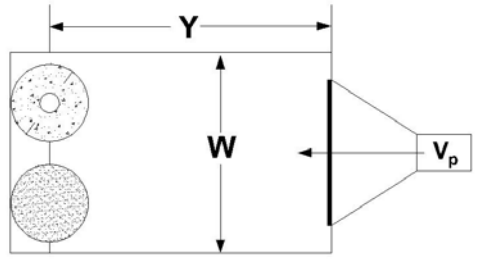




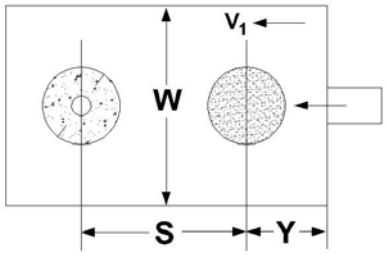
شكل (٢-٣٣) بعض تخطيطات البيارات ينصح بإستخدامها مع الإشتراطات الموضحة قرين كل منه



شكل (٢-٣٤) بعض تخطيطات البيارات ينصح بإستخدامها مع الإشتراطات الموضحة قرين كل منها



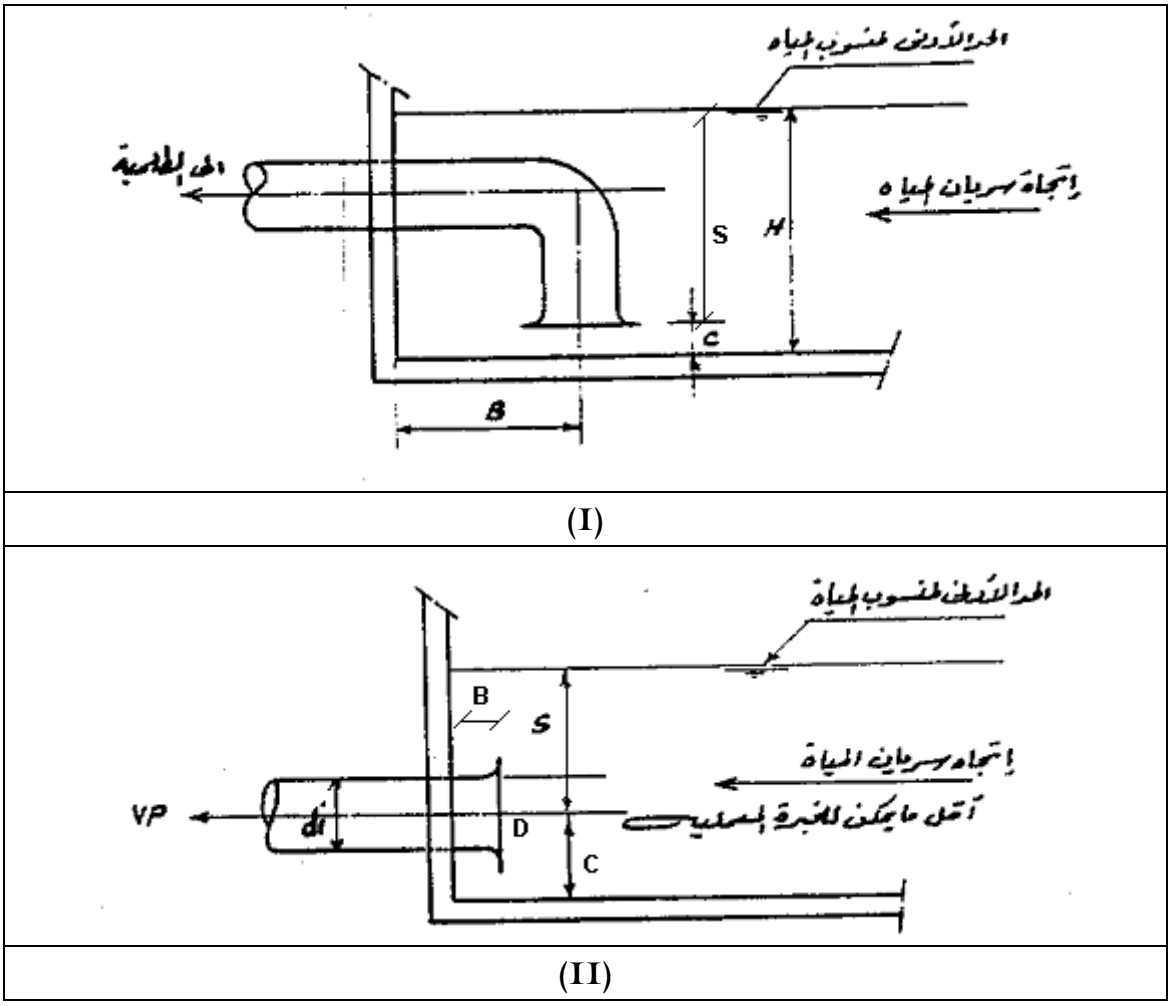
Baffles Grating or strainer should be Introduced Across inlet Channel at Beginning of maximum width section



Not Recommended Unless:

W/f	1.0	1.5	2.5	4.0	10.0		W =	5D or more, Or
V	30	50	80	100	150		V1 =	0.2 lps Or less and
V_p	1	2	4	6	8		Y =	Same as chart to left
							S =	Is creater rhan 4 D

شكل (٢-٣٥) بعض تخطيطات البيارات ينصح بإستخدامها مع الإشتراطات الموضحة قرين كل منها



(I)

(II)

شكل (٢-٣٦) أقل عمق للمياه بالبيارة

$$B = 0,5\ D \rightarrow D$$

وفيما يلى توضيح لقيمة المسافة B بالنسبة لقطر الماسورة

D – mm	B – MM
65	80
80	80
100	100
150	100
200	150
250	150
300	200
400	200
500	200

حساب الحد الأدنى لمنسوب المياه S:

شكل رقم (٢-٣٦) i خط ماسورة السحب للطلمبة مركب عليها مدخل ناقوسي يوضح الآتى:

١ – الحد الأدنى لمنسوب المياه H

٢ – المسافة بين قاع البيارة وفتحة ماسورة السحب C

٣ – المسافة بين محور ماسورة السحب وجدار البياره B كما هو مبين بالجدول السابق بالشكل (٢-٣٦).

٤ – S عمق غمر فتحة ماسورة السحب ويحسب من الحد الأعلى لفلانشة ماسورة السحب ويحسب العمق H طبقاً للآتى:

$$H=S + c$$

حيث S

$$S = D (1 + 2.3 F_D)$$

$$F_D = \text{Froud Number}$$

حيث $F = v/\sqrt{gD}$

D = قطر فلانشة ماسورة السحب بالمتر

S = بالمتر

V = م / ث

= $\frac{Q}{\pi D}$ =حيث Q تصرف الطلمبة و D قطر فلانشة المدخل الناقوسي

g = عجلة الجاذبية الأرضية ٩,٨ م/ث٢

C فهى تساوى أو تقل عن D حيث قطر فلانشة السحب الناقوسي

$C = 0,5 D$ إلي D

شكل رقم (٢ – ٣٦) II خط ماسورة سحب الطلمبة بدون مدخل ناقوسي

- عمق الغمر S يحسب كما جاء بعاليه بالمتر
- قطر ماسورة السحب الناقوسي بالمتر ويحسب عليه السرعة V
- المسافة بين محور ماسورة السحب وقاع البيارة C بالمتر

$C \geq 0,75 D$

٢-٢-١٧-١ السرعة فى ماسورة السحب Vp

يجب استخدام مدخل ناقوسي Bell mouth فى بداية خط السحب لتقليل فاقد المدخل (كقاعدة عامة فإن التصميم الجيد الذي يوفر التشغيل الآمن يتعلق بالرفع المطلوب من الطلمبة وبالتالي السرعة فى ماسورة السحب كالآتي):

الرفع المطلوب من الطلمبة	السرعة فى ماسورة السحب
٤,٥ م	٠,٧٦ م/ث
حتى –١٥,	١,٢ م/ث
اكبر من –١٥, م	١,٦٧ م/ث

٢-٢-١٧-٢ السرعة فى بيارة السحب (Approach Velocity)

تعتبر السرعة ٣٠ سم/ث هي السرعة المثلي للمياه فى بيارة السحب للإقتراب من مواسير السحب للطلمبات. ويجب ألا تزيد عن ٥٠ سم/ث.

بمعرفة أقصي تصرف مطلوب لجميع الطلمبات المطلوب تشغيلها وقت الذروة، وبإعتبار سرعة الإقتراب المثلي يتم حساب مساحة المقطع الرأسي للمياه فى البيارة الذي يعطي أحسن ظروف دخول وأقتراب عند جميع مستويات المياه. ومن ذلك يتم إختيار أبعاد البيارة المطلوبة.

٢-٢-١٨ الطرق المائي Water Hammer

تحدث ظاهرة الطرق المائي عند أي تغيير يطرأ على سريان المياه في الخطوط مثل تغيير في الضغوط أو السرعات أو التصرفات وخلافه، وهو ما يحدث أثناء عملية التشغيل بصفة مستمرة ولكن بصورة غير ضارة بالمنظومة. إلا أنه يوجد بعض الحالات الشائعة التي قد تسبب ضرر بالغ للمضخات وخطوط الطرد وهو ما سيتوجب دراسته للوصول للحلول المثلى للحصول على منظومة آمنة في جميع ظروف التشغيل. وفيما يلي عرض لأكثر الحالات تسبباً في ظاهرة الطرق المائي:

إيقاف طبيعي لمضخة واحدة.

غلق مفاجئ لمحبس على خط الطرد.

بدء تشغيل مضخة واحدة.

قفل مفاجئ لجميع المضخات نتيجة انقطاع مصدر التيار الكهربي.

وتعتبر حالة القفل المفاجئ لجميع المضخات نتيجة انقطاع التيار الكهربي أشد الحالات خطورة حيث أنها تحدث عادة في زمن قصير وبشكل مفاجئ نتيجة لعطل كهربائي، أما تشغيل وغلق المضخات فيمكن التحكم فيه بحيث يتم تشغيل أو غلق كل مضخة على حدي وكذلك قفل

المحابس على مسار الخط فيمكن التحكم فيه يدوياً أو أوتوماتيكياً بحيث يستغرق فترة زمنية طويلة نسبياً.

٢-٢-١٨-١ حساب الطرق المائي

٢-٢-١٨-١-١ سرعة إنتقال موجة التضاغط (α)

$$\alpha = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} + \frac{D}{T}}}$$

α = سرعة إنتقال موجة التضاغط (m/s)

E = معامل يانج للمرونة الطولية Youngs modulus لخامة الماسورة (kg/m^2) تؤخذ كالتالى:

Ductile iron pipe = 1.72×10^{10}

Steel pipe = 2.1×10^{10}

Concrete pipe = 0.2×10^{10}

PVC pipe = 3.35×10^{8}

HDPE pipe= 1.40×10^{8}

ولأي خامات أخرى لتصنيع المواسير يتم تحديد هذا المعامل بمعرفة المنتج قبل حساب السرعة الانتقالية.

K معامل للمرونة لحجم المياه =bulk modulus kg $m^2 = 2.18 \times 10^{8}$

D= القطر الداخلى لماسورة الطرد (m)

T = سمك جدار الماسورة (m)

وقد تتغير قيمة السرعة الإنتقالية بدرجة بسيطة تبعا لطريقة تركيب الماسورة ولكن يمكن الحصول على قيمة مقبولة بإستخدام المعادلة السابقة.

٢-٢-١٨-١-٢ فترة الموجة ($2L/\alpha$)

هو الزمن التي تستغرقة موجة التضاغط للانتقال من مكان تولدها حتى نهاية الماسورة والعودة إلى مكانها مرة أخري، ويمكن حسابها كما يلي:

$$2L/\alpha = 2X \sum \frac{Li}{\propto i}(\sec)$$

حيث: L = طول ماسورة الطرد (m).

Li= طول كل جز من ماسورة الطرد (m).

α= سرعة انتقال موجة التضاغط (m/s).

α_i= سرعة انتقال موجة التضاغط فى كل جزء من اجزاء ماسورة الطرد (m/s).

٢-٢-١٨-١-٣ ثابت خط المواسير [ρ]

$$\rho = \frac{Q_0 \sum \frac{Li}{Ai}}{2gH0\sum \frac{Li}{\propto i}}$$

حيث:

Q_o = معدل التصرف لماسورة الطرد فى وضع استقرار الانسياب m^3/s

A_i = مساحة مقطع كل جزء من ماسورة الطرد .(m^2)

L_i = طول كل جزء من ماسورة الطرد(m).

α_i = سرعة انتقال موجة التصاغط فى كل جزء من اجراء ماسورة الطرد(m/s).

H_o = الضغط داخل ماسورة الطرد فى وضع إستقرار الأنسياب (m).

g =عجلة الجاذبية الارضية .($9.8\ m/s^2$)

•الزيادة في الضغط [ΔH]

هو الزيادة التي تحدث في الضغط الموجب أو السالب نتيجة لتغير السرعة لحظياً عند حدوث ظاهرة الطرق المائي نتيجة لغلق المحبس أو حدوث أي من الحالات المسببة لظاهرة الطرق المائي السابق ذكرها، وتكون الزيادة في الضغط الموجب أو السالب كما يلي:.

$$\Delta H = \frac{\propto}{g}\Delta V$$

حيث:

ΔH = الزيادة فى الضغط (m).

α= السرعة الأنتقالية لموجة التضاغط (m/s).

g= عجلة الجاذبية الأرضية .($9.8\ m/s^2$)

ΔV = التغير فى سرعة الأنسياب بالماسورة (m/s).

وفى هذه الحالة فإن الزمن المناسب لغلق المحبس بدون حدوث ضغوط زائدة نتيجة لظاهرة الطرق المائي كما يلي:

$$T < 2\ L/\ \alpha$$

حيث: T= زمن غلق المحبس (S).

L = طول الماسورة (m).

α = السرعة الأنتقالية لموجة التضاغط (m/s).

٢-٢-١٨-٢ طرق التحليل الهيدروليكي لحساب الطرق المائى

يمكن حساب الطرق المائى بإحدي ثلاث طرق:

- الحل المباشر لمعادلة تفاضلية.
- طريقة الحل المتراكب.
- طريقة الحل البيانى.

وطريقة الحل البيانى هى الأكثر شيوعا حيث أنها الأسهل نسبيا وفى كل هذه الطرق فإنه الأن إجراء هذه الحسابات يكون بإستخدام برامج الحاسب الألى المتخصصة.

٢-٢-١٨-٣ كيفية الحماية من أخطار الطرق المائي

المقياس الأساسى فى منع الطرق المائى هو جعل التغير فى سرعة الأنسياب فى الفترة الأنتقالية أبطا مايمكن وتستخدم جميع الأجهزة الخاصة بمنع الطرق المائى لتحقيق هذا الغرض. يمكن تصنيف اجهزة الطرق المائى الى مجموعات طبقا لطبيعة عملها كالاتى:

- إبطاء التغير فى سرعة الإنسياب.
- منع الانخفاض المفاجى فى الضغط.
- الحد من الزيادة فى الضغط

وعلى هذا فإن يمكن الإكتفاء بمهمات بسيطة لمنع المطرقه المائيه فى بعض الأحيان اوقد يكون من اللازم إستخدام مهمات معقدة فى أحيان أخرى والجدول (٢-١١) الأتى بيبن أساسيات التخطيط لمنع المطرقه المائيه.

وبشكل عام فأن الطرق المستخدمة للحماية من ظاهرة المطرقة المائية هي:

- خزان الهواء المضغوط (Closed surge vessel).

- الخزان المفتوح (Open Surge tank).
- محابس الهواء .
- محابس تخفيف الضغط. (Pressure relief valve)
- زيادة القصور الذاتي للطلمبة.

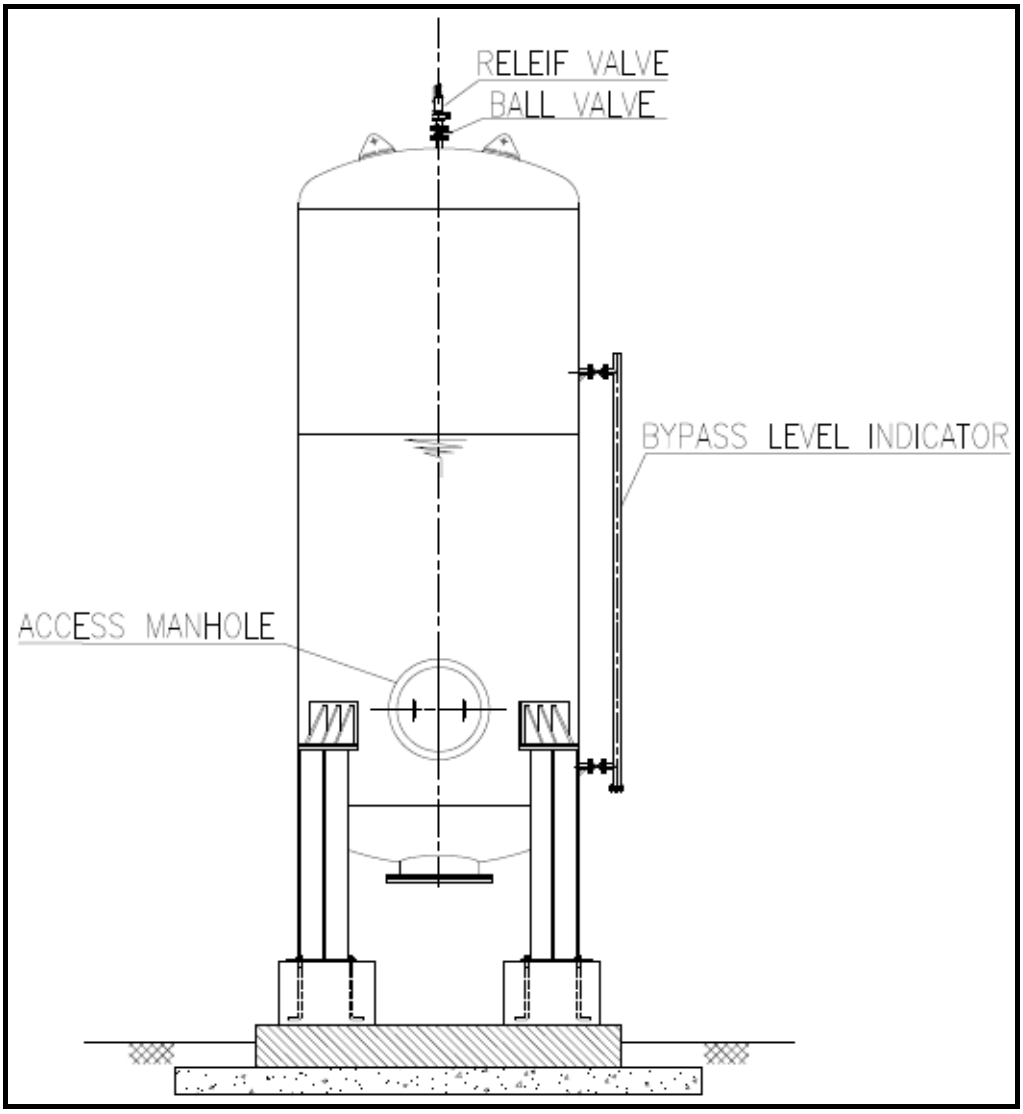
ويتم تحديد أفضل الطرق مناسبة للنظام عن طريق عمل تحليل هيدروليكي للمنظومة بأحد برامج الحاسب الالي المتخصصة بحيث لا يزيد أعلي ضغط موجب عن ٥٠% من ضغط تشغيل الماسورة أما الضغط السالب فلا يقل عن -٠,٥ متر بشكل عام وحسب نوع الماسورة المستخدمة، وفيما يلي عرض لأنواع المهمات المستخدمة للحماية من الطرق المائي وخصائص كل منها.

- خزان الهواء المضغوط:

يعتبر خزان الهواء المضغوط من أهم وسائل الحماية المستخدمة من ظاهرة المطرقة المائية، وهو عبارة عن خزان يحتوي على مياه وهواء مضغوط لتحقيق الضغط التشغيلي في حالة السريان المستقر بدون تنفيذ الخزان مرتفع عن الأرض بصورة كبيرة، ويتم تحقيق ضغط الهواء في الخزان عن طريق ضواغط هواء ملحقة به.

ويصلح الخزان بالهواء المضغوط في الحماية من ظاهرة المطرقة المائية في حالة حدوث ضغوط زائدة موجبة أو سالبة، ومن أهم العوامل التي يلزم مراعاتها في تصميم خزان الهواء المضغوط:

- لايزيد حجم الهواء في حالة أقصي تمدد له بالخزان عن (٨٠-٩٠%) من حجم الخزان.
- تحديد قطر الوصلة بين الخزان والخط وطولها وتمثيلها في التحليل الهيدروليكي بدقة.



شكل (٢-٣٧) خزان الهواء المضغوط

•الخزان المفتوح

يصلح خزان الهواء المفتوح للحماية من ظاهرة الطرق المائي في حالة الضغوط السالبة الزائدة فقط، لا يصلح الخزان المفتوح في حالة الطلمبات ذات الرافع الكبير لأنه يلزم انشاء الخزان بإرتفاع يساوي رافع الطلمبات المستخدمة.

•محابس الهواء

تصلح محابس الهواء للحماية من ظاهرة الطرق المائي في حالة الضغوط السالبة فقط، مع مراعاة أن يتم حساب أقصي حجم هواء يدخل الي الخط في حالة حدوث المطرقة المائية عن طريق برامج التحليل الهيدروليكي والتأكد أن كمية الهواء الاجمالية الموجودة في الخط خلال زمن مناسب للتحليل الهيدروليكي لظاهرة المطرقة المائية لا تزيد عن الحجم الذي يملأ ماسورة بطول (١٠ متر)

طبقاُ للقطر المستتخدم، وفيما يلي أنواع محابس الهواء المستخدمة والتي تصلح للحماية من المطرقة المائية:

- محابس الهواء (Combination Air valve).
- محابس حماية من التفريغ (Vacuum breaker valve).
- محابس الحماية من المطرقة المائية (Anti hammer valve).

ويراعي اختيار نوع المحبس بدقة وإدخال أقطار فتحات دخول وخروج الهواء في التحليل الهيدروليكي نظراً لتأثيرها علي النتائج مما قد يؤدي إلي حدوث (Slamming).

- **محابس تخفيف الضغط (Pressure relief valve)**

تستخدم محابس تخفيف الضغط في بعض الأحيان للحد من الضغوط الموجبة الزائدة على المواسير نتيجة لظاهرة الطرقة المائي، وذلك حيث يقوم المحبس بالفتح عند وصول الضغط لقيمة معينة ويقوم بتصريف المياه المسببة لزيادة الضغط والغلق مرة أخري بعد وصول الضغط للقيم الأولية له.

يراعي في استخدام محابس تخفيف الضغط دراسة زمن القفل الخاص بها لأنها تسبب ضغوط موجبة إضافية في حالة القفل المفاجئ لها.

الجدول (٢-١١) اساسيات التخطيط لمنع المطرقة المائية

How to prevent water hammering		
Method	**Purpose**	**Actual application etc.**
1. To select a slow velocity of flow in the piping	To minimize the change of the flow velocity.	A slower velocity of flow in the piping is better about 1m/s or less
2. To make GD^2 large	To slow down the change of speed and minimize the fluctuation of the flow velocity.	Add a certain value of GD^2 to the coupling. If it is not enough provide a flywheel separately.
3. To lead water into the discharge piping	To prevent vacuum by pressure drop	- Provide a surge tank - Feed water from the suction water level by a separate pipe
4. To lead air into the dis charge piping	To prevent vacuum by pressure drop	- Provide an air chamber - Provide an air valve
5. To use a slow closing check valve	To prevent pressure rise.	Close the check valve slowly, the structure of widely adopted check valves is that an oil dash pot is provided and the valve is closed by the counter flow of water
6. Forced control of the main valve	To prevent pressure rise.	Control the main valve by force by means of oil pressure, pneumatic pressure or water pressure, etc. and a DC power supply.
7. Omission of the check valve	To prevent pressure rise.	When the check valve and foot valve are not provided, the pressure rise is smaller than when they are provided, but in that case , reverse running of the pump and motor may be caused.
8. To use an automatic pressure regulator valve	To prevent pressure rise.	This valve opens at the same time as the prime mover stops and prevents pressure change in the transitional period. After a specified time, it closes gradually. The discharge flow from it does not pass through the pump.
9. To provide a safety valve	To prevent pressure rise.	This valve is to release water when the pressure reaches a specified valve. There are the balance weight type and spring-loaded type of safety valves

المعدات المساعدة لروافع المياة

وتشمل بصفة أساسية على:

١. مولدات الديزل.
٢. صناديق التروس.
٣. ضواغط الهواء.
٤. المحابس بأنواعها.
٥. البوابات (الدخول – الخروج).
٦. معدات الطرق المائى.
٧. أجهزة القياس والمبينات.
٨. أنظمة التهوية.
٩. أنظمة الإنذار ومكافحة الحريق.
١٠. الكلورة.
١١. بيارات السحب والطرد.
١٢. الأوناش العلوية.

٢-٢-١٩ وحدات التوليد الديزل الأحتياطيه (الطوارئ)

نظرا" لأهمية وضرورة إستمرارية أعمال رفع مياه الشرب عند إنقطاع تيار المدينة المغذي للموقع. فلا بد من توافر مصدر كهرباء بديل للتشغيل وذلك بإنشاء محطة توليد كهرباء إحتياطية وتعتبر جزءا لا يتجزأ من المحطة لضرورتها الفائقة للتشغيل المستمر.

٢-٢-١٩-١ قدرة محطة التوليد الإحتياطية

- يجب أن تكون محطة التوليد الكهربائية ذات قدرة تناسب تشغيل نصف عدد الطلمبات والأجهزة العاملة بالمحطة.

٢-٢-١٩-٢عدد وحدات محطة التوليد الكهربائية

طبقا للقدرة المطلوبة الاحتياطية المذكورة بعالية لتشغيل الرافع فإنة يتم تحديد أقل عدد من وحدات التوليد بما يحقق الموزانة بين الناحية الأقتصادية وتأمين التشغيل ومراعاة المساحة المتاحة.

٢-٢-١٩-٣ المواصفات المطلوبة لمحركات وحدة التوليد

القدرة : القدرة المطلوبةالاحتياطية / عدد وحدات التوليد

الدورة : رباعية الاشواط

الوقود : ديزل / سولار بالحقن برشاشات وطلمبة وقود مع شاحن هواء جيري (Turbo charger)

التبريد : مياه أو هواء طبقا لموقع المحطة ومدي توفر مياه التبريد.

بادىء الادارة : كهربائيا أو بالهواء المضغوط

ترتيب الاسطوانات : طبقا" للقدرة والمساحة المتاحة يتم الاختبار اما صف أو حرف V

سرعة الماكينة N : تحدد سرعة الماكينة باللفة / د حسب ذبذبة التيار (f) (٥٠ ذبذبة / ث) وعدد أزواج أقطاب المولد الكهربي (P) طبقا" للمعادلة :

$$f = \frac{P.N}{60} Hz$$

وتؤخذ السرعات كالآتي:

- للمحركات أقل من ٦٠٠ كيلو وات إلي ٦٠٠ كيلووات تؤخذ ١٥٠٠ ل/ د
- أكبر من ٦٠٠ كيلو وات حتي ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ١٠٠٠ ل/ د
- أكبر من ١٥٠٠ كيلو وات تؤخذ ٧٥٠ ل/ د

وعموماً كلما زادت القدرة تقل سرعة الدوران وذلك لزيادة العمر الإفتراضى وتقليل التآكل فى كراسى عامود الكرنك وكراسى أذرع التوصيل وكراسى عمود الكامة وأسطوانات المكابس.

ويراعي أن تكون درجة العزل لملفات المولد طبقاً لظروف التشغيل

٢-٢-١٩-٤ ملحقات محرك الديزل

أ- مأخذ هواء المحرك

- تقدر متطلبات الهواء بحوالي ٠،٧ م^{٣} / دقيقة / حصان فرملي من قدرة المحرك.
- يزود مأخذ الهواء بمرشح فلتر تنقية الهواء الداخل.
- عند استخدام شاحن هواء جيري (Turbo charger) يراعي توفر طول مستقيم لا يقل عن ٥ سم قبل توصيلة مع مأخذ هواء المحرك.
- يتم تصميم توصيلات مواسير الهواء بطريقة تيسر عملية تغيير المرشح بالإضافة إلي عزل أهتزازات وضوضاء المحرك.

ب- عادم المحرك

- مراعاة العزل الحراري لمواسير العادم ومخفض الصوت (الشكمان silencer) لحماية العاملين في عنبر وحدة التوليد ولعدم رفع درجة حرارة العنبر حتي لا يؤثر علي درجة حرارة هواء المأخذ أو بطاريات بدء التشغيل.
- يجب أن يكون مسار مواسير العادم بعيدا" عن أي مواد قابلة للإشتعال بمسافة لا تقل عن ٢٥ سم.

- يجب أن يكون تمرير مواسير العادم داخل غلاف قطره مرة ونصف قطر مواسير العادم علي الأقل عند إختراقها الحوائط أو الجدران أو الاسقف.
- نهاية مواسير العادم يتم شطفها بزاوية من ٣٠° الي ٤٥° للتقليل من الدوامات الغازية وتخفيض الضوضاء وحمايتها من الامطار.

ج- تهوية العنبر

- يجب الأهتمام بتهوية عنبر وحدات التوليد حيث أن التهوية الجيدة تؤدي إلي توفير من ٦% الي ١٠% من استهلاك الوقود نظير الحرارة المشعة في العنبر، وتحسين انتاجية وحدة التوليد ولوحات التوزيع وتهيئة جو مناسب لعمال التشغيل والصيانة بالعنبر.
- يجب المحافظة علي تهوية العنبر عند درجة حرارة ٣٨°م.

د- تبريد المحرك

- يجب إحتواء دورة التبريد علي ثرموستات يسمح لها بالعمل بعد ٨٠° للحفاظ علي كفاءة المحرك عند بدأ التشغيل.
- يجب أن يتراوح الفرق بين درجات حرارة مياه التبريد الداخلة والخارجة بين ٥ الي ٨ْ م
- يجب أن يكون ضغط مياه التبريد بين ٠,٢٥ الي ٠,٤٥ كجم / سم٢ وذلك للمحافظة علي عدم تكوين بخار في رديتاتير وقميص تبريد المحرك
- يجب أن تكون درجة الحرارة في الجزء العلوي للراديتاتير أقل من ١٠٠° لمنع التكهف في طلمبة مياه التبريد وزيادة كفاءتها.
- سرعة مياه التبريد النقية بين ٠,٦ م / ث و ٥,٢ م / ث بينما تكون من ٠,٦ م / ث الي ١،٩ م/ ث في حالة استخدام مياه عكرة غير نقية.
- يراعي نوعية مياه التبريد (نقية أوعكرة) عند تحديد السرعات في مواسير دورة التبريد.

هـ- نظام الوقود

التخزين الرئيسي

- يخزن الوقود في خزانات كبيرة يكفي حجمها لتشغيل جميع ماكينات التوليد بالحمل الكامل لها لمدة أسبوع الي أسبوعين بصفة مستمرة متصلة وذلك حسب البعد أوالقرب من مصادر التموين.
- يراعي أن تكون خزانات الوقود من ألواح الصلب المعالج ولا يستخدم الحديد المجلفن للبعد عن التفاعلات الكيميائية مع الوقود.

- يراعي أن تكون الخزانات الرئيسية اعلي سطح الأرض في حالة توافر المساحة اللازمة بعيدة عن الحركة السطحية وتكون أسفل سطح الأرض عند عدم توافر المساحة السطحية اللازمة لها.
- يجب عمل أسوار حول الخزانات لحمايتها مع بياره لتجميع ما يتسرب من الوقود أو السوائل الأخرى مع وسيلة تفرغ مناسبة.

و- ملحقات الخزان

- ماسورة ملئ الخزان، وتوضع بحيث تؤدي لأفضل وأأمن سبل عمليات التشغيل.
- مواسير تهوية الخزان.
- فتحة القياس.
- محبس تصافي أسفل الخزان لسحب الرواسب علي فترات.
- طلمبات كهربية وأخري ديزل لنقل الوقود من الخزانات الرئيسية الي الخزانات اليومية.
- تصنع ملحقات الخزان من الحديد الصلب المعالج (الغير مجلفن) أو الصلب أو النحاس.
- طلمبة وقود يدوية أحتياطية

ز- التخزين اليومي

- يوضع الخزان اليومي في عنبر محركات التوليد.
- أقطار مواسير سحب وارتجاع الوقود لا يقل عن أقطار مواسير وملحقات المحرك وبكامل أطوال المواسير.
- تزداد أقطار المواسير في حالة تغذية أكثر من محرك بالوقود ، كذلك في حالة إنخفاض درجة الحرارة.
- تكون سعة الخزان اليومي بما يسمح بالتشغيل لمدة ٨ ساعات علي الأقل.

ح- الفلاتر (المرشحات)

- توضع الفلاتر لمنع رواسب الوقود التي تتسبب في سد فواني رشاشات حقن الوقود وطلمبات الحقن.
- تزود الفلاتر بمصافي سلكية بابعاد ٠,٣ مم.
- تزود المحركات الكبيرة بعدد ٢فلتر مع وسيلة لتغيير استخدام أي منهما لتسهيل عملية تنظيف أو استبدال الفلتر التالف اثناء التشغيل لتجنب تعطل المحرك.

- **نظم بدء محرك التوليد بإحدي طريقتين:**

١. كهربائيا" (بطارية + بادىء الحركة).

٢. بالهواء المضغوط.

١ – بدء الإدارة كهربائيا"

يراع إتباع النقاط التالية عند استخدام هذه الطريقة:

- تفضل البطاريات ذات الواح الرصاص الشائعة لقلة تكلفتها عن البطاريات النيكل كادميوم.
- يجب ألا تتعدي درجة حرارة عنبر محركات التوليد ٣٨°م للمحافظة علي قدرة وكفاءة تشغيل البطاريات.
- يجب إستعمال كابلات نحاس في التوصيل بين البطاريات وبادىء الحركة.
- يلزم تشغيل شاحن للبطاريات بعنبر ماكينات التوليد لشحن البطاريات أثناء عدم تشغيل محركات التوليد. وذلك بالإضافة إلي مولد التيار المستمر الذي يقوم بشحن البطاريات أثناء تشغيل المحركات.

٢–بدء الإدارة بالهواء المضغوط

يراعي إتباع الآتي عند استخدام هذه الطريقة:

- توافر ضغط هواء يتراوح بين ٧كجم/ سم٢ إلي ١٦كجم / سم٢ من ضاغط هواء(كومبرسور) وخزانات هواء ومحابس عدم رجوع بينهم.
- يراعي ان يكون حجم خزانات الهواء طبقا لكمية الهواء اللازمة للادارة في المرة الواحدة وعدد مرات الادارة وضغط الخزان والضغط الجوي. ويحدد هذا الحجم بمعرفة الشركة الموردة للماكينات.
- يتم تشغيل ضاغط الهواء الرئيسي (كومبرسور) بماكينة احتراق داخلي تعمل اما بالبنزين أو الكيروسين أو السولار.
- يجب توفر ضاغط هواء احتياطي يعمل بمحرك كهربائي.

٢–٢–٢٠ ضواغط الهواء (Compressor)

من المعدات المستخدمة فى محطات المياه او الصرف الصحى ضواغط الهواء والتى يمكن تقسيمها إلى الأنواع الأساسية التالية:

١. ضواغط طرد مركزى Centrifugal.
٢. ضواغط توربينية (رأسية) Axial.
٣. ضواغط الترددية.

ويعتمد إختيار ضواغط الهواء على كمية الهواء والضغط المطلوب ففى حالة تصرفات محدودة مع ضغوط مرتفعة للمرحلة يتم إستخدام ضواغط الطرد المركزى أما فى حالة تصرفات صغيرة مع

ضغوط عالية بين إستخدام الضواغط الترددية وتستخدم الضواغط التوربينية فى حالة التصرفات الكبرى مع ضغوط فى مراحل متعددة وهى تستخدم فى تطبيقات التوربينات الغازية وليست ضمن إهتمام تطبيقات المياه والصرف الصحى ومن محددات إختيار ضواغط الهواء كمية الهواء المطلوب قدم مكعب /١دقيقة أو متر٣/ساعة. وكذلك ضغط الهواء وعادة مايصاحب منظومة الهواء المضغوط خزانات للهواء المغضوط وذلك لتخزين الهواء بصفة دائمة وكذلك حتى لايعمل الضاغط بصفة مستمرة وحيث تزود الضاغط بمفتاح ضغط Pressure switch يحدد وقت التشغيل والايقاف (ON/off) طبقا لضغط التشغيل والايقاف لمحركات الضواغط ويجب أن تكون فترات التشغيل يساوى فترات التوقف ويجب حساب ذلك بمعرفة بيانات الضاغط وضغط الهواء وقدرة الموتور الكهربائى ومن ثم أيضاً سعة خزان تخزين الهواء ومقارنة ذلك بمعدل استهلاك الهواء وتزيد منظومة الهواء المضغوط بكافة الفترات وكذلك حزان بسعة قياسية كما اشرنا سلباً وفى الانظمة الحديثة يستخدم نافخات هواء Blower بدون خزان.

٢-٢- ٢١ وحدات تكييف الهواء والتهوية

يتم تكييف بعض الفراغات والأماكن فى محطات المياه والصرف الصحى وروافعها ويتم أختيار وحدات ونوعيات التكييف حسب المساحات وطبيعة الأنتقال والأنواع الاكثر شيوعاً فى هذه الاعمال هى:-

١. **الوحدات الشباك**

وهى بقدرات من ١ حصان إلى ٤ حصان وتتوقف القدرة على حيز المكان المراد تكييفه

٢. **الوحدات المنفصله**

وهى عاده بقدرات من ١/٤ ١ إلى ١/٢ ٧ حصان تتوقف القدرة على حيز المكان المراد تكييفه

٣. **الوحدات DX**

يتم تصنيعها بقدرات مختلفة يصل إلى ٢٠طن تبريد ويراعى ذلك فى أسس التصميم والأختبار تكون طبقاً للاكواد (ASHRAE).

٤. **التهوية**

تستخدم المراوح بأنواعها فى تهوية بعض منشأت المحطات بما فى ذلك عنابر التشغيل والمكاتب وتكون المراوح بأنواع مختلفة منها:

- سقفية.
- حائطية

- مكتبية.

مراوح قطاع (Fan Section) متصلة بشبكة مجارى هواء وعليها مخارج ذات أبعاد ومقاسات تحدد طبقاً لكميات الهواء ويرجع أيضاً إلى كود التهوية لعمل الحسابات اللازمة طبقاً لعدد مرات تغيير الهواء المطلوب.

مراوح طرد أو شفط حائطية تستخدم أيضاً لطرد الهواء من أو إلى فراغ ما تحدد قدراتها طبقاً لطبيعة الاستخدام.

٥- التشليرات

وهى وحدات إنتاج مياة مثلجة تمثل الجزء الأساسى فى أنظمة التكييف المركزى ويتم اختبار وتصميم هذه المعدات والانظمة طبقاً للمتطلبات الخاصة بذلك.

٦- مراوح تغذية وطرد الهواء

تكون مراوح تغذية الهواء من النوع الطارد المركزى كاملة بالمحرك داخل كابينة من النوع ذو الجدار المزدوج Fan Section, Double Skin ومواصفاتها كالأتى:

- المروحة كاملة بالمحرك الكهربى و الطنابير و السيور و جميع أجزائها داخل كابينة Fan Section من الصاج المجلفن Hot dip galvanized steel سمك الصاج الخارجى لا يقل عن ١،٢٥ مم والداخلى ١ مم.
- المراوح من النوع الطارد المركزى Centrifugal fan ومصنوعة من الصلب المجلفن أوالألومنيوم و مطلية ببودرة مفرومة من البولستر الأبوكس أوما يماثله. والريش من النوع المنحنى الى الخلف (Forward Curved) معالجة ضد الصداء و العوامل الجوية و مختبرة الأتزان أستاتيكياً و ديناميكياً.
- والمروحة ملحق بها نظام فلتر هواء من الألومنيوم سمك ٥٠ مم وبكفاءة لا تقل عن ٥٥% ((٥٢-٧٦)ASHRAE STANDARD).
- المروحة و المحرك تكون على قاعدة مزودة بموانع الأهتزاز.
- كراسى الموتور تكون مصنوعة لتسمح بتشغيل مستمر للمراوح وتكون الكراسى من النوع Ballbearing. و يجب أن يكون مستوى الضوضاء مقبولاً.
- يكون الموتور الكهربى من النوع Induction motor ٣فاز – ٣٨٠ فولت – ٥٠هرتز أربعة أقطاب على الأقل حتى ٧كيلو وات وللقدرات الأكبر يكون بادئ الأدارة دلتا ستار وقدرة الموتور محسوبة عند التشغيل المستمر فى درجة حرارة لا تقل عن ٥٠ درجة مئوية و يكون العزل Class F و الحماية IP55.

- يجب أن يوجد على الموتور لوحة توضح الوصلات الكهربية و المواصفات و الأداء.
- عمود الموتور مثبت على كرسى و رولمان بلى و الكرسى مزود بأماكن ووصلات للتشحيم من الخارج.

٧ – المحركات الكهربية (Electric Motors)

- يتم توريد المحركات بمعرفة صانع المعدات المرادة. وتكون مثل المذكور بالمواصفات. ويتم رفض أي محرك لا يتطابق مع المواصفات.
- تكون كل المحركات التي تعمل بالسيور ذات طنابير قابلة للتغيير للحصول على السرعة المطلوبة للوحدة.
- تكون المحركات ذات القدرة أقل من نصف حصان ذات وجه واحد للتيار ما لم يذكر خلاف ذلك. أما المحركات الأكبر من نصف حصان فستكون ذات ثلاثة أوجه للتيار وتامة الإقفال وتبرد بمروحة من النوع الهوائي.
- تكون المحركات ذات قدرة مناسبة لتشغيل المعدات المدارة بدون أي تحميل زائد تحت كل الظروف الخاصة بالتشغيل وخلال مدى سعة المعدة. وإذا إتضح أن أي محرك يشتغل بحمل زائد (ويتأكد من ذلك عن طريق قياس التيار ووجد أنه يمرر تيار أعلي من المذكور بلوحة المحرك أويسجل سخونة زائدة عن المذكور في مثل هذه الظروف) يتم رفض المحرك.
- تكون المحركات ذات عزم إدارة تشغيلي عند بدء التشغيل والإدارة ذو خواص تماثل خواص المعدة المدارة ويكون قادرا على إنتاج القدرة المطلوبة عند ظروف التشغيل بتفاوت في الجهد قدره ٥% عن معدل الجهد عند معدل الذبذبة. ويكون معدل المحركات هو التشغيل المستمر.
- يكون عزل المحرك من الفئة (B) مع إرتفاع في درجة الحرارة قدره ٨٠ درجة مئوية من متوسط درجة حرارة الهواء الخارجي وقدرة ٤٠ درجة مئوية ما لم يذكر خلاف ذلك.
- المحركات التي تعمل في درجات حرارة أعلي من ٤٠درجة مئوية يجب أن تكون مصممة لتعمل في المناطق الحارة. والمحركات التي تركب خارجيا تكون من فئة العزل (F) IP54
- تزود كل المحركات بعلب لتوصيل الأطراف تناسب المحرك ويتم توصيل ملفات المحرك إلى الأطراف وذلك خلال علبة توصيل الأطراف وذلك بالمصنع. ويتم تزويد المحرك بطرف أرضي لتأريض هيكل المحرك.
- يتم تركيب المحرك الذي يتصل مباشرة للمعدة للإدارة على قاعدة قابلة للضبط ما لم يذكر خلاف ذلك. والمحركات التي تتصل مع المعدات بسيور حرف (V) تكون القواعد المركبة عليها انزلاقية قابلة للضبط.

- المحركات ذات القدرة أقل من الحصان يتم تركيبها عن طريق ثقوب مشقوقة بالقاعدة.

٨ – الرقائق المعدنية لمجاري الهواء (Sheet Metal Ducts)

- يجب أن تصنع الرقائق المعدنية لمجاري الهواء من الفولاذ المجلفن الذي يطابق مواصفات ASTM رقم A526-71 للنحاس ورقائق الصلب التجارية وتتم الجلفنة بالغمر الساخن ويغلف طبقا للتوجيه رقم G115 أو ما يماثلها من المواصفات القياسية.
- إن أقل وزن للزنك المغلف للجانبين هو ٣٥١ جرام/متر مربع.
- تتم الإنشاءات لمجاري الهواء طبقا لمواصفات جمعية المهندسين للتبريد والتهوية الأمريكية ASHRAE.

جدول (٢-١٢) مواصفات الرقائق المجلفنة

البعد الأكبر لمجاري الهواء بوصة	مقاس الرقائق المجلفنة		أقل سمك
حتى ١٢	٢٦	٠،٠٢١٧	٠،٦
من ١٣ إلى ٣٠	٢٤	٠،٠٢٧٦	٠،٧
من ٣١ إلى ٥٤	٢٢	٠،٠٣٣٦	٠،٨٥
من ٥٥ إلى ٨٤	٢٠	٠،٠٣٩٦	١،٠
من ٨٥ فأكبر	١٨	٠،٠٥١٦	١،٣

- يجب أن تكون كل الثنيات Seams ذات تراكبات مزدوجة Double Lap Type .
- يكون سطح الوصلات المنزلقة Slip Joints سطحها الداخلي ناعما ومصنع في اتجاه تيار الهواء ومن الخارج بشكل جميل ومستمر من الجوانب الأربعة.
- تكون المنزلقات Slips من المقاس الأعلى لمجاري الهواء المستخدمة.
- تقوي مجاري الهواء الأكبر من ١٨ بوصة ب Cross Breaking.

عند المحاسبة لمجاري الهواء يتم وزن مجاري الهواء عن طريق القياسات من الرسومات التنفيذية ويضاف إليها ١٥% كهالك وتحاميل وثنيات

٩ – وحدة تكييف هواء شبه مركزى(DX UNIT)

أ- المتطلبات العامة

- تتكون الوحدة من وحدة التكثيف ووحدة الملف والمروحة .

- ويتم التوصيل بين الوحدتين عن طرق مواسير من النحاس معزولة تحمل غاز التبريد فريون R134a .

ب- الكباس

من النوع النصف مقفل محكم القفل سهل الفك والتركيب ومصمم للعمل فى الظروف الشاقة ويتحمل أقصى ظروف التشغيل وهو من النوع الترددى أوالحلزونى (Reciprocating or Rotary) وجميع الأجزاء متزنة استاتيكا وديناميكيا والكباس مزود بالاتى:

١ - طلمبة تزييت من النوع الموجب والمؤمن ضد عكس الدوران.
٢ - محرك كهربى معزول يتحمل اقصى قدرة مسحوبة من الكباس و قادر على تحمل ١٠% زيادة فى قدرة العمل المطلوب لمدة ساعتين بدون ضرر.
٣ - مصفاه للزيت.
٤ - سخان للزيت.
٥ - ملف امان داخلى للزيت وزجاجة بيان.
٦ - صندوق للتوصيل لاطراف التوصيلات الكهربى.
٧ - عوازل من المطاط للحد من الذبذبات الناتجة من دوران الكباس.
٨ - الموتور الكهربى يبرد باستخدام مركب التبريد المسحوب الى داخل الكباس.

ج- ملف المبخر

- مصنع من مواسير النحاس (Copper Tube Inner Grove) وغير ملحومة طوليا والمركب عليها زعانف Fins للتبادل الحرارى فى حدود (١٢- ١٤) زعنفة لكل بوصة طولية من الملف ويجب أن يتحمل ملف المبخر ضغط حتى ٣٤ ضغط جوي بدون تسريب والمبخر من النوع المحتوى داخل مجرى هواء.

د- ملف المكثف

- من النوع الذى يبرد بالهواء والمصنع من مواسير نحاس (COPPER TUBE INNER GROVE) غير ملحومة طوليا وعليها زعانف بطريقة التمدد الميكانيكى لمواسير النحاس ويجب أن لايقل ضغط الأختبار ضد التسريب عن ٣٤ضغط جوي ولا يقل عدد الزعانف عن ١٢زعنفة لكل بوصة طولية من المكثف.

هـ- مراوح المبخر والمكثف

- من النوع الطارد المركزى(Centrifugal Fan) ثنائية المدخل متزنة استاتيكيا وديناميكيا ومزودة بريش والمروحة مركبة على محور محمل على كراسي من النوع دائم التشحيم ومحرك

المروحة أحادي الأوجه معزول (Class B) وجميع المكونات من توريدات شركات عالمية معروفة.

و- لوحة التحكم والتشغيل

- عبارة عن كابينة من ألواح الصلب المدهون سهلة الفك للكشف وأعمال الصيانة وداخلها جميع أجهزة التحكم والتشغيل لمكونات وحدة التكييف وتحتوى على الأتى:

١. كونتاكتور التشغيل و الحمل الزائد (over load) لكل كباس.
٢. ريليهات التحكم ٢٤ فولت.
٣. محول تيار ٢٢٠/٢٤ فولت.
٤. تايمر لكل كباس (حتى لا يعمل الكباس إلا بعد مرور ثلاث دقائق من توقفه).
٥. جهاز حماية ضد إنخفاض الجهد أو إرتفاعه المفاجئ .
٦. فيوزات تحكم.

ز- وحدات التكييف المركزى

وهى أعمال تخصصية يلزم الرجوع إلى كود تكييف الهواء المصرى وكود ASHREA لهذه الأعمال علماً بأن كافة بنودها من التشيلر والطلمبات وأبراج التبريد ووحدات الملف والمروحة أووحدات المناولة جميعها يتم أختيارها وتصنيعها طبقاً لأختيار الكود المناسب.

٢-٢-٢٢ أنظمة الأنذار وإطفاء الحريق

ينبغى الأشارة بأن هذه النظم ذات أهمية قصوى لسلامة التشغيل وينبغى أن يقوم بها متخصصين فى هذا المجال ويرجع إلى كودات الحريق المصرية والعالمية بشأنها.

<u>أولاً</u>: أسس التصميم

يشير كود الحريق المصرى إلى أسس التصميم لنظم الوقاية من أخطار الحريق تضمن هذه الأسس مايلى:

١. تصنيف أماكن الإشغال.
٢. المعدات والتجهيزات الموجوده ومكامن الخطوره بها ودرجتها وتصنيفها.
٣. اقتراح الأسلوب الأمثل للإنذار وكذلك الإطفاء وبما يتلائم مع ما جاء عاليه فى (١) ، (٢) وأستخدام الكود فى الحصول على البيانات التصميمية.

ثانياً: التصميم

١. التصميمات الهندسية المطلوبة للأنظمة المقترحه تتم بما يضمن التغطية الكاملة للمكان دون وجود أى مساحات او فراغات لا تغطى بهذه النظم مجتمعة أو منفرده حسب طبيعة المكان والتوصيات الوارده بكود الحريق فى هذا الشأن.
٢. المواصفات لمعدات وأجهزة الوقاية من الحريق تكون مطابقة لمتطلبات كود الحريق وتكون موردة من جهات معتمده.

ثالثاً: التنفيذ والتسليم والاختبارات

يجب أن يتم التنفيذ لهذه الأعمال التخصصية بواسطة مقاولين معتمدين مصنعين لهذه الأعمال وتجرى تجارب التسليم لهذه الانظمة طبقاً لما ورد فى كود الوقاية من أخطار الحريق المصرى ومكملاته من أكواد عالمية تم الأشاره إليها فيه.

٢-١٢-٢٢-١ تصنيف أنظمة الأنذار والاطفاء

أ- الأنذار

يوجد العديد من أنظمة الانذار والاطفاء والتى يتم إعتمادها للوقاية من اخطار الحريق طبقاً للمتطلبات ونوردها على النحو التالى:

أولاً :أنظمة الانذار

١. الانذار اليدوى

هو مجموعة مفاتيح تشغيل يدوية مرتبطة بأجراس أو سرايين أو أضواء فلاشر منفرده أو مجتمعه وهى للانذار عن وجود حريق.

٢. الأنذار الألى

- وهو يصنف إلى النظام التقليدى (Conventional) او المقصود (Addressable) وهو يتكون فى كلتا الحالتين من مجموعة حساسات تقليدية (دخان ، حرارة ، لهب) متصلة بدوائر كهربية بلوحة إنذار ومكملات النظام لاصدار أشارات الأنذار اللازمة عند حدوث حريق ويختلف التقليدي عن المعنون فى أن هذه اللوحة تحدد بالضبط مكان الحريق أو لا تظهره.
- يمكن أن يكون حساسات هذا النظام عبارة عن حساسات كاميرات فيديو (Video Smoke Detections) متصلة أيضاً بلوحة الانذار ومكونات النظام الاخرى.
- فى مجارى الكابلات والأنفاق الخاصة بها يستخدم أيضاً مايسمى بالحساس الخطى (Linear Detector) وهو كابل يوضع مع الكابلات ويحس بأى ارتفاع غير طبيعى لدرجة حرارة سطح الكابل ومتصل بلوحة الانذار لترجمة ذلك إلى أشارة لوجود خطر حدوث حريق.

- فـى بعـض الأمـاكن ذات الأهميـه القصـوى يوصـى بإسـتخدام حساسـات الانـذار المبكـر جـداً (VESDA Very Early Smoke Detector) مفصلة أيضاً بلوحة الأنذار.
- في النظام التقليدي يكون نظام الإنذار عبارة عن مناطق (Zones) وهي تقوم بتحديد منطقة الحريق وليس المكان بالضبط.
- في النظام المعنون يكون نظام الأنذار عبارة عن حلقات (Loops) وهي تحدد بالضبط مكان الحريق.
- يمكن أن يتم توصيل نظم الأنذار بمحطات ومراكز مصلحة الحماية المدنية للابلاغ الالى عن وجود حريق.

ثانياً: الأطفاء

الاطفاء تتعدد أنظمته والوسائل المستخدمة به وهى:

١. نظم أطفاء بالغازات النظيفه

وهى مثل ثانى أكسيد الكربون فى الأماكن الغير مشغوله بالأفراد أوغازات غير ضاره مثل FM أو (Inergin) أوما يكافئهم.

٢. نظم الاطفاء بالمياه

وتكون هذه النظم يدوية وآليه ففى النظم اليدوية يوجد خزان مياه بحجم لتغطية الموقع وملحقه به غرفة طلمبات (كهربيه وأحتياطية تدار بالديزل وطلمبات تعويض ضغط جوكى) وشبكة مياه فى أطرافها المحتله صناديق حريق جراء قاذفات خراطيم ٢,٥ بوصه كما يمكن أن تغطى هذه الشبكة أيضاً صناديق الخراطيم على بكره (Hose Reel) أوتغذية نظام إطفاء ألى بالرشاشات التى تغطى أجزاء المبنى المسموح بإستخدام رشاشات المياه بها، وهنا يجدر الاشارة لوجود أنظمة إطفاء بالمياه فـى صـورة رذاذ (Mist) أو صـورة ضـباب (Fog) وكلاهمـا قـد يكـون بـديلاً عـن أنظمـة الغـاز النظيف.

٢-٢-٢٣ المصاعد

فى حالة الحاجة لوجود مصاعد بمحطات المياه والصرف وروافعها يتم الرجوع إلى كود المصاعد المصرى وينبغى مراعاة متطلباته فى التصميم والاختبار والتنفيذ ومن البيانات الرئيسية فى هذه المعدات :

١. سرعة الحركة للكابينه.
٢. عدد مرات التوقف.
٣. أبعاد الكابينه والحمولة.

٤. نوع النظام Duplex أو Simplex.
٥. آلات الجر والحبال والدلائل.
٦. أنظمة السلامه والاتصال.
٧. الفرامل ونظم الإيقاف العادى والأضطرارى.
٨. الموتورات والانفرترات وبوادئ الحركة.
٩. حسب طبيعة التصميم الإنشائى ينص على أسلوب ووسيلة تخفيض السرعات هل هى بدون صندوق تروس (Gearles) أو بواسطة صندوق تروس حيث الأول لا يحتاج لغرفة ماكينات.
١٠. الاختبارات المطلوبة لتسليم المصعد.

- وفيما يلى المواصفات الفنية العامة التى ينبغى التقيد بها وهى معده طبقاً لكود المصاعد المصرى والأكواد والشفرات المكملة:-

١- دلائل الحركة للصاعدة وثقل الموازنة (GUIDE RAILS)

يجب عند التصميم مراعاة التالى:-

- أن تمتد دلائل الحركة للصاعدة ولثقل الموازنة من أرضية البئر إلى أسفل البلاطة الخرسانية لسقف البئر، مع تحديد مسار الصاعدة وثقل الموازنة و دليلى حركة على الأقل مصنوعين من الصلب القاسي عالى الجودة على شكل T-section بأبعاد تناسب الحمل المقنن للمصعد. وتكون أسطح الاحتكاك مصقولة آلياً.
- يجب ان تثبت أجزاء دلائل الحركة جيداً بحائط بئر المصعد بواسطة كوابيل من الصلب الثقيل بحيث تقلل من الاهتزازات الناتجة عن حركة الصاعدة أو ثقل الموازنة ، ويجب ان تكون المسافة بين الكوابيل مطابقة للكود المصرى للمصاعد .
- يجب أن تتحمل دلائل الحركة وأدوات تثبيتها، وبدون حدوث تشوه دائم بها، الحمل الناتج عن تشغيل جهاز الأمان للصاعدة (البراشوت) بكامل حمولتها أو ثقل الموازنة.
- يجب ضبط استقامة جميع الأعمدة تماماً ويجب أن تسمح طريقة تثبيت أعمدة دلائل الحركة في أذرع تحميلها وفي المبنى بتعويض أثار استقرار المبنى أو انكماش الخرسانة .

٢- ماكينة الجر (LIFT MACHINE AND TRACTION SHEAVE)

أ- يجب أن تتوفر بالماكينة المواصفات التالية:

- أن تكون ماكينة الجر مكونة من حلزونة من الصلب المتين المقسي المجلخ، مفرزة إلى الشكل النهائي من قطعة واحدة مخروطة تماماً لتؤدى وظيفتها بانتظام، وهى ترتكز على جلب

من البرونز الفسفورى وكراسى مزدوجة ذات محاور لتتحمل الدفع فى الاتجاهين وتعمل دون أن يصدر عنها صوت أو إهتزازات أثناء التشغيل.

- أن تكون تروس الجر الخاص بإدارة الدرفيل وطارة الشد مصنوعة من البرونز الفسفوري داخل غلاف ماكينة الجر والمكونة من الحلزونة وترسها الفسفوري داخل غلاف معدني محكم القفل وأن يتم تزييت جميع الأجزاء ذاتياً (أتوماتيكياً).

ب- طارات الجر والمناولة تكون مصنوعة من الحديد المسبوك المقصى الغير قابل للتآكل ومخروط بها مجارى خاصة بحبال الجر ذات معامل جر ثابت لا يسمح بحدوث أى تلف أوهروب أوإنزلاق لحبال الجر عند صعود أو نزول الصاعدة وهى محملة بكامل حمولتها أو بحمل زائد مقداره ٢٥% ، ويجب أن يتوفر في طارات الجر والمناولة المواصفات الأتية :

- ألا يقل قطر الطارة الجر أوالمناولة عن ٤٠مرة قطر أحد حبال الجر.
- أن تثبت طارات المناولة على كمر من الحديد مربوطاً رباطاً تاماً وهو مثبت داخل الحائط أوعلى قواعد بأعلى سقف البئر.
- أن تكون كراسي محاور طارات الجر أوالمناولة مزودة بمشاحم خاصة كافية لجعلها دائماً في حالة تشحيم مستمر.

ج- يجب أن تجهز الماكينة بجهاز لجر الصاعدة بإدارة اليد عندما يحدث خلل بأجهزة المصعد بسبب وقوف الصاعدة في موضع خلاف المطلوب.

٣- المحرك الكهربائي (HOISTING MOTOR)

- يكون المحرك من النوع ذو القفص السنجابي SQUIRREL CAGE وذو عزم دوران عالى مصمم خصيصا لتشغيل المصاعد الكهربية على السرعات المتغيرة(VVVF).
- أن يكون ذو قدرة كافية لتشغيل المصعد محملا بحمل قدره ١٢٥% من الحمل الكامل مدة ساعتين يعقبه التشغيل على الحمل الكامل لمدة ست ساعات دون أن ترتفع درجة حرارة أي جزء من أجزائه الداخلية عن ٤٥ درجة مئوية فوق درجة حرارة غرفة الماكينات وذلك على أساس إجراء ٢٤٠عملية بدء حركة فى الساعة بكفاءة تامة.
- أن يكون مزودا بمروحة تبريد وطرد للأتربة أثناء التشغيل، ويكون قادراً على العمل بكفاءة تامة في حالة زيادة أونقص في الجهد بمقدار ١٠% بدون خلل في الدوران.
- يجب أن يكون فرش محرك الجر والماكينة مصممين معاً ومجمعين في مصنع الإنتاج وليس في الموقع وأن يكونا في حالة إتزان وضبط دقيق بحيث لا تهتز أو يصدر عنها أى صوت

غير عادى خلال التشغيل كما يجب تثبيت قاعدة الماكينة على موانع للإهتزاز بحيث لا ينتقل عنها الى المبنى.

- يجب أن تكون معدات نقل الحركة من النوع قليل الضوضاء والإهتزازات ولا يزيد مستوى الضوضاء لها عن ٦٠ ديسيبل.

٤- جهاز الفرملة الكهروميكانيكية (ELECTRO MECHANICAL BRAKE)

- جهاز الفرملة الكهربائية يعمل بواسطة ملف خاص يتم تشغيله بالتيار المستمر ويكون مصمم بحيث ينقبض ميكانيكيا ويفتح كهربيا بحيث يمكنها ايقاف الصاعدة بكامل حمولتها وسرعتها، وهى تعمل آليا بمجرد انقطاع التيار.

٥- كراسي الحركة للصاعدة وثقل الموازنة (GUIDE SHOES)

- تكون كراسى الحركة مصممة بحيث تعطى انزلاقا جيدا على دلائل الحركة دون حدوث أى صوت ملحوظ من داخل الصاعدة، وأن تسمح بعملية الضبط والإستبدال والتركيب دون عائق.
- أن تكون مزودة بوسائل تزييت خاصة لضمان سهولة الانزلاق بصفة مستمرة أثناء عمل المصعد، وأن تكون المواد المستخدمة فى التزييت من النوع المضاد للحريق.

٦- أحبال الجر (ROPES)

- تجهز المصاعد بحبال جر مصنوعة من أسلاك مجدولة من الصلب القياسى عالى الجودة بمقاس وعدد كافي لتأمين متطلبات التشغيل والسلامة. وتقدم عينة من الحبال المستخدمة مرفقة بشهادات الإختبار اللازمة والتى توضح تطابق التركيب والاستطالة والشد والمرونة ... إلخ مع المواصفات القياسية المصرية والعالمية .
- تكون أحبال الجر من النوع الأكثر إنطباقاً على مجراه وتتحمل قوة شد قبل الكسر مقدارها على الأقل ١٢ أمثال قوة الشد المطلوب في التشغيل على الحمل الكامل، وأن يكون عدد الحبال المستخدمة للمصعد طبقاً لحمولته ولأسس التصميم وشروط التنفيذ بالكود المصرى للمصاعد.
- تزود أحبال الجر في أطرافها بأدوات تعمل على موازنة الشد فيها تلقائيا. ويزود كل حبل بجهاز ضبط آلي مستقل. ويجب ألا تقل قوة الشد بالاسلاك المفردة لحبال الجر عن ١٥٧٠ نيوتن/مم٢ ولا تزيد عن ١٧٧٠ نيوتن/مم٢ .

٧- ثقل الموازنة (COUNTERWEIGHT)

- يتكون ثقل الموازنة من قطع متساوية من الحديد الزهر المسبوك بقطاع مناسب للمكان الذي سيوضع فيه ويثبت على عمودين من الصلب لحمل الأثقال بحيث تمنع القطع المكونة للثقل من الحركة أثناء تشغيل المصعد.
- يراعى تجهيز بئر الصاعدة بأجهزة لمنع الإصطدام توضع أسفل الصاعدة وثقل الموازنة ويراعى يكون الوزن الكلى لثقل الموازنة بحوامله وأربطته تساوي ثقل الصاعدة الكاملة مضافاً إليه نصف الحمولة المقدرة للتشغيل بالمصعد.

٨- الصاعــدة (CAR)

- تصنع جوانب الصاعدة وسقفها من ألواح من الصاج الصلب بسمك لا يقل عن ١,٥ مم وتدهن بطبقة من دهان مقاوم للصدأ من الخارج ويجب ألا تصنع الأرضية والجوانب والسقف من مواد تسبب خطورة بتوليد غازات أو دخان عند تعرضها للهب .
- تزود الصاعدة بباب داخلي من النوع المنزلق أتوماتيكياً ومصنع من الصاج المغلف بالاستانلس الفاخر طبقاً لإعتماد الاستشاري.
- يزود باب الصاعدة بستارة كهروضوئية تعمل على اعادة فتح الباب إذا ما إعترض الأشعة أى جسم أثناء عملية غلق الباب .
- يكون موتور الباب من النوع الذى يعمل بسرعات متغيرة (Variable Speed) ويتم تصميم الأبواب بحيث تخفف إلى أقصى حد ممكن تأثير صدم الباب للأشخاص أثناء إنغلاقه، ويجب ألا يتعدى الجهد لمنع الباب من الإنغلاق عن ١٥٠ نيوتن على ألا يقاس هذا الجهد عند ابتداء الباب بالإنغلاق .
- يزود كل باب بجهاز حماية (Door Pressure Detector) بحيث يمكن إعادة فتح الباب تلقائياً فى حالة الإغلاق على جسم أحد الركاب ويسمح بأن يكون تأثير هذه الأداة غير فعال خلال ٥٠ مم من نهاية مسار الغلق ، ويتم منع المصعد من الحركة فى حالة عدم إغلاق الباب .
- يجب أن يضمن كل مدخل عتب، عتبة ذات قوة كافية لتحمل مرور الأحمال الداخلة إلى الصاعدة وتستعمل كعوب غير معدنية تنزلق بسهولة فى مجرى موجود فى العتبة وذلك لتوجيه الأبواب فى أجزائها السفلية.
- أن يكون باب الصاعدة مقاوم للحريق لمدة ١٢٠ دقيقة .

- تكون الحوائط مغلفة بالاستانلس أستيل (بانوهات) وبسمك لا يقل عن ٠,٦ مم وذات متانة ميكانيكية بحيث لو تم التأثير عليه بقوة ٣٠٠ نيوتن في الإتجاه العمودي في أي نقطة من داخل الصاعدة في إتجاه الخارج موزعة بانتظام علي مساحة ٥ سم٢ فإن الحائط يقاوم بلا تشوه دائم كما يقاوم بلا تشوه مرن يزيد علي ١٥سم ، علي أن تكون نلك البانوهات بشكل ديكورى مناسب وطبقا لإعتماد الاستشارى .
- يزود شاسية الصاعدة بأربعة كراسى إنزلاق على الأقل على دلائل حركاتها وقابلة للتغيير، تثبت إثنين منها فى أعلى الصاعدة وإثنين فى أسفلها ، بالإضافة إلي أجهزة تعليق حبال الجر وجهاز فرملة الصاعدة.
- تزود الصاعدة بالاضاءة الداخلية الغير مباشرة وإضاءة طوارئ تعمل عند انقطاع التيار الكهربى، كما تزود بمرآة سمك ٦مم بالجهة المقابلة لباب الصاعدة .
- تزود الصاعدة بوسائل التهوية اللازمة بالإضافة لعمل فتحات تهوية طبيعية .
- يتم تركيب مساند (Handrail) من الصلب غير القابل للصدأ (الاستانلس ستيل) وتكون المساند على الجوانب الثلاثة للصاعدة وتكون المساند إما مستمرة أوعلى أجزاء.
- تحتوي الصاعدة على وسيلة إتصال تليفوني معدة للربط بسنترال المبنى كما تحتوي على "إنتركم" مع سماعة متصلة بغرفة الماكينات .
- يجب أن تكون لوحة التشغيل والتحكم من داخل الصاعدة من النوع الرقمى(Digital) وتكون مزودة بالآتى:

١. مبين الادوار من النوع الرقمي (Digital) لبيان مكان الصاعدة بالبئر.
٢. لوحة مبين عليها حمولة المصعد وعدد الأشخاص.
٣. أزرار تسجيل الطلبات بعدد الأدوار من النوع المضيئ.
٤. أسهم إشارة مضيئة لبيان إتجاه حركة المصعد صعودا وهبوطا.
٥. زر لإيقاف الصاعدة على أن يلغي جميع الطلبات عند تشغيله.
٦. زر لغلق باب الصاعدة وآخر لإعادة فتح الباب.
٧. مفتاح لتشغيل المروحة وآخر لتشغيل الاضاءة.
٨. مفتاح فصل وتوصيل دوائر تشغيل الصاعدة وتحويل تشغيل المصعد بواسطة العامل أوبدونه بالإضافة لإلغاء الطلبات الخارجية وتحديد أولوية الطلبات.
٩. جرس تنبيه بنغمة (Gong) للتنبيه بوصول الصاعدة للدور المطلوب.

- تزود الصاعدة بجهاز الحمولة الزائدة كامل بوحدة تنبيه ضوئية وصوتية ويعمل على إيقاف المصعد عند الحمولة الزائدة بالمصعد وعدم الاستجابة للطلبات الخارجية في حالة إكتمال الحمولة للمصعد.
- يجب ان تزود الصاعدة بلوحة تثبت على سقف الصاعدة تستخدم أثناء الصيانة بحيث تلغي تشغيل المصعد من داخل الصاعدة او خارجها أومن غرفة الماكينات لكي يتحكم عمال الصيانة وحدهم في تشغيل المصعد أثناء الصيانة الدورية صعوداً وهبوطاً وتقفل جميع الأبواب في جميع الأدوار أثناء سير المصعد وقت الصيانة.

٩- أبواب الأعتاب (DOORS)

- يزود كل من باب الصاعدة وأبواب الأعتاب بوسائل التحكم اللازمة بحيث لا تفتح إلا إذا كانت الصاعدة متوقفة خلف هذا الباب مباشرة.

١٠- مانعات التصادم (أجهزة إمتصاص الصدمات) (BUFFERS)

- يتم تصميم المصدات الموجودة فى نهاية مسار الصاعدة وثقل الموازنة بقاع البئربحيث تكون قادرة على ايقاف الصاعدة وهي محملة بحملها الكامل وبسرعتها القصوى بصورة تدريجية تقلل من الأثار الناتجة عن عملية التصادم ودون ان يحدث لها اى تشوه دائم ، ولا يتم تغييرها اذا لزم الأمر الا بعد الرجوع للاستشاري .
- تثبت المصدات تحت كل من الصاعدة وثقل الموازنة بحيث تكون مثبتة بقوة إلى أرضية البئر وتكون قادرة على ايقاف الصاعدة أو ثقل الموازنة فى حالات الطوارئ.
- تكون مانعات التصادم الهيدروليكية مصممة بحيث يسهل التأكد من منسوب الزيت فيها.

١١- بئر المصعد (HOISTING PIT)

- يجب أن يجهز البئر بإضاءة كهربائية دائمة تعطي شدة إضاءة ٥٠ لوكس على الأقل على مسافة متر واحد فوق سطح الصاعدة وفوق أرضية البئر حتى عندما تكون جميع الأبواب مغلقة. يتكون نظام الإضاءة من وحدة إضاءة تركب على مسافات مناسبة في البئر، وأن تكون الوحدة مغطاة بشبك معدني لحمايتها وبحيث يكون مفتاحها بالدور الأرضي.
- يتم عمل فاصل بين الثقل والصاعدة بارتفاع ٣٠ سم عن أرضية البئر وبارتفاع لايقل عن ٢,٥ م من الشبك الصلب وبعرض الجزء المتحرك + ٠,١ م من كل جانب علي الأقل.
- يتم تجهيز البئر بعد الإنتهاء من التركيبات بعمل حاجز بإرتفاع لا يقل عن ٢,٥متر بين أي مصعدين متجاورين في نفس البئر.

- لتأمين الفراغ أسفل بئر الصاعدة وثقل الموازنة يتم وضع دعامة قوية اسفل ثقل الموازنة تمتد إلى الأرض الثابتة أو يتم تزويد ثقل الموازنة بمجموعة فرامل الأمان (البراشوت).

١٢- منظم السرعة (SPEED GOVERNOR)

- يجب أن يحدث اطلاق لمنظم السرعة عند سرعة تساوي على الأقل ١١٥% من السرعة المقررة. ويعمل منظم السرعة على إيقاف المصعد عن طريق وسيلة حماية كهربائية عند بلوغ الصاعدة السرعة اللازمة لإطلاق منظم السرعة ويعمل على إيقاف المحرك وتشغيل فرامل الماكينة وجهاز البراشوت ولا يتم إعادة توصيل التيار إلا بإعادة مجموعة فرامل الأمان للصاعدة (البراشوت) لحالتة الأولية يدويا.
- يتم تشغيل منظم السرعة بواسطة حبل من سلك صلب عالى المرونة مصمم خصيصاً لهذه الغاية على ألا يقل معامل الأمان الخاص بقوة الشد اللازمة لقطع حبل منظم السرعة عن ٨ أمثال قوة الشد اللازمة لتشغيل مجموعة فرامل الأمان (البراشوت) وألا يقل قطره عن ٦مم ويكون من السهل نزعه من مجموعة فرامل الأمان للصاعدة. ويجب أن يتم شد الحبل بواسطة طارة بدليل.

١٣- مجموعة فرامل الأمان للصاعدة (البراشوت)

- يتم تزويد كل مصعد بمجموعة فرامل الأمان (البراشوت) الذى يعمل فى إتجاة النزول ويمكنه إيقاف الصاعدة وهى بكامل حمولتها المقررة أو ثقل الموازنة وذلك عند الوصول لسرعة الأطلاق لجهاز منظم السرعة وذلك بالأنقباض على دلائل الحركة وإيقاف الصاعدة أو ثقل الموازنة فى مكانها حتى فى حالة قطع حبال الجر، ويتم إطلاق مجموعة فرامل الأمان (البراشوت) بواسطة منظم للسرعة.

١٤- قواطع نهاية المشوار

- يجب أن يزود كل مصعد بقواطع نهاية المشوار وتركب أقرب ما يمكن للأدوار النهائية وتضبط بحيث تعمل بعد تجاوز الصاعدة لمستوى الأدوار النهائية كما يجب أن تعمل قبل أن تصل الصاعدة (أو ثقل الموازنة) إلى مصادمة مانعات التصادم كما يجب أن يظل تأثير عمل القواطع أثناء إنضغاط مانعات التصادم.
- يجب ألا يعود المصعد آلياً للعمل بعد توقفه بسبب قواطع نهاية المشوار .

١٥- نظام التشغيل والتحكم

- يعمل بنظام التشغيل الأوتوماتيكى التجميعى الأنتقائى (Operation, Automatic Selective Collective) بواسطة زر للصعود وآخر للهبوط لكل دور (ما عدا الدورين

السفلى والعلوى) ، وتتحرك الصاعدة لتلبية طلبات الصعود فى حالة تحركها لاعلى وتلبى طلبات الهبوط فى حالة تحركها لإسفل.

- يزود مفاتيح الطلب بالأدوار بإضاءة لتوضيح الأستجابة للطلب ، وكما بجدول التوصيف المرفق .

١٦- لوحة التحكم الرئيسية

- لوحة كنترول رأسية تثبت بإرضية الغرفة، والجسم مصنوعة من الصاج سمك ١,٥مم مزودة بباب مفصلي من الأمام وبحيث يمكن الوصول لجميع أجزاء اللوحة بسهولة ومزودة بوسائل التهوية الكافية بحيث لا تزيد درجة الحرارة داخل اللوحة عن الحد المسموح به للتشغيل ويجب أن تكون مغلقة بإحكام بحيث تمنع تسرب المياة والاتربة (IP 44).
- يكون التحكم من النوع ميكروبروسيسور (Microprocessor) وباستخدام جهاز مغير السرعة الترددى Variable Speed Drive ذو قدرة وجهد مناسبة لماكينة المصعد.
- وتكون لوحة التحكم الرئيسية يتوفر بها الحمايات الآتية:

أ- جهاز مصحح أوجه التيار (Phase Corrector) وجهاز يمنع التشغيل في حالة سقوط أحد أوجه التيار (Phase Failure).

ب- جهاز لفصل التيار عند ارتفاع درجة حرارة المحرك عن الحد المسموح به.

ج- جهاز لفصل التغذية عن المصعد عند زيادة أو نقص جهد التغذية بمقدار ١٠%.

د- جهاز الوقاية من زيادة التيار على أي مكون من مكونات دائرة التحكم.

هـ- جهاز الحماية من تيار التسرب الأرضي لجميع المحركات.

و- جهاز الحمولة الكاملة لمنع قبول طلبات خارجية عند اكتمال الحمولة.

ز- جهاز الحمولة الزائدة لمنع تشغيل المصعد عند زيادة الحمولة مع إعطاء إشارة ضوئية وجرس رنان عند زيادة الحمولة.

ح- جهاز للطوارئ يعمل على الوصول بالمصعد أتوماتيكيا الى أقرب عتب أووصولا للدور فى الإتجاه الاقرب عند انقطاع التيار كاملا بالبطاريات وجهاز الشحن وتكون من نوع النيكل كادميوم الذي لا ينتج عنه أبخرة غازية ولا يحتاج إلي صيانة Maintenance-Free.

ط- جهاز قطع التيار الكهربائي وإيقاف المصعد فى حالة ارتخاء حبال الجر.

١٧- مغير السرعة الترددى (VFD (Variable Frequancy Drive

- يعمل بنظام (PWM) ويكون مناسب للعمل مع الميكروكنترول. ويكون تغيير السرعة بطريقة غير محسوسة بتغير قيمة كلاً من الجهد والتردد للموتور وتكون أشباه الموصلات الموجودة بدائرة Inverter بتكنولوجيا IGBT.
- تكون اللوحة الخاصة بـ VFD ذو درجة حماية عالية (IP44) بحيث تمنع الأتربة والماء المتطاير وتعمل حتى درجة حرارة ٥٠درجة مئوية وتحتوى لوحة VFD على مروحة لعمل التهوية المناسبة ويكون تحديد سرعة المروحة أتوماتيكياً فى حالة حدوث زيادة فى الجهد أو التيار عند تغير السرعة ويحتوى VFD على DC Link or Reactor للحد من زيادة فى التيار وتقليل معامل التشويش الناتج من التوافقيات Harmonics. ويجب أن يزود VFD بمبين زيادة الجهد لعمل الحماية اللازمة للمحافظة على العمر الإفتراضى للعزل الخاص بالموتور .

١٨- لوحة تغذية المصعد بالتيار الكهربى والتوصيلات الكهربية اللازمة

- يجب أن يتم تركيب لوحة تغذية للمصعد توضع في مكان مناسب داخل حجرة الماكينات تشمل مفاتيح ثلاثية ولمبة بيان للمصعد وداخل دولاب معدني محكم القفل من نوع معتمد ومثبتة جيداً بالحائط تركب قبل لوحة التشغيل.
- جميع التوصيلات الكهربائية بغرفة الماكينات تكون من كابلات (تحكم – قوي) من النوع المعزول (P.V.C) داخل مواسير صلب مجلفن أو ترنكات من الصاج المجلفن ذات غطاء وكذلك توصيلات أزرار الطلب بالأدوار .

١٩- مفتاح رجل اطفاء الحريق (FIRE MAN SWITCH)

- يتم تركيب مفتاح رجل اطفاء الحريق بالطابق الأرضي، وهذا المفتاح في حالة الأستعمال يلغي المصعد جميع الطلبات وينزل إلى الطابق الأرضي ويفتح الباب جاهزاً لاستعمال الاطفائي.

٢٠- الوقاية ضد التآكل والصدأ

- تغطي جميع الحوامل والإطارات القابلة للصدأ بمادة معتمدة وذلك حتى لا تتأثر بالرطوبة والأملاح كالجلفنة أو القصدرة أو الطلاء بالكروم ويراعى في ذلك المسامير المستخدمة وكذلك أبواب الصاعدة والعتب .

٢-٢-٢٤ الصمامات (المحابس)

- الصمامات هى أدوات التحكم التى تركب على خطوط المواسير ومن وظائفها (القفل – تنظيم مرور المياه فى إتجاه واحد – إخراج الهواء من المواسير).
- أنواع الصمامات (المحابس) الأكثر إستخداما فى أعمال المياه هى:

١- صمام البوابة (السكينة) Gate Valve
٢ – صمام الفراشة Butter Fly Valve
٣ – صمام عدم الرجوع Check / Non – Return Valve
٤ – صمام الهواء Air Valve
٥ – صمام تخفيض الضغط Pressure Reducing Valve
٦- صمام العوامة Float Valve

أ- صمام البوابة (السكينة) (Gate Valve)

- الغرض من إستخدام الصمام
  - حبس المياه عن المرور فى المواسير

هذا النوع من الصمامات لا يستخدم فى التحكم فى سريان المياه وذلك لأنه مع الفتح الجزئى للصمام فإن سرعة المياه تزيد وتحدث تأكلا بحلقات الإحكام بجسم الصمام والبوابة.

- يوجد نوعان من هذه الصمامات
- النوع الأول: (النوع الثابت)

يثبت عمود الصمام (الفتيل) بحلقة فى غطاء الصمام والجزء المقلوظ منه يدور داخل الصامولة المقلوظة (الجشمة) المثبتة فى داخل بوابة الصمام فعند إدارة طارة الصمام يلف العمود (الفتيل) فتتحرك عليه بوابة الصمام (الرغيف) لأعلى أولأسفل٠

- النوع الثانى: الصمام ذو الفتيل الصاعد (Rising Stem)

فى هذا النوع توجد صامولة مقلوظة ثابتة فى طارة الصمام يتحرك فيها الفتيل لأعلى وأسفل ويوجد عدد ٢ دليل داخل جسم الصمام يمنع إنحراف البوابة عن مسارها٠

هذا النوع من الصمامات يركب داخل غرفة يكون لها سقف أعلى من إرتفاع الفتيل بعد فتح الصمام كاملا بمسافة لا تقل عن ٥٠ سم حتى يتمكن عامل الفتح من فتح الصمام بأمان وعادة تكون الصمامات أكبر من ٤٠٠ مم لها فرع جانبى خارج جسم الصمام (By- Pass) يصل جهتى الصمام ويركب عليه صمام صغير قطره ١٠/١ من قطر الصمام يتم فتحه عند

فتح الصمام ، لمعادلة الضغط على جانبى البوابة لتلافى القوةالناشئة على البوابة نتيجة الضغط الداخلى للمياه على جانب واحد منها وبالتالى يصبح من الصعب على أى عامل فتح الصمام لوجود قوة إحتكاك كبيرة بين البوابة وحلقات الإحكام بجسم الصمام فى الناحية المضادة لقوة ضغط المياه مما يؤدى إلى كسر فى حلقات الإحكام بالبوابة أو بحلقات الإحكام بجسم الصمام.

ب- وصلات المواسير والفلانشات ومسامير الربط

يستخدم فى توصيل المواسير أما اللحامات أو وصلات قياسية أو فلانشات والجدول المرفق رقم (٢-١٣)يوضح طرق توصيل المواسير فى الشبكات.

ج. الفلانشات

وهى تكون باقطار أكبر من قطر الماسوره ويكون مجهزاً ومشغلاً حسب نوع المعدن وكذلك الجوان المستخدم والضغوط فى خط المواسير المركبه عليه.

د. الجوانات

وهى لمنع تسريب السائل خلال الوصلات وهى تعتمد على نوع السائل ودرجة حرارته ومواصفاته الكيميائيه وقد تكون غير معدنيه مثل الأسبتوس أوالكونجريت أوالمطاط وتبلغ سمك الجوانات ٣مم فى العديد من التطبيقات ويجب أن يكون سطح الفلانشات التى تركب علها الجوانات مجهز لذلك ويرجع إلى الموافقه ASTM B16-21 وكذلك AWWA C100 حسب نوع الجوانات والفلانشات.

والجدول المرفق يبين أنواع الوصلات والفلانشات المستخدمة فى المواسير جدول رقم (٢-١٣).

هـ. وصلات اللحام

وهى تخضع لمواصفات AWS والتى تعطى التفاصيل الفنيه لوصلات اللحام.

و. المسامير والصواميل

تستخدم المسامير والصواميل فى تجميع الوصلات ويطبق على ذلك المواصفه AWWA وتكون من الصلب الذي لايصدأ ٣١٦ L أ و مجلفنة.

ز. محابس الفراشة Butterfly Valves:

هذا الصمام يركب على خطوط طرد الطلمبات للمياة النقية ولايركب على خطوط سحب الطلمبات وهو عبارة عن بوابة تتحرك فى مكانها حول محور (بنز) مثبت من طرفية فى جسم المحبس وجسم المحبس عبارة عن جزء يشبة الماسورة المركب عليها وبنفس القطر ومزود بفلانشتين مخرمة بعدد يماثل الضغط القياسى المصمم علية خط المواسير (PN). وتصنع

بوابة (قرص الحبس) من الصلب الذى لايصدأ أو البرونز ومزود بحلقات تآكل وهذا المحبس يمكن يدار يدويا أو كهربائيا أو الأثنين معا ويصنع المحبس أما من الصلب/الزهر أو الزهر المرن

ح. صمام الهواء:

يستخدم هذا الصمام فى خط طرد المواسير الصاعدة لطلمبات الأعماق فوق البئر لسماح الهواء للخروج من المواسير لتحسين أداء الطلمبات أو يركب على خطوط مواسير المياة فى الأماكن العالية.

وهذة المحابس قد تكون مفرد أى بكرة (عوامة) واحدةأو بكرتين (عوامتين) ويصنع بدن المحبس من الزهر أو الزهر المرن ويركب أسفل محبس الهواء محبس آخر سكينة لأغراض الصيانة. ونضع الكرات من النحاس.

ط. صمام تخفيض الضغط Pressure Reducing Valve:

يستخدم هذا الصمام على خطوط طرد الطلمبات بغرض التخلص من الضغط الزائد فى حالة المطرقة المائية وأرجاع المياة الى البيارة الرطبة لرافع المياة أو فى شبكات المياة بالمدينة لتغذية مناطق تحتاج لضغط أقل. عادة يصنع من الزهر أو الصلب.

ي. صمام العوامة Float Valve:

ويركب هذا الصمام فى خزانات المياة العالية أو الأرضية ويغلق عندما يرتفع منسوب المياة عن الحد الأقصى قبل منسوب الفائض وهو مصنع من الزهر المرن والعوامة من النحاس وينتج بقطر حتى ٦٠٠مم.

ي. محابس عدم الرجوع Non Return (Check) Valve

محابس عدم الرجوع تسمح بمرور المياه فى إتجاه واحد فقط ومنها ما هو شائع الإستخدام مثل النوع ذو الذراع والثقل أو قد يستخدم محبس عدم رجوع (مزود بخامد هيدروليكى) ، وعموماً فإن النوع ذو الإسطوانة الداخلية يمكن إستخدامه.

محابس عدم الرجوع يتم تركيبها على مواسير الطرد خلف الطلمبة وأمام محبس القفل على ماسورة الطرد للطلمبة وتكون داخل بيارة الرافع أو المبنى للطلمبات ومن النوع الخفيف.

عند إستخدام محابس عدم الرجوع من النوع الخفيف لا بد من وجود مسافة خلف محبس عدم الرجوع للسماح بالفتح الكامل للمحبس.

جدول (٢-١٣) أنواع الوصلات والفلانشات المستخدمة فى المواسير

Piping material and normal methods of joining								
	Joint type							
Piping material	welded	threaded	Flanged	soldering	bracing	solvent	Flared / compression	Grooved pipe
Black steel up to 2		*	*					*
Black steel ,2 1/2 and up	*		*					*
Galvanized steel		*	*					*
Type M or L copper			*	*	*			*
Type K copper			*		*			*
Stainless steel	*		*					*
Rigid aluminum	*	*	*					
Rigid plastic			*			*		
fiberglass				*			*	

٢-٢-٢٥ الأوناش العلوية

مقدمة

الأوناش العلوية هى معدات تستخدم فى رفع وإنزال الأجسام أو المعدات وتتحرك يمينا ويسارا ولأعلى ولأسفل وتركب حسب الأوزان المطلوب رفعها وإنزالها وهى مهمة جدا بمحطات تنقية مياه الشرب والروافع، والورش والعنابر المختلفة ، وتعمل يدويا أو كهربيا وغالبا ما تعمل كهربيا فى الوقت الحاضر.

وهى عبارة عن كمرات حديد مثبتة فى الهيكل الإنشائى للمبنى وعليها يثبت مسار الونش والذى يتكون أيضا من جزئين رئيسيين.

١- الكمرة المتحركة

٢- طارة التحريك / التروللى

وهو عبارة عن موتور كهربائى مزود بصندوق تروس ويعمل الموتور الكهربائى فى الإتجاهين حسب المشوار الذى يتم تحديده عن طريق مشغل يدوى متصل به أو عن طريق التحكم من بعد وكلاهما به نتائج للحصول على الحركات المختلفة لجهاز التحريك سلك التحميل وهو دائرى أوشريط حسب طبيعة الأعمال وفى النهاية يوجد خطاف يتم حساب أقطار هذه الأجزاء سلك التحميل والخطاف حسب الأحمال المراد تحريكها إلى أعلى أوأسفل وسلك التحميل يكون عادة ملفوف على بكرة على جهاز التحريك ويراعى ما يلى:

١ - الفرملة الخاصة بإيقاف الونش يجب أن لا تزيد نسبة تجاوزها المحدد عن ٥ مم.

٢ – يتم اختيار قدرة الونش العلوى على أساس رفع اثقل جزء في العنبر مع إضافة ٠،٢٥ أثقل جزء اى أن قدرة الونش ١،٢٥ وزن اثقل جزء في المحطة.

٣ – يجب أن تكون الأسلاك جميعها مختبره للأحمال المراد رفعها وخفضها وأن يكون مساحة المقطع فى حدود الأمان.

٤ – لا يوجد تعارض بين حركة كمرة الونش العرضية المتحركة والبارات الكهربية والتى تفضل أن تكون بعيدا عن مسار عجلات الونش على القضبان الكمرات الطولية الحاملة.

٥ – الحركة الطولية أو الإنزلاق المسموح بها فى حدود ١–٣ مم٠

٢–٢–٢٦ المشايات الطولية والدرابزينات

يوجد فى كافة محطات المياه و الصرف الصحى مشايات طولية وهى اما تكون منشأه خرسانياً أو معدنياً ومزوده بدرابزينات (Hand rails) مع مراعاة مايلى فى هذه الاجزاء:

١ – عرض المشايه لا يقل عن ٦٠سم.

٢ – أرتفاع الدرابزين لا يقل عن ١٢٠ سم.

٣ – تصنع الدرابزينات اما من معدن معالج بتغطيه سطحيه مناسبه من الكيماويات الحديثة المعتمده لذلك ويفضل أن تكون هذه الاجزاء من مواد بلاستيكية مخلقة بقطاعات مناسبه تلافياً للصدأ الذى عادة ما يصاحب الدرابزينات المعدنيه خاصه المجلفنة.

٢–٢–٢٧ المصافى الميكانيكية والبوابات

المياه العكرة التى تدخل لمحطات تنقية مياة الشرب ومآخذ المياة غالباً ما يكون بها بعض الشوائب الطافيه أوالغاطسة بأحجام وكثافات مختلفة لذا فيلزم تنقيتها من كل هذه الشوائب والرواسب قبل دخولها للمحطة وتستخدم المصافى الميكانيكية سواء الأوليه (Coarse Screen) أوالمصافى الدقيقة (Fine Screen) لذلك وفيما يلى نورد المواصفات الفنيه العامة لهذه المصافى.

تصنع المصافى الأوليه من شباك سلك مقاوم للصدأ بأبعاد مناسبه للمدخل وتكون الفراغات فى هذا الشباك بما لا يزيد عن ١سم وهى تكون مثبته على بعد مناسب من المدخل داخل المجرى المائى فى منطقة السحب.

أما المصافى الدقيقة فتكون متحركة فى مسار حر وتصنع من مواد غير قابله للصدأ وتكون عباره عن سيور حصيره ستانلس متحركة أوعلى شكل ساقية والكل مزود بفرش لإزالة المواد الصلبه العالقة وتكون حركة هذه الوحدات على محاور تدار بواسطة درافيل قائد ومقاد لنقل الحركة من خلال مجموعة الحركة الموتور الكهربائى وصندوق تروس لتخفيض السرعة الدورانية بما لا تتجاوز ٦لفه/الدقيقة كذلك يفضل أن يكون الجسم الخارجى للمصافى معدنياً ليتحمل الأجهادات الغير

طبيعيه التى تنتج عن تسرب أجسام كبيره أوصلبه تعوق حركة السير أوالحصيره وتطلب عزوم أكبر ووجود بوابات دخول للتحكم فى غلق المياه والتحكم فى كمية المياه الداخله للمحطه وتصنع هذه البوابات من الحديد الزهر والحديد الزهر المرن وفى كل الأحوال تكون أسطحها معالجه حتى لا تتأثر بنوعية المياه كما يكون أبعادها وطرق تثبيتها يتناسب مع الضغوط الواقعه عليها عن أعلى منسوب وتكون حركة هذه البوابات أما يدوية عن طريق فتيل وتروس وجنزير أو كهربيه بإستخدام موتور كهربائى ومخفض سرعة ومجموعه وحركة.

٢-٢-٢٨ الكلورة Chlorination

الغرض من عملية الكلورة

ينحصر الغرض من عملية الكلوره فى اكسدة الطحالب والكائنات الحية الدقيقة الضارة المسببة للأمراض مثل البكتريا والميكروبات العادية وذات الحويصلات (shells) بجرعات محدده فى مراحل من عملية التنقية بحيث لا تسبب أى أضرار بصحة الانسان أو الحيوان وبدون احداث تغييرا فى طعم ولون ورائحة المياه ويعاد إضافتها عند الروافع كتأمين لمجابهة التلوث الذي قد يوجد فى شبكة المياه ولتعويض النقص فى الكلور المتبقي. ويعتبر الكلور أسهل وأرخص وأعم المواد المستخدمة فى هذا الصدد فى روافع مياه الشرب ويجب أخذ كل الاعتبارات الخاصة بتداول واستخدام وتخزين المواد الخطره طبقاً لمتطلبات OSHA.

أسس التصميم لوحدة الكلورة

يتم حساب جرعة الكلور المطلوب اضافتها للمياه فى مراحلة الثلاثة كالآتي:

يضاف إلى المياه المنقاه بعد إجراء تجربه احتياجات الكلور لمدة نصف ساعة chlorine demand ويقاس الكلور المتبقي بعد تلامس لمده لا تقل عن ٢٠-٣٠ دقيقة وتحدد الجرعة المطلوبة بحيث لا يقل الكلور المتبقي فى نهاية الشبكة عن ٠,٢٠ جزء فى المليون على أن تضاف نسبة اضافية كتأمين لمجابهة التلوث الذي قد يوجد فى شبكة المياه ويمكن اضافة نسبة أخري فى الشبكة لتعويض النقص فى الكلور المتبقي.

٢-٢-٢٨-١ أجهزة ومعدات اضافة الكلور

تتكون وحده اضافة الكلور من الاجهزة والمعدات الآتية :

١- **أجهزة ومعدات حقن محلول الكلور**

تتكون من الآتي:

أ - أحواض تحضير المحلول.

ب - طلمبات الحقن من النوع المعياري Metering Pumps.

جـ- مواسير التوصيل من أحواض المحلول حتي أماكن الحقن.

أ - أحواض تحضير المحلول

هي عبارة عن عدد من أحواض تحضير محلول الكلور سواء هيبوكلوريت الكالسيوم أوهيبوكلوريت الصوديوم.

ويتم تحضير المحلول بخلط البودرة بدرجة تركيز ٣٠-٦٠% في حاله هيبوكلوريت الكالسيوم أوبخلط محلول الكلور بدرجة تركيز من ٠,١٠ -١ % في حاله هيبوكلوريت الصوديوم ويتم خلطها بالمياه للحصول علي المحلول المخفف المناسب لحقنه في الوحده.

وتكون سعه الأحواض بحيث تكفي تشغيل محطة تنقية المياه فتره لاتقل عن ٢٤ساعة مع مراعاه ظروف الصيانه والأعطال المفاجئه. وتكون هذه الأحواض مصنوعه من ماده الألياف الزجاجيه .G.R.P أوالكاوتش أوالبروبالين أو أي ماده أخرى لا تتاثر أوتتأكسد بالكلور.

ب – طلمبات الحقن

وهي نوعان إما طلمبات ذات كباس (plunger) بورسلين أوبولي إيثيلين أوطلمبات تعمل بواسطة الغشاء الكاوتش Diaphragm وكلاهما له عداد قياس بحيث يحدد كمية المحلول المنصرفة من الطلمبه فى زمن محدد (عاده لتر/ ساعة).

جـ- مواسير التوصيل

تكون من البولي فينيل كلورايد U.P.V.C أوبولي إثيلين عالي الكفاءة H.D.P.E أوما يماثلهما وتكون كامله بالمحابس والقطع الخاصة من نفس نوعية المواسير – ويراعي أن تتحمل ضغوط لا تقل عن ٦بار– وأن يكون أسلوب الحقن سواء فى المواسير أوفى الخزانات مطابقا لما سيرد وصفه فيما بعد.

٢- أجهزة اضافة الكلور الغاز

وهى نوعان نوع بالضغط Pressure Type ونوع بالتفريغ Vacuum Type ويستخدم حالياً النوع الثاني نظرا للأمان الكامل فى إستخداماته حيث أنه يسحب هواء من الجو فى حالة وجود أى شرخ أوعيوب فى الجهاز وبالتالي لا يسبب حدوث أى تسرب داخل حجرات الأجهزة، ويحدد تصرف الجهاز بالجرام أوبالكيلو جرام فى الساعة.

ويراعي فى أختيار تصرف الجهاز أن يكفي لأقصي جرعه مطلوبة +٢٥٪ احتياطي. كما يراعي توصيل مواسير فائض الجهاز خارج حجرة الكلور وفي منسوب لا يؤثر على العاملين بالمحطة.

أ – أسطوانات الكلور

وهي أوعيه من الصلب عالي الجوده ذات سعات مختلفة ٥٠-٢٠٠-٥٠٠ و ١٠٠٠ كيلو جرام وتتحمل الأسطوانه ضغط إختبار بالهواء لايقل عن ٢٥بار وضغط إختبار بالماء لايقل عن ٤٥بار مع مراعاه عدم وجود لحامات فى مناطق إتصال جدران الأسطوانة سعة ٥٠كجم بقاعها وتحدد كمية غاز الكلور التى يمكن سحبها من الأسطوانه حسب سعة الاسطوانه ودرجة حرارة الجو– وفى حالة عدم كفاية أسطوانة واحدة لكمية الكلور المطلوبة يمكن توصيل أكثر من أسطوانه (بالكيلو جرام) حتى ٥٠ ٥٠٠ ١٠٠٠

أقصي كميه سحب (كجم / ساعة) ١ ٨ ١٠

وتزود جميع الأسطوانات بمصهرات أمان سواء فى المحابس أوفى قاع الحاويات وهذه المصهرات تفتح تلقائياً عند ازدياد درجة الحرارة عن حد معين ويراعي إختبار الأسطوانات بمعرفة أحد مكاتب التفتيش المعتمده دوليا مثل اللويدز بمعدل مرة كل سنتين على الأقل ولا يسمح بملئها بالغاز قبل الحصول على الشهاده الدالة على التفتيش والاختبارات التى يجب أن تجري وهي:

- إختبار الضغط بالسائل.
- إختبار الضغط بالهواء.
- إختبار الانبعاج.
- إختبار سمك الصاج للجدران أو القاع.
- إختبار سلامة المحابس المركبة.

ب – مبخرات الكلور

وتستخدم المبخرات عندما تصل كمية الكلور المطلوب سحبها من الاسطوانه الى ٧٥ كجم/ساعة وهو لتحويل الكلور من سائل إلى غاز بواسطة غرفة تبخير داخل حمام مائي أوزيتي يسخن عن طريق سخان كهربائي مغمور. ويخرج الغاز من فتحة خروج بالمبخر إلى أجهزة الأضافة والسعات المتاحة للمبخرات هي : ٧٥ ، ٩٠ ، ١٠٠ ، ١٢٠ ، ٢٠٠ كجم/ساعة.

وتزود المبخرات بمجموعة أجهزة تحكم ومبينات لمنسوب المياه ودرجة حرارته أودرجة حرارة الغاز والضغوط، وأجهزة قياس لتأمين التشغيل والمراقبة وكذا أجهزة انذار لانخفاض منسوب المياه وإنخفاض درجة الحرارة وترموستات للتحكم فى درجة الحرارة وجهاز للحماية الكاثودية بالاضافة إلى وصلات تغذية وتصافي المياه.

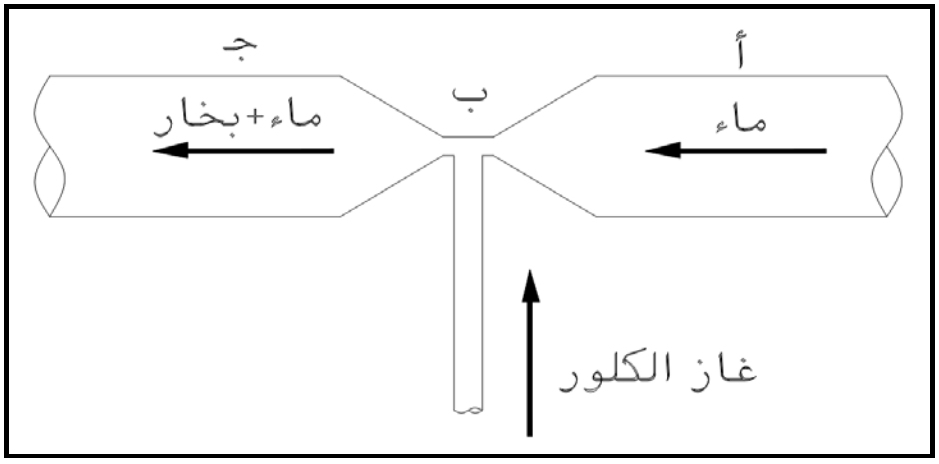
والسعات المتاحة للمبخرات هي ٧٥، ١٠٠، ١٢٠ كجم/ ساعة.

ويتكون مبخر الكلور من وعاء داخلى من الصلب (غرفة التبخير) موضوع داخل حمام مائى (الوعاء الخارجى) ومزود بفتحتين من أعلا أحداهما لدخول الكلور السائل وتصل إلى قرب القاع والثانية لخروج غاز الكلور قرب قاع الوعاء كما يوجد سخان كهربائى لتحسين المياه والمبخر يزود بمبين لضغط الغاز ومبين لدرجة حرارة الغاز وزجاج بيان لمستوى المياه فى الوعاء الخارجى (الحمام المائى) وثرموستات للتحكم فى درجات الحراره.

جـ - الحاقن (Ejector)

وهي عبارة عن جهاز مكون من اختناق مخروطي يسمح بسحب الغاز من المنطقة الضيقة كلما زادت سرعة المياه كما هو موضح بالشكل رقم (٢-٣٧) وعند مرور المياه من أ إلي جـ - يحدث تفريغ فى النقطة ب- حيث يتم سحب الغاز.

ولكل جهاز ذو سعه معينة تصميم خاص بالحاقن الخاص به حسب الشركات المختلفة المنتجة للأجهزة.



شكل (٢-٣٧) الحاقن

د - طلمبات الحقن

وتستخدم عند إضافة (حقن) الكلور فى خطوط المواسير ويجب أن يكون ضغط الطلمبة = ضغط الخط + ٢,٥ بار على الأقل حتي يسمح بحقن المحلول بسهوله داخل نقط الحقن.

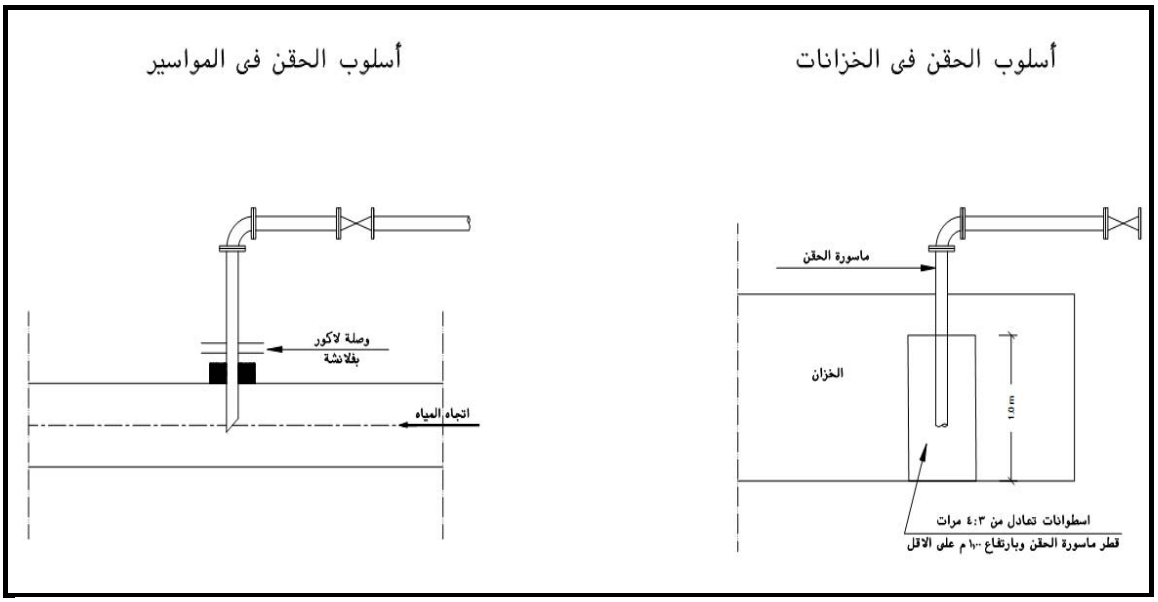
وتختلف سعة الطلمبات حسب حجم الأجهزة المركبه عليها حسب الجدول ٢-١٤ الآتي:

سعة جهاز الكلور	أدني تصرف الطلمبة
١ كجم / ساعة	٠،٣- ٠،٥ م^3 / ساعة
٢ كجم / ساعة	٠,٦ – ٠,٨ م^3 / ساعة

سعة جهاز الكلور	أدني تصرف الطلمبة
٥/٤ كجم / ساعة	١،٢ – ١،٥ م^3 / ساعة
١٠ كجم / ساعة	٣ م^3 / ساعة
٢٠ كجم / ساعة	٦ م^3 / ساعة
٥٠ كجم / ساعة	١٥ م^3 / ساعة
٧٥ كجم / ساعة	٢٢ م^3 / ساعة
١٠٠ كجم / ساعة	٣٠ م^3 / ساعة
١٢٠ كجم / ساعة	٣٥ م^3 / ساعة

٢-٢-٢٨-٢ أسلوب الحقن فى المواسير أوالخزانات

الشكل رقم (٢-٣٨) يوضح الاسلوب المستخدم للحقن.



شكل (٢-٣٨) أسلوب الحقن

٢-٢-٢٨-٣ مخازن الكلور

مقدمه

- مخازن الكلور هى الأماكن التى يتم فيها حفظ أسطوانات الكلور بأمان كامل.
- ويكون التخزين باسلوب سليم بحيث لايؤثر ذلك على سلامة الأسطوانات ومنشآت المحطه والمواطنين.

أ - إختيار موقع المخزن

هناك عدة شروط لاختيار موقع مخازن أسطوانات الكلور وهي:

- يجب أن يكون ملاصقاً لمبني تشغيل الاسطوانات أوالحاويات وأجهزة الاضافة.
- يجب أن يكون قريباً من أوعلى شارع رئيسي داخل المحطه لسهوله النقل والتداول.
- يجب أن يكون بعيداً عن مخازن الوقود والورش وأي مصدر مسبب للحرارة أوأنابيب قابله للإشتعال كالإستيلين والأكسجين.
- يجب أن يكون بعيداً عن المستعمرات السكنية والمباني الإدارية وتجمعات العاملين.

ب - مواصفات المخزن

- تكون مساحة وحجم المخزن مناسب لإستيعاب اسطوانات أوحاويات تكفي لتشغيل المحطة ١٠أيام مستمره علاوه على المجموعتين تحت التشغيل (الأصليه والأحتياطيه).
- يجب تخزين الأسطوانات فى وضع رأسي بسهل الوصول إليها ويسهل تداولها وسرعة نقلها.
- يجب تخزين الحاويات فى وضع أفقي مع تجهيز مرتكزات دوران Turnnions لكل حاوية تمنع دحرجتها ويسهل دورانها حول محورها فى الأحجام ٥٠٠ ، ١٠٠٠ كجم
- يجب أن تخزن الحاويات على صفين أوأربعه صفوف متوازية تبعاً لحجم المحطه وعدد الحاويات المتداوله.
- يجب أن تكون المسافة بين محاور الحاويات ١٢٠سم والفراغ أمام وخلف نهايات الحاويات لايقل عن ١،٥متر.
- المخزن له أرضية خرسانية وهيكل خرساني قوي وسقف خرساني جيد التهوية (يرجع إلي كود التهوية) وله فاعليه لعزل أشعه الشمس المباشرة على الاسطوانات والحاويات بحيث لا ترتفع درجه حرارة الجو بداخله عن ٤٥° م.
- يكون إرتفاع سقف المخزن عن أرضية مخزن الحاويات لا يقل عن ٥،٥ متر.
- يجهز مخزن حاويات الكلور بونش كهربائي حمولته لا تقل عن ٢،٥ طن. معلق على عارضه صلب حرف I مقاس ٣٠ سم بارتفاع عن ارضية المخزن لايقل عن -,٥ متر وبيروز ٢متر خارج مدخل المخزن يسمح مباشرة بتداول الحاويات من وإلي ظهر السيارات.
- يتم إستخدام ونش لكل صف حاويات أويستخدم ونش مع عارضة دائرية فوق صفين.

- فـى حالـة المخـازن الصـغيرة الغيـر مكشـوفة يجـب تزويـدها بـأجهزة تهويـة ميكانيكيـة (شفاطات) بقدره كافية لتغيير هواء المخزن مرة كل ٤دقائق على الأقل. ويكون طرد هذه الشفاطات موجه إلى غرفة تعادل خلال علب توصيل (فتحات) سحبها قرب مستوي أرض المخزن.
- يجب تجهيز جميع مخازن الكلور بوسائل إنذار عند تسريب الكلور ووسائل لمنع الحريق (حنفيات مياه وخراطيم).

جـ – نظام الحماية ضد تسرب غاز الكلور

مقدمة

- يتم تزويد مخازن إسطوانات الكلور بنظام الحماية ضد تسرب الغاز مع معالجة التسرب لضمان الأمن للعاملين بالموقع ويراعي اختيار المعدات والتجهيزات المناسبة للوسيط المتداول.
- ويتكون النظام من العناصر الآتيه:

١ – نظام قياس تركيز الكلور في المخزن على أساس اعطاء إنذار عندما يصل تركيز الكلور الي ٠,٣ حزء في المليون في هواء المخزن – وتشغيل نظام الحماية كاملا عندما يصل التركيز إلي أكبر من ٠,٥ جزء فى المليون ويتم ذلك عن طريق أجهزة Sensors توضع بالمخزن كما توضع أيضا" في حجرة أجهزة الكلور الملحقة بالمخزن.

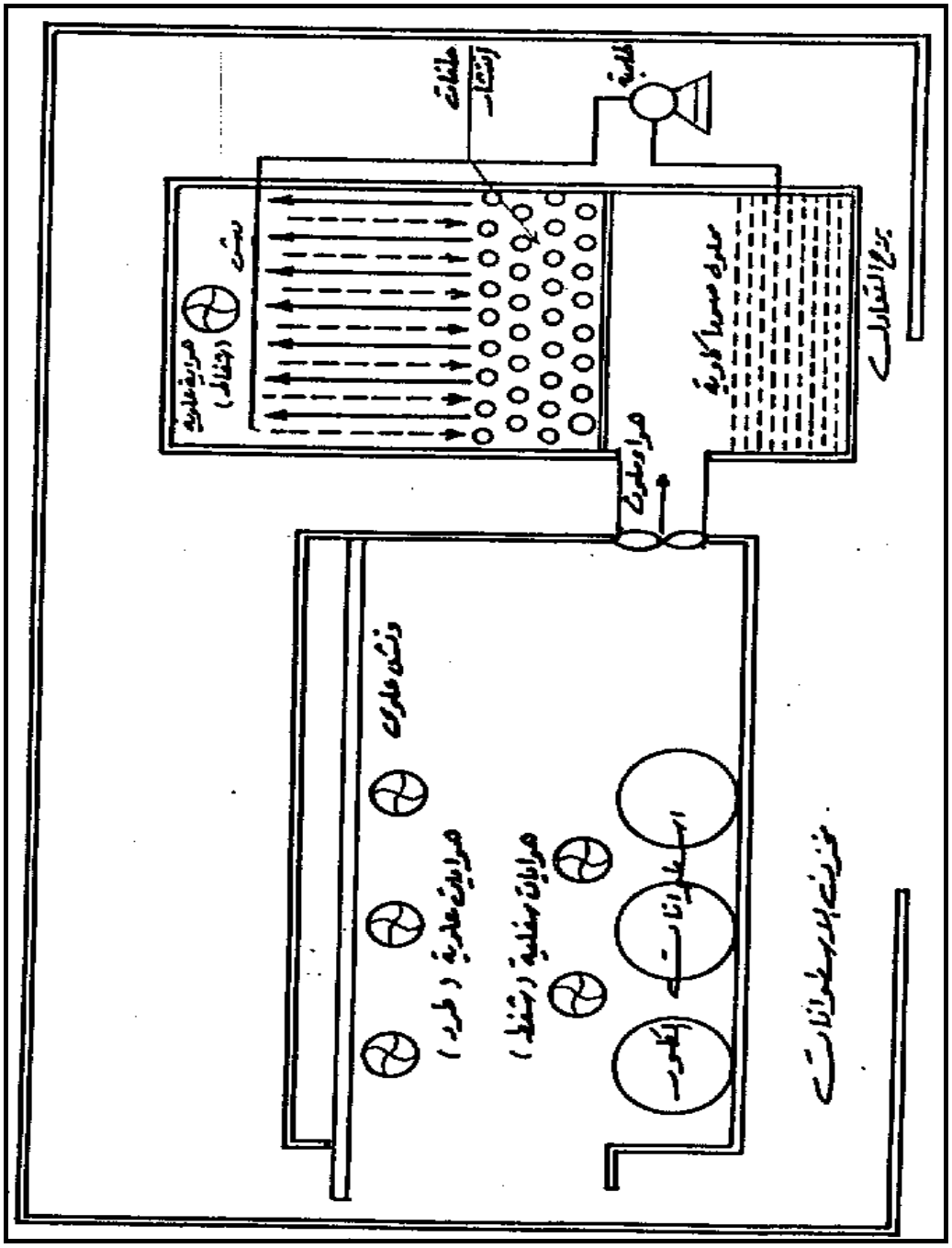
٢ – نظام الحماية (برج التعادل) ويشمل:

٢–١ ضخ محلول صودا كاوية تركيزه لايقل عن ١٠% بطريق طلمبات خاصة تتحمل درجة تركيز الصودا الكاوية حتى ٢٥% وينزل المحلول من أعلى برج التعادل عن طريق برج خاص بذلك (شكل رقم ٢–٣٩) خلال ماسورة u.P.V.C أو ما يماثلها بها ثقوب جانبية على هيئة دش .

٢–٢ شفاطات هواء تركب داخل المخزن تسحب الهواء الملوث وتوجهه إلى برج التعادل ليقابل دش الصودا الكاوية ويتفاعل معه.

٣ – مراوح التهوية

يتم إختيارها للتعامل مع هواء محمل بغاز الكلور وتركب مجموعتان أحدهما شفط في منسوب (٠,٥– ٠,٧ متر) من سطح الأرض وأخرى طاردة على منسوب ١,٠ متر من السقف للتعامل مع التسربات الخفيفة للغاز سواء داخل المخزن أوداخل حجرات الأجهزة.



شكل (٢-٣٩) مبنى الحماية من تسرب الكلور

ملحوظة : يراعى أن تكون جميع منشأت الكلور سواء داخل المخزن أوحجرة الأجهزة مدهونة بدهانات مضادة للأحماض وأن تكون براويز الشبابيك العلوية من الخشب أوالألمونيوم يسهل فتحها من أسفل فى حالات الطوارئ.

٤ -أجهزة حماية خاصة (أقنعة) مزودة بمرشحات الكربون- وكذا أقنعة لتغطي الوجه بالكامل للعاملين مزودة باسطوانات الهواء المضغوط للتعامل مع أجهزة الكلور أواسطوانات الكلور الموجودة بالمخزن فى حالات الطوارئ.

٢-٢-٢٩ التطهير بإستخدام الاوزون

- يمكن اجراء عمليات الأكسده للمواد العضوية والمحتوى الكيميائى للمياه – وكذا تطهير المياه من البكتريا والفيروسات باستخدام الأوزون (O_3) بدلا من الكلور.
- وهو غاز أقوى من الكلور له قدرة كبيرة على عمليات الأكسدة والتطهير والتخلص من البكتريا والطحالب والحديد والمنجنيز فى حدود النسب الصغيرة (حتى ٠,٧ جزء في المليون) ولم يطبق فى محطات التنقية لمياه الشرب أو الروافع في مصر حتي الأن نظرا" لاحتياجه الى كميات كبيرة من الطاقة الكهربائية (ضغط عالى) – وله قدرة فعاله فى التخلص من الفيروسات التى لا يؤثر فيها الكلور.
- ومن مزاياه العديدة كذلك أنه يستخرج من الهواء الجوى بعد تجفيفه من الرطوبة – كما يمكن إنتاجه من الأكسوجين مباشرة وأحد الأسباب الرئيسية لعدم إنتشار تشغيله في محطات المياه أنه لا يعطي متبقى ثابت في المياه – إذ يتحول مباشرة إلى أكسجين ذائب في المياه ليعمل كحماية لأى تلوث محتمل في الشبكات وفي حالات الطوارئ بالخزانات.

٢-٢-٣٠ مخازن المواد الخطره

ينبغى أتخاذ الاجراءات الوقائية فى تخزين وتداول المواد الخطره (Hazardeous Materials HAZMAT) وذلك طبقاً للمواصفات القياسية ومتطلبات OSHA وعليه يتم تزويد هذه المخازن بأجهزة الحماية اللازمة وكذلك أجهزة التنبؤ بوجود أى أبخرة أو غازات بالجو داخل المخزن.

٢-٢-٣١ متطلبات التنفيذ للسلامه والصحه المهنيه

١ – وجود أنظمه مقاومة وإطفاء حريق مصممه ومنفذه طبقاً للكود المصرى لأخطار الحريق.
٢ – أستخدام الملابس الواقيه PPE للعاملين حسب طبيعة ومكان عملهم وملابس وغطى وجوانتيات وهيلوموت أو سماعات أذن أو قطارات صناعيه .....ألخ.
٣ – الممرات والمشايات يجب أن تكون بالوضع المناسب وأن تكون سطحها غير ملساء منعاً للتزحلق.
٤ – الدرابزينات يجب أن تكون المشايات العلويه مجهزه بدرابزينات بإرتفاع مناسب.
٥ – جميع المعدات الدواره يجب أن ينص فى الموافقه على أن تكون أجزاؤها الدواره الخارجيه عليها غطاء ذاتى.
٦ – كافة مخازن المواد الخطر(HZMAT) تكون منظمه ومزوده بأنظمة الوقايه من هذه الأخطار طبقاً لتطبيقها.

٢-٢-٣٢ أنظمة القياس

- **أجهزة القياس**

تزود المحطة بأجهزة القياس المختلفه وذلك لرصد القياسات الميكانيكية والضغوط والتصرفات ودرجات الحرارة والكهربية مثل الفولت والأمبير ومعامل القدره الكهربية.....ألخ وتكون هذه الاجهزه وحساستها من نوعيات جيده ومعتمده ومعايرة بحيث تكون دقة قراءتها هو المدى المسموح.

هذا ويوجد طرق قياس ميكانيكية اعتماداً على الخواص الميكانيكية للحساس وطرق كهربية وتعتمد على تغير شده المجال الكهربى أو المغناطيسى أوتغير التيار أوالجهد المتولد ومن الكميات التى عادة ما يتم قياسها التصرف ويتم قياسه بواسطة العديد من أجهزة القياس أكثرها أنتشاراً هى أجهزة اعاقة السريان مثل الثقب Orifice والبوق Nozzle والبوق المنفرج المقدمة Venturi وجميعها على مجرى المياه لقياس الهبوط فى الضغط أيضاً عادة بحساسات كهربيه (Transducers for Pressure Differential) ، وكذلك يتم قياس الضغوط بواسطة عدادات ماسوره بوردورن أوحساسات كهربية تعتمد على تغيير الخواص البيزوكهربية أو السعات الكهربيه (Capacitive) أو السعات 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 كبيره لعمليات التحكم والمراقبه مثل الضغوط وكذلك التصرفات وقد تكون المراقبه يدويه أو أليه بالربط بنظم الأسكادا وقياس درجات الحراره بطرق عديده أبسطها الثرموستات المعتمده على تغيير درجة الحراره(Resistance Thermomet) أوما يسمى بالثيرموثتر(Thermistor) أوالثرمومترات ثنائية المعدن (bimetallic thermometes) أو الأزدواجات الحرارية (Thermocouple) 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 أجهزة القياس**

ومن أنواع أجهزه القياس التى تلائم خطوط المواسير ما يلى:

- عدادات التباين الضغطى – (Differentiol pressure type).
- عدادات السرعة المروحية (Propeller Type).
- عدادات التصرف المغناطيسية (Magnetic Type) .
- عدادات القياس بالموجات الفوق صوتية (Ultra sonic type).
- أجهزة بارشال فلوم وتستخدم فى قياس معدلات السريان فى المجارى المكشوفة مثل مدخل المياه العكرة بالمحطة.

وبصفه عامة تختلف أجهزة القياس حسب مكان وطبيعة السائل المراد قياس معدلات تدفقه أوالضغوط أوالمستوى داخل البيارات ومن هذه الاجهزة ما يلى:

أ – أجهزة معدلات السريان (Flow meters)

مثل اللوح المثقوب (Orifice) والبوق والفنيشورى والبوق المستدن المتفرج وكذلك الالكترومغناطيسة والالتراسونيك وكذلك الهدارات (Wiers) وعدادات التوربينات الدوارة (Turbine meter) ويلزم لهذه الأجهزة تجهيزات على الوصلات والمواسير.

ب – أجهزة قياس مستويات السوائل

و منها جهاز قياس المستوى بواسطة العوامة الكهربية (Float type level switch) وكذلك جهاز حساس التوصيل الكهربى (Conductance Probe) وجهاز قياس المستوى (level switch) المغموس (Submersible hydrostatic level transmitter) وكذلك جهاز قياس المستوى بالفقاعات (Continuous purge Bubber) ومنه المستمر ومنه الدورى (Periodic).

كما يجدر الاشارة إلى وجود أجهزة قياس فوق صوتية (Ultra sonic) وكذلك تلك التى تعتمد على تغير سعة المكثف أوالحث لملف كهربى.

جـ– أجهزة قياس الضغوط

ومنها نوع ماسورة بوردون وكذلك النوع الذى يعتمد سعة المكثف أو الحث لملف كهربائى.

د – أجهزة قياس درجة الحرارة

ومنها الثرموستات والازدواجات الحرارية والمقاومات الحرارية ،والترموستر وكذلك أجهزة الانفرارد للقياس عن بعد مثل قياس درجات حرارة لفات كهربية أو داخل مولد أو محرك كهربائى.

هـ- أجهزة التحليل الكيمائى

مثـل أجهـزة قيـاس الكلـورين وأجهـزة قيـاس العكـارة والمـواد الصـلبة (TDS) والتوصـيل Conductively والأكسجين الكيميائى والمذاب (COD) , (BOD) وهى جهاز قياس TPH الخاص بالمعامل الكيميائية.

٢-٢-٣٣ نظم التحكم والمراقبة

يراعى عند تصميم مكونات المحطة وجود أجهزة قياس وحساسات تمكن من قياس التصرفات والضغوط وإرتفاع مستوى المياه (المنخفض والمرتفع) ...إلخ 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

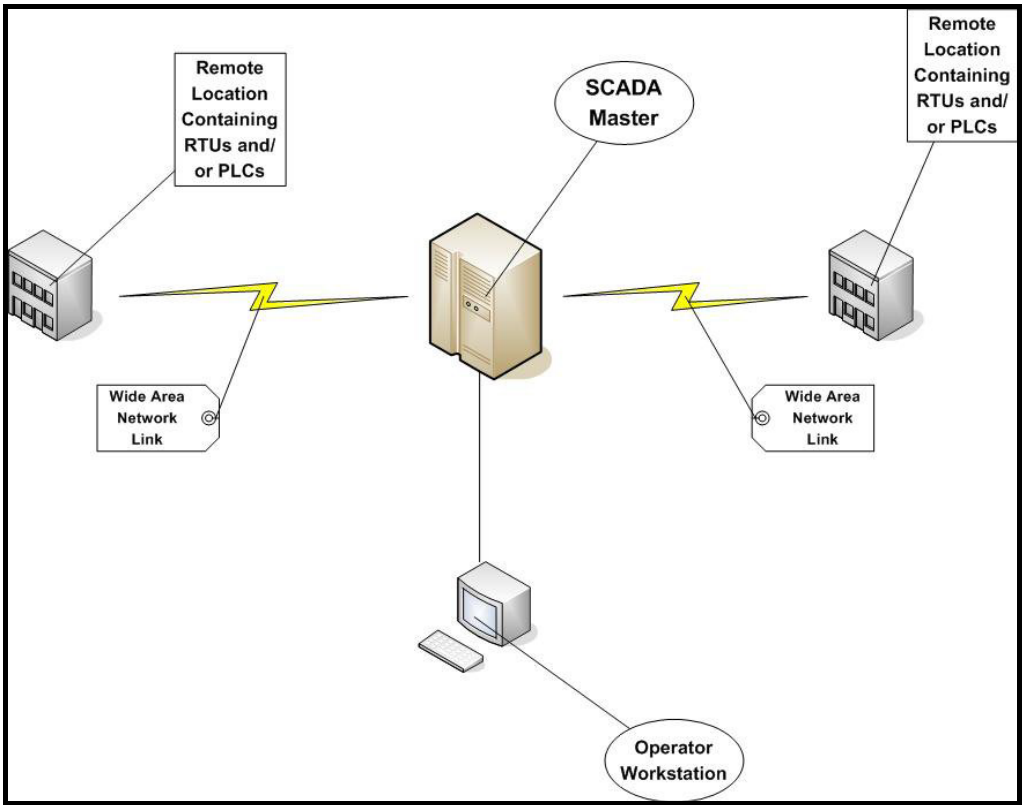
نظام الSCADA : Supervisory Control and Data Acquisition

(الاشراف والمراقبة وجمع البيانات والتحكم بها)

يعتبر كوسيلة مُرَاقَبَة وتحكم بمحطات الروافع 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. يقوم النظام بجمع المعلومات وتنتقل إلى موقع مركزي ويقوم بدوره بإصدار إنذار وإرسال رسائل تبين حالة النظام والأعطال التى يتعرض لها هذه الأنظمة يمكن أن تكون بسيطة مثل نظام تحكم صغير فى الروافع أو نظام معقد مثل مراقبة الأحداث أو العمليات التى تجري في محطة تنقية ويتم استخدام شبكات إتصالات محلية للمراقبة أو تقنيات إتصالات لاسلكية.

وتشمل أنظمة الأسكادا التي تقوم بنقل المعلومات إلى الوحدة المركزية ونقل PLC أو RTUs الأوامر إلى التجهيزات ما يلى :

- نظام راديو أوهاتف أوأقمار صناعية لتأمين الأتصال بين الوحدات المركزية والمناطق الموزعة البعيدة عن مراكز التنسيق.
- مجموعة البرمجيات المستخدمة في النظام.
- والشكل التالي يوضح بنية نظام الأسكادا (شكل رقم ٢-٤٠).



شكل (٢-٤٠) بنيه نظام الاسكادا

٢-٢-٣٤ أدوات نقل المعلومات

تعتبر هذه الأدوات صلة الوصل بين المحطات الفرعية المحطة 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 الصمامات والتحكم بالمحركات وأتمتة (Automation) عمليات تشغيل المحطة وأتمتة عمليات ضخ المياه. ولكن قبل عملية الأتمتة أوالمراقبة يجب أن تحول البيانات إلى شكل يتوافق مع لغة الا سكادا.

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 و هى غير عملية في المناطق ذات التوزع الجغرافي الواسع بسبب الكلفة العالية للكابلات وإن استعمال خطوط الهاتف تشكل حلا اقتصاديا للأنظمة ذات المساحات الشاسعة ولكن في بعض الحالات والتي يصعب فيها استخدام خطوط الهاتف 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 العاملين اللذين يرسلون المعلومات ويستقبلون النتائج من الحاسب المركزي بناء على أوامر المشغلين.

٤ - شبكات الحاسب الألى والانترنت

طبقاً لما هو متعارف عليه حالياً تمثل شبكات الأنترنت جزء هام فى نقل المعلومات والبيانات بعد تصنيفها وتحديد أولويات الوصول إليها ولسهولة العمل بالمحطات خاصة الكبرى يتبقى وجود شبكة كابلات الفيبر اوبتك 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.

٥- مانع أنقطاع التيار (UPS)

وهي وحدة إمداد النظام بالطاقة الكهربائية في حال أنقطاع التيار الكهربي من المصدر ويجب أن تكون سعة الوحدة بحيث يسمح بالتشغيل لمدة ٣٠ دقيقة.

٢-٣ تصميم الأعمال الكهربائية

٢-٣-١ المحركات الكهربائية المستخدمة فى الروافع

تستخدم فى الروافع محركات كهربائية من أحد النوعين الآتيين:

أ- محركات كهربائية إستنتاجية ذات قفص سنجابى وذلك للمحركات ذات القدرات حتى ٤٠٠ كيلو وات ويجوز تجاوز هذه القيمة فى حالة إستخدام دوائر التحكم الذكية فى تشغيل المحركات (Smart motor control system).

ب- محركات كهربائية إستنتاجية ذات حلقات إنزلاق وذلك للمحركات ذات القدارت التى تزيد عن ٤٠٠ كيلووات.

٢-٣-١-١ 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).

جدول (٢-١٥) درجات الحرارة المسموح بها لدرجات العزل المختلفة

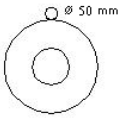
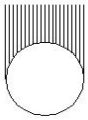
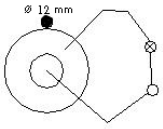
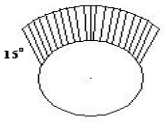
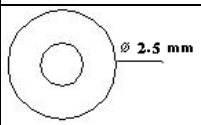
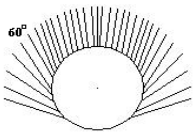
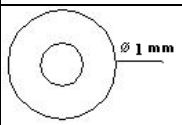
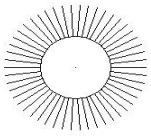
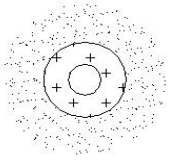
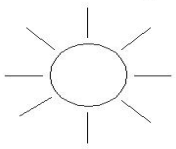
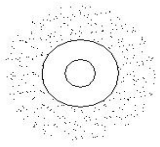
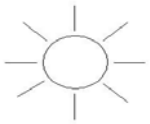
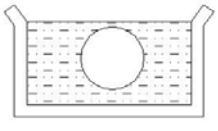
درجة العزل	درجة الحرارة	
Class A	١٠٥ مئوية	٢٢١ فهرنهيت
Class B	١٣٠ مئوية	٢٦٦ فهرنهيت
Class F	١٥٥ مئوية	٣١١ فهرنهيت
Class H	١٨٠ مئوية	٣٥٦ فهرنهيت

٢-٣-١-٢ 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 تقفيلIP56.
- 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.

جدول (٢-١٦) كود درجات الحماية IP طبقاً للمواصفات القياسية العالمية

الرمز	الرقم الأول حماية ضد الأجسام الصلبة		الرقم الثانى حماية ضد المياه		الرمز
صفر	لايوجد حماية		لايوجد حماية		صفر
١	أجسام ذات قطر أكبر من ٥٠ مم		سقوط المياه رأسياً		١
٢	أجسام ذات قطر أكبر من ١٢ مم		سقوط المياه من أعلي بزاوية ١٥°		٢
٣	أجسام ذات قطر أكبر من ٢,٥ مم		سقوط المياه من أعلي بزاوية ٦٠° (مياه الأمطار)		٣
٤	أجسام ذات قطر أكبر من ١ مم		سقوط المياه من كل الأتجاهات		٤
٥	حماية تامة ضد الأتربة		ضخ المياه من كل الأتجاهات (خراطيم أطفاء حريق)		٥
٦	حماية تامة لعزل أي جزء مهما كان حجمه		ضخ المياه بقوة كبيرة من جميع الأتجاهات		٦
			التعوض في للغمر		٧
			الاستمرار فى العمل مغمورا		٨

مثال IP42 = حماية ضد الأجسام ذات قطر أكبر من ١ مم وضد سقوط المياه من أعلي بزاوية قدرها ١٥ درجة.

٢-٣-١-٣ 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.

٢-٣-١-٤ 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 افتراضى ١٠٠ ٠٠٠ ساعة تشغيل.

٢-٣-١-٥ 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.

٢-٣-١-٦ القدرات المقننة للمحركات Motor Ratings

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

$$\mathbf{P} = \frac{\omega.Q.H}{\eta_p x102} \quad \mathbf{(KW)}$$

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

٢-٣-١-٧ بدء الدوران للمحركات Motor Starting

عند بدء دوران المحرك التأثيرى فإن تيار البدء يكون أضعاف تيار الحمل الكامل الذى يتحمله المحرك وتم تصميمه على تحمله لأى فترة دوران ويصل تيار البدء I_{st} إلى حوالى ٦ أضعاف أو أكثر من قيمة تيار الحمل الكامل I_{In} 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 I_{1st} يمكن حسابه من المعادلة :

$$I_{1st} = I_o + I'_{2st}$$

والجمع السابق للتيارات يكون اتجاهيا .

ويتم حساب I'_{2st} طبقا للدائرة المكافئة المقربة من العلاقة :

$$I'_{2st} = v_1 / [(r_1 + r_2 /) + J (X_1 + X_{20}/)]$$

وعلي ذلك فإن إنقاص I'_{2st} ينقص بالتالي I_{1st} لأن I_o ثابت تقريبا – ويتم الإنقاص بخفض v_1 بأي طريقة أو زيادة أي من مقاومات أو ممانعات المعادلة السابقة الخاصة بحساب I'_{2st} .

إلا أنة من الخطأ جدا زيادة x'_{20} – لأنه برغم أن التيار سوف ينخفض إلا أن العزم سوف ينخفض هو الأخر.

وأهم طرق بدء الدوران الشائعة الأستخدام ما يلي:

أ) طريقة بدء المحرك ذو حلقات الإنزلاق

مقاومة في العضو الدائر Rotor Resistance

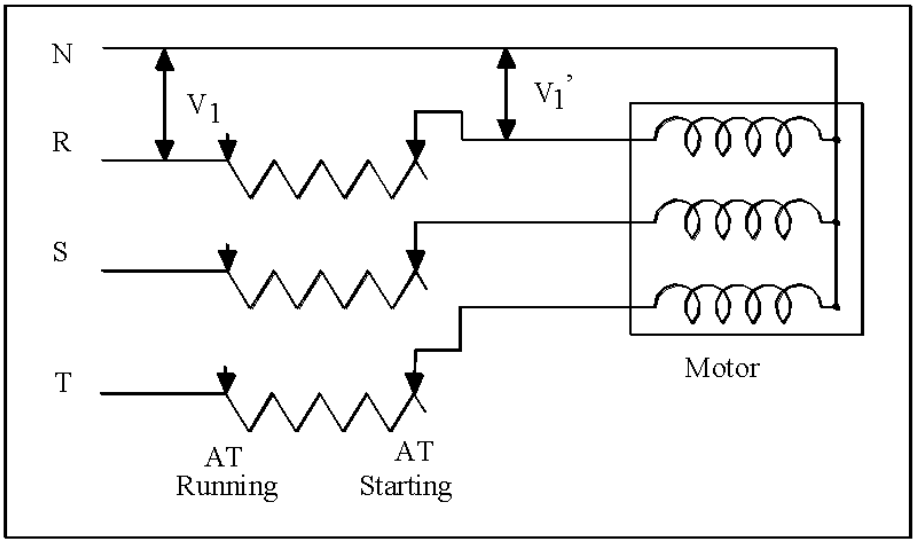
هذه الطريقة لبدء الدوران لا تستعمل إلا مع المحركات ذات حلقات الانزلاق ذو العضو الدائر الملفوف Wound Rotor ولا يجب أن تستعمل أي طريقة اخري مهما كانت مع هذا المحرك – لان هذا المحرك تم تصنيعة بنظام العضو الدائر الملفوف (وهو غالي الثمن عن النوع ذو القفص السنجاب) خصيصاً لكي يعطي عزم بدء دوران عالي طوال فترة تغيير السرعة عند البدء ولكي يستطيع تشغيل الاحمال ذات عزم بدء الدوران العالي مثل الطلمبات وبالتالي لا يجب استخدام أي طريقة اخري لان كل الطرق الأخري سوف تسبب خفض عزم المحرك خلال فترة البدء وهذا لا يجب عمله للمحرك ذو العضو الدائر الملفوف.

ب) 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.

ب–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 (٢–٤١) البدء باستخدام مقاومات فى العضو الثابت

ويعيب هذه الطريقة :

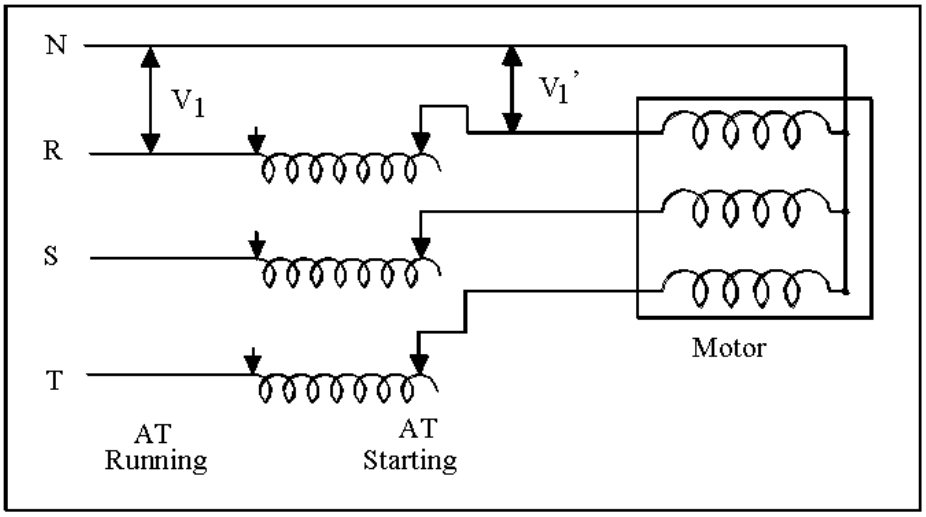
أ- القدرة العالية المفقودة فى مقاومات البدء.

ب- نقص عزم البدء الذي يتناسب مع مربع الجهد

وتتميز هذه الطريقة برخص ثمنها.

ب-٢ ممانعة فى العضو الثابت Stator Reactance

فى هذه الطريقة تستبدل المقاومات المستخدمة فى الطريقة السابقة بممانعات توصل بالتوالي مع المنبع كما فى شكل (٢-٤٢) – 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 (٢-٤٢) 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.

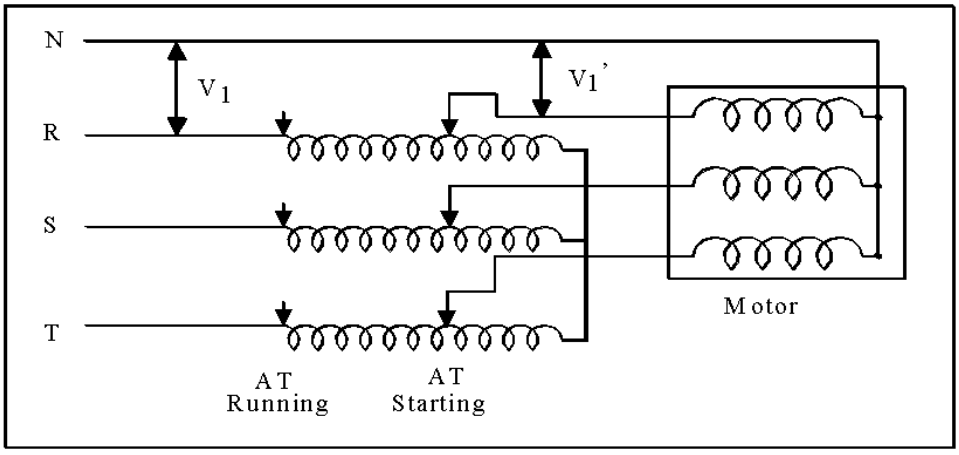
ب-٣ باستخدام محول أوتو Auto Transformer

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 بثباب – ولهذا تستخدم هذه الطريقة مع المحركات كبيرة القدرة – ويتم توصيلها كما بالشكل (٢-٤٣).

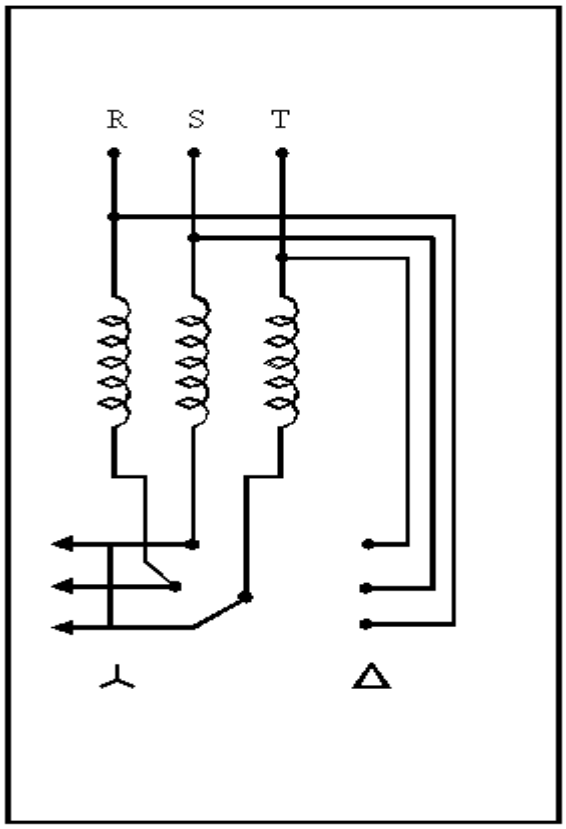


شكل (٢-٤٣) البدء باستخدام محول أوتو

ب-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 (٢-٤٤) – 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.

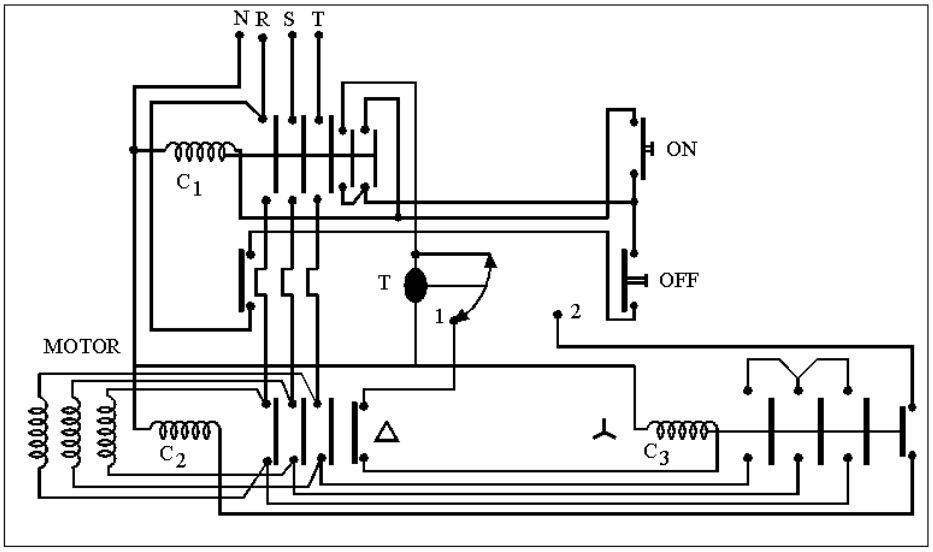


شكل (٢-٤٤) البدء باستخدام سكينة نجمة/دلتا

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 (٢-٤٥) 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 C_3 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 (٢-٤٥) نظام اتوماتيكى نجمة دلتا باستخدام الكنتاكتور

ب-٥ بادئات الحركة الناعمة soft starting

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 الترایاك 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

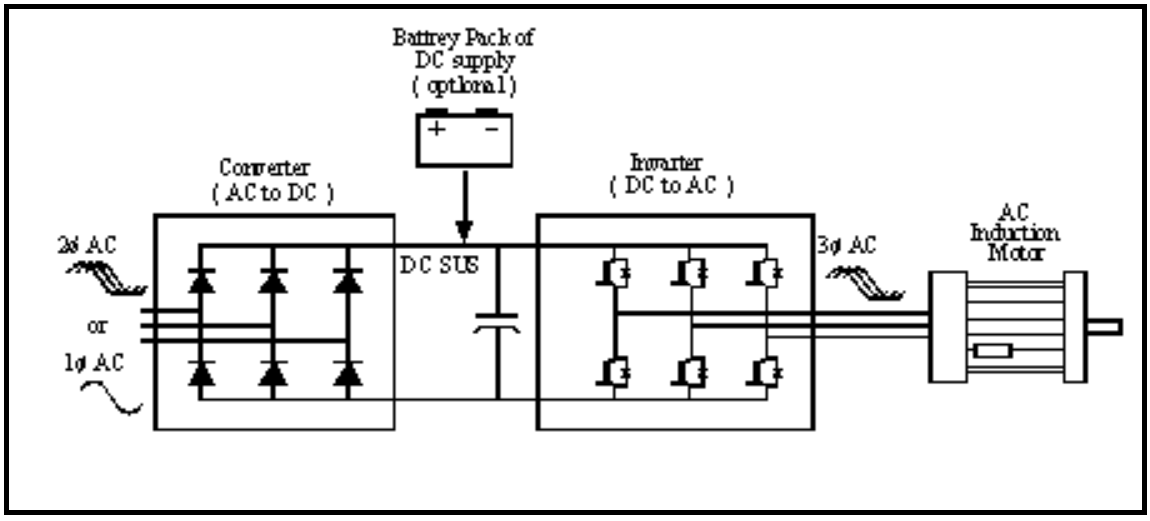
ويتم التحكم فى هذه المنظومة عن طريق معالج دقيق (microprocessor) بالاضافة الى بعض الخصائص الاخرى كالمراقبة والحماية للمحرك.

**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.

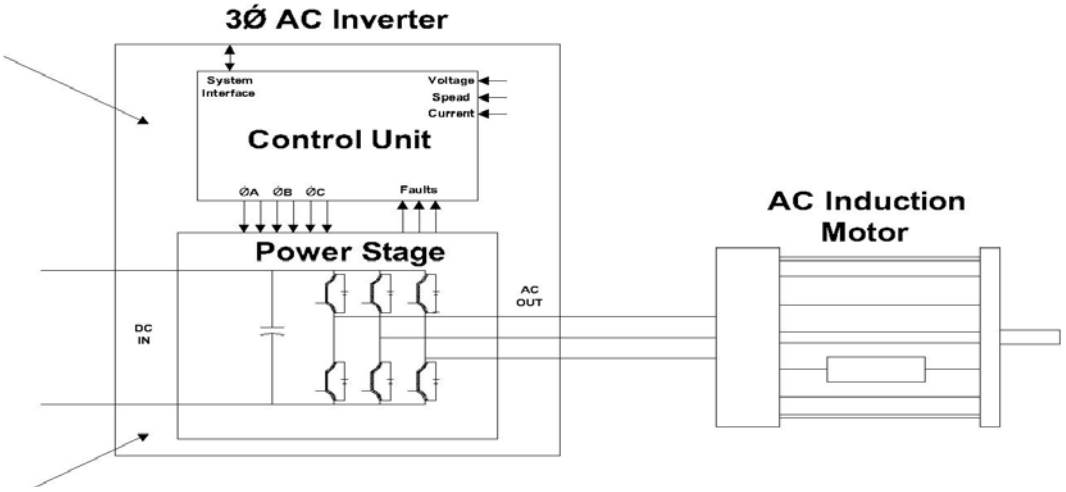
٢-٣-١-٨ التحكم فى سرعة المحرك التأثيري AC Motor Drive

بما أن جهد وتردد الشبكة ثابتين ، لذلك فإن التحكم فى المحرك التأثيري تعتمد علي توليد موجات ذات تردد متغير وجهد متغير علي الرغم من وجود أنواع مختلفة من أنظمة قيادة المحرك التأثيري إلا أن الطريقة الأكثر شيوعاً هي الطريقة التي تستخدم فى تركيبها مبدلة وقالبة (converter–inverter) كما فى الشكل (٢-٤٦).



شكل (٢-٤٦) نظام قيادة لمحرك تأثيري ثلاثي الطور

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 . وبسبب 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 ويبين الشكل (٢-٤٧) 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 (٢-٤٧) قالبة جهد ثلاثية الطور

أ) مرحلة القدرة (power stage)

تتالف مرحلة القدرة من ثلاثة موحدات زوجية أو نصف جسرية (half bridge)، 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

عن طريق المقاومة(starting resistance) أوعن طريق المحولات الأولية (auto transformers) لأنه عن طريق الأنفرتر (القالبة) 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 بعاليه ينبغى الإشارة إلى العديد من أستخدامات الأنفرتر (القالبة) على النحو التالى:

١. التحكم فى سرعات المحركات فى وسائل الرفع وتغيير السرعات لمحركات الطلمبات بغرض تغيير التصرف.

٢. تستخدم الانفرتر (القالبة) بشكل عام للحصول على خرج ثلاثى الطور من تغذية احادية الطور

- تغذية الأنفرتر(القالبة)

تستخدم تقنية التغذية التقطيعية فى تأمين التغذية المناسبة للأنفرتر(القالبة) 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

٢-٣-١-٩ مهمات التحكم و الحماية للمحركات

يعتبر المحرك التاثيرى ذو القفص السنجابى من اكثر معدات 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 switch

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 (باي 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).
- 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 اية 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 الكهرومغناطيسي 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.

٢-٣-٢ 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 للدائرة 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).

٢-٣-٢-١ 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 c.b 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 c.b 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 (Sulphur Hexa Fluoride . SF6 – cb)

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 (٢–١٧) مقارنة بين خواص الأنواع السابق ذكرها لقواطع التيار.

جدول (٢-١٧) مقارنة بين أنواع قواطع التيار المستخدمة في الضغط العالي

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
١	توصيل وفصل تيار حثي Inductive Current	عند التيارات الصغيرة تكون له خاصة إطفاء هادئة وتحدث الشرارة لعدة أنصاف دورة وهذا ينتج عنه تقطيع مهمل للتيار Current Chopping ومن ثم موجه جهد مهمله. Voltage surge	حيث ان الزيت عازل جيد فإن إطفاء الشرارة (القوس الكهربي) يكون أكثر فعالية عن القاطع الهوائي وهذا يعطي فترة شرارة أقصر ودرجة أعلى لتقطيع التيار ويكون الارتفاع في الجهد محسوسا لكن قيمته غير كافية لاحداث تدمير للعزل.	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 التفريقي.
٢	توصيل وفصل التيارات السعوية Capacitance	يحبل إلى إعادة الشرارة بعد الأطفاء وعلى ذلك فله سعة محدودة جداً فى أداء هذه الوظيفة	يكون له قوة عزل عبر كل قطب كافية للتأكيد من قطع التيار المستوي بلا عودة للشرارة وذلك عند إستخدام القواطع ذات الملامسات المزدوجة لكل وجه.	إستعادة قدرة العزل للفجوة التفريقية 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	المواصفات القياسية تتطلب تحقيق ١٠٠٠عملية فصل وتوصيل بلا حمل دون تأثير على القاطع وبدرجة يري للملامسات مهملة الترتيب الدوري لهذا النوع من القواطع يجب مراعاته فى التصميم. اللوحة فى حالة الحريق. يعتمد طول المبني على عرض كل وحدة (خلية) فى مجموعه التشغيل بالاضافة إلى الفراغ اللازم لحوائط الحريق (إن وجدت) ومسارت قضبان التوصيل ويلاحظ أن عرض الخلايا يكون أقل فى حالة القواطع المغمورة فى الزيت عنها فى القواطع الهواذية أو قليلة محتوي الزيت.		الشوار العصير للفصل والتوصيل والطاقة المنخفضة تساعد المصمم على بناء مبكانيزم (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	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.

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
				قائمة وبالتالي مباني أكثر إقتصاداً.	
٤	الاختلاف في القاطع خلال العطل (Fault) (أ) قيمة الضغط المنتج	التواجد السريع القوس كهربي ذو تيار كبير في منطقة الشرارة arc-chute ينتج عنه ضغط عالي وموجات تصادمية يجب أخذها في الإعتبار في البناء الميكانيكي للقاطع مما يزيد في التكلفة.	تفكك الزيت إلى هيدروجين وهيدروكربونات عن طريق تيار القوس الكهربي ينتج ضغط عالي جدا" داخل جهاز التحكم في الشرارة وهذا يؤثر على قدرة الإطفاء وينتقل جزء من هذا الضغط إلى الخزان المعدني ولكن وجود وسادة مناسبة من الهواء قرب غطاء الخزان تساعد على الحفاظ على الضغط داخل الخزان وإستخدام خزان إسطواني تجعل إحتواء هذه الزيادة في الضغط أمر بسيط.	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	الكمية الكبيرة من الهواء المتأين المتدفقة من منطقة الشرارة تخلق ضرورة الحاجة إلى تبريد للعزل ووجود خنادق تسمح بالأندفاع الآمن لهذا الهواء.	تندفع كميات متوسطة من غازات العادم حيث يتم مرورها على حجرة معرجة ثم السطح العلوي للقاطع وهذا يعمل على تبريد الغازات وفصلها عن الزيت.	القاطع تام الإحكام وجميع الأبخرة الفلزية المنتجة خلال القوس الكهربي (الشرارة) تتلف فوريا ولا يوجد إنبعاث من أي نوع لهذا الأبخرة.	القاطع مغلق كاية ومن ثم لايوجد إنبعثات للغاز وقد يتفكك بعضع إلى مكونات الكبريت والكبريت الحر وهذة يتم أمتصاصها بواسطة مرشحات خاصة داخل القاطع.
	(ج) التأثير على قواعد تثبيت القواطع	وبيل جدا"	وبيل	مهمل	خفيف
	(د) توليد الضوضاء	وبيل	معتدل	مهمل	خفيف
٥	إحتمال الحريق	حيث لا يستعمل زيت ولا يوجد غازات قابلة للإشتعال فإن غازات الإحتراق الساخنة المنتجة خلال العطل تحتوي على درجة قليلة من إحتمال الحريق	إستعمال الزيت كوسط قطع وبالتالي إنبعاث غازات قابلة للإشتعال هيدروجين – أستيلين – ميثان ... إلخ) خلال هذه العملية تحوي مخاطرة حدوث الحريق. والتصميمات الجيدة للقواطع نادرا" ما تعطي زيادة في الغازات تسمح بالحريق إلا إذا	مخاطر حدوث الحريق مهملة حيث لا توجد مواد قابلة للاشتعال أو غازات من أي مصدر يحتمل وجودها.	كالسابق في القواطع التفريغية III

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
			حدثت أخطاء جسيمة. ويجب مراعاة وجود ضوابط وإحتياطات ضد الحريق إذا استخدمت هذه القواطع في بيئات يكون تأثير الحريق فيها وخيما		
٦	متطلبات الصيانة (أ) الصيانة الروتينية	تشمل الصيانة الروتينية في القواطع التقليدية على النظافة والتزييت للأجزاء الميكانيكية مع فحص الملامسات وجهاز التحكم في الشرارة والوسط العازل والإحلال إذا لزم الأمر. ويعتمد معدل هذا الإجراء على الأداء المطلوب ويترأوح بين خدمة شهرية في حالة الخدمة الشاقة (عمليات تحميل وفصل عديدة كل يوم) إلى فترات ما بين ٣-٥ سنوات في التغذية العمومية. ويلزم تغيير الزيت دوريا" في حالة قواطع التيار الزيتية في الإستخدام المتكرر أكثر من أي إعتبار آخر والأنواع قليلة الزيت تحتاج إلى الأخذ في الإعتبار أكثر منها في الأنواع المغمورة كليا".		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	يقترح عادة أن تجرى الصيانة بعد عملية الفصل للعطل في أقرب فرصة لذلك لإمكان إستعادة حالة القاطع للمستوى المعتاد والآمن.		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	تتطلب مراعاة إجراء صيانة متكررة وخاصة بالنسبة لأسطح العوازل بالقاطع.	مناسب جدا" إلا أنه يحتاج إلى تزويد الزيت وضبط منسوبه دائما" وتغيير الملامسات خاصة في ظروف الخدمة الشاقة وتكون الصيانة أكثر تكرارية في حالة القواطع قليلة الزيت.	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	نادرا" ما تكون لها هذه الخاصية وعند اللزوم تستخدم وحدات تأريض منفصلة.	يسهل إمداد القاطع بتأريض تكاملي في حالة القواطع ذات السحب الرأسي.	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.

م	الخواص	قاطع التيار الهوائي I	قاطع التيار الزيتي II	قاطع التيار التفريغي III	قاطع التيار الغازي SF6 IV
	facilities				
	(ب) أمكانية إجراء إختبار الحقن Injection-test	تحتاج إلى نزع قاطع التيار عن اللوحة ثم إدخال عصا الإختبار إلى مقبس الفصل.		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	يتوقف عرض المبنى على حسب عمق مجموعة التشغيل Switch-gear مع وجود مسار دخول لنهايات الكابلات في خلفية اللوحة وممر عريض أمام اللوحة لاعطاء فسحة لامكان سحب قاطع التيار وصيانته. ويترتب على الأحمال الديناميكية لمجموعة التشغيل على الأرضية خلال التشغيل إنشاء قواعد مكلفة وقوية. كما يتم تركيب مهمات مكافحة حريق مثل طفايات ثاني أكسيد الكربون أو باستخدام نظم أخرى كالرشاشات أو الغاز في حالة وجود إحتمال للحريق وإذا لم يكن خطر حدوث الحريق كبير فإنه يتم تقسيم لوحات التشغيل الكبيرة بواسطة جدران مانعة للحريق تبنى عبر المبنى لتخفيض مخاطر التدمير	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.

٢-٣-٢-٢ بناء اللوحات فى الضغط العالي (Switchboard Construction) (H.V)

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.

٢-٣-٢-٣ 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 والمقننات الحرارية

Temperature – rise limitations / Thermal ratings

يوضح الجدول (٢-١٨) نوعان من فئات أداء قصر الدائرة ويتبين منه أن قاطع التيار فئة الأداء P1 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 P2, P1 أنه في حالة قاطع الدائرة فئة P1 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.

يحدد الجدول (٢-١٩) حدود الإرتفاع في درجة الحرارة طبقا لمواصفات IEC ويراعي دائما أن الإرتفاع في درجة الحرارة للملامسات لاتؤدي إلي إعطاب العزل أوالأجزاء المجاوره للملامس.

٢-٣-٢-٤ 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 (٢-١٩) 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 (٢-١٩) 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 (٢-١٨) فئات أداء قصر الدائرة

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 (٢-١٩) 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.

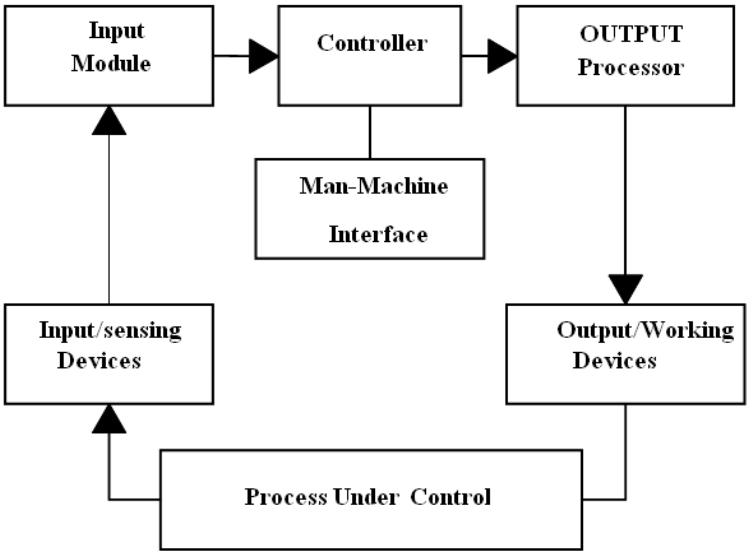
٢-٣-٢-٥ بناء لوحات التوزيع الكهربائية جهد ٣٨٠ فولت

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.

٢-٣-٢-٦ 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 Protective 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 (٢-٤٨) 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 الـــ PLC

الـــ PLC عبارة عن آلة إلكترونية متخصصة فى أعمال التحكم فى الزمن الحقيقي ومراقبة العمليات الصناعية. ينفذ الـــ 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 ، بأزمنه 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 ل 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 الـ PLC أو بشكل متكرر أثناء عمل الـ 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 الــ 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 الــ PLC وذلك باستخدام الأشعة فوق البنفسجية (في الذاكرات من النوع EPROM) أو بوسائل كهربية (للذاكرات 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 الــ PLC وتسمي On board memory.

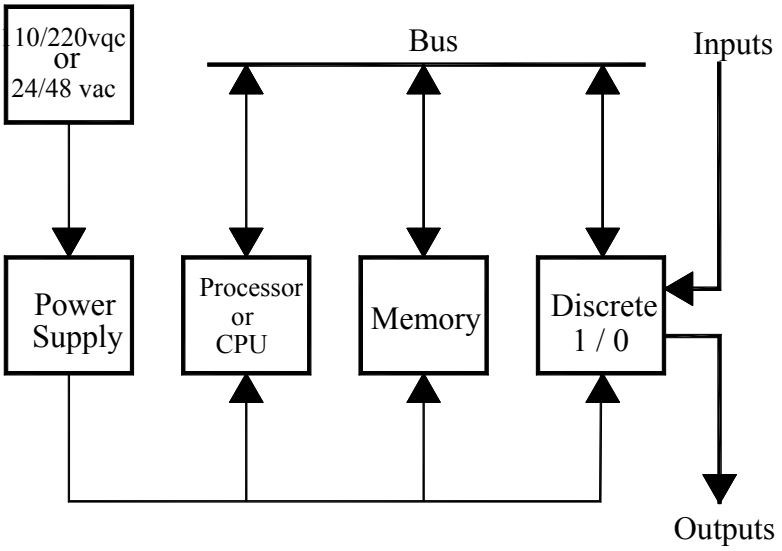
وحدات الادخال / الاخراج للإشارات الغير متصلة (Discrete I/0)

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

- وظيفة الــ 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 الـ PLC من ضوضاء التداخل.

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



شكل (٢-٤٩) التركيبة الأساسية الـ PLC

القضبان الإلكترونية Bus

القضبان الإلكترونية عبارة عن مجموعة من الموصلات التي تخلق إتصال بين الوحدات المختلفة فى الـ PLC ، وتأخذ القضبان فى الـ PLC المكون من وحدات منفصلة Modular PLC ، شكل لوحة دوائر إلكترونية مطبوعة ومثبتة علي قاعدة الحامل لتوصيل مقابس ليدخل عليها وحدات الـ 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 الـ 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 الـ 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 الـ 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 الـ PLC

زمن الدورة فى الـ 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

الـ 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.

٢-٣-٢-٧ 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.

٢-٣-٢-٧-١ 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 الدق 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.

٢-٣-٢-٦-٢ 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.

٢-٣-٣ المحولات الكهربائية

٢-٣-٣-١ محولات التوزيع (Distribution Transformers)

تستعمل محولات التوزيع للإستخدامات العامة والصناعية وعادة ما يكون قدرتها ١٦٠٠ ك.ف.أ أوأقل. ويمكن أيضا لأسباب إقتصادية أن تستخدم المحولات ذات القدرات حتي ٢٥٠٠ 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.

٢-٣-٣-٢ أنواع المحولات المستخدمة

هناك نوعان أساسيان من محولات التوزيع وهي:

- النوع الأول Liquid Filled وفيه 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.

٢-٣-٣-٣ القدرات الشائعة للمحولات

يبين الجدول التالي القدرات المقننة شائعة الإستخدام للمحولات الكهربائية المنتجة تجاريا".

جدول (٢-٢٠) 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 etc.

٢-٣-٣-٤ 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.

٢-٣-٣-٥ 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.

٢-٣-٣-٦ أداء المحولات (Performance)

عند إختيار المحول فيجب ألا تكون التكلفة الاولية هي الإعتبار الوحيد وفى كثير 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.

٢-٣-٣-٧ 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 (٢-٢١) مقارنة للفواقد 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.

٢-٣-٣-٨ 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 الجدولين رقم (٢-٢٢) ورقم (٢-٢٣) 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 (٢-٢١) مقارنة للفواقد 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,	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2	No load	3.2
150°		Load	0.8	Load	3.3	Load	7.4	Load	13.2

	Losses In Kilowatts at operating tamperature								
	No load	1/4 Load		1/2 Load		3/4 Load		Full Load	
		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

جدول (٢-٢٢) 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

1	2	3	4
			damage the core itself other parts or adjacent matertials

جدول (٢-٢٣) 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 : 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	

1	2
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 (٢-٢٤) 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 ٢-٥٠).

جدول (٢-٢٤) دليل التحميل 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.					

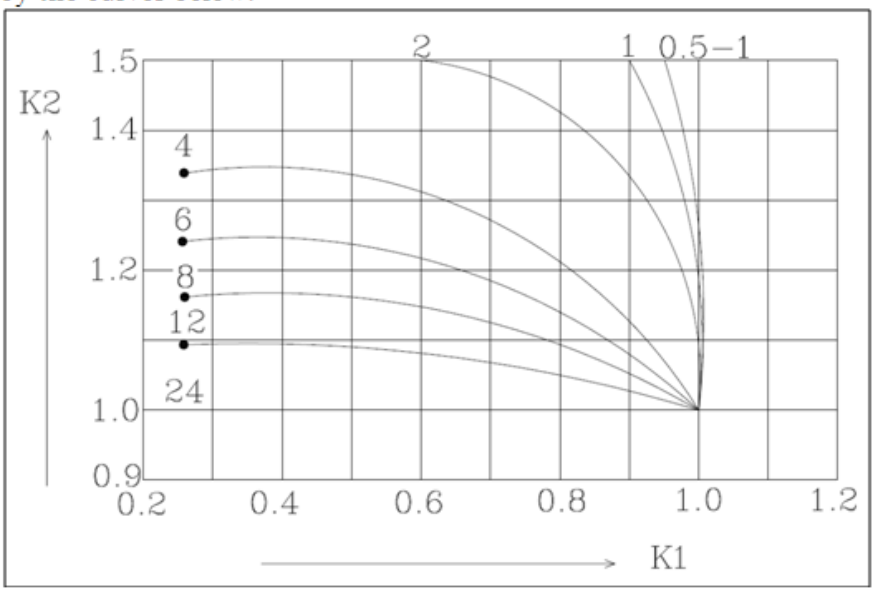
٢-٣-٣-١٠ مقاومة الحريق (Fire Resistance)

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 (٢-٢٥) 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.

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 (٢-٥٠) العلاقة بين K_2 , K_1 عند القيم المختلفة لفترات التحميل t

جدول (٢-٢٥) 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 (٢-٢٦) 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	--	--

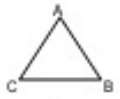
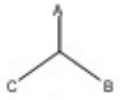
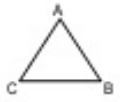
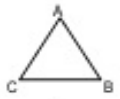
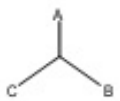
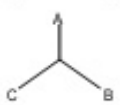
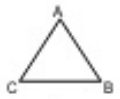
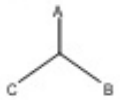
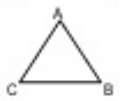
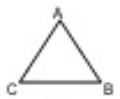
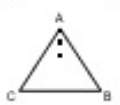
٢-٣-٣-١١ التوصيلات (Connections)

- 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 (٢-٥١) 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.

THREE-PHASE TRANSFORMER CONNECTIONS

Connection IEC 60076		Vector diagram Primary	Vector diagram Secondary	Connection diagram Primary	Connection diagram Secondary
0	Dd 0				
	Yy 0				
	Dz 0				
5	Dy 5				
	Yd 5				
	Yz 5				
6	Dd 6				
	Yy 6				
	Dz 6				
11	Dy 11				
	Yd 11				
	Yz 11				

شكل (٢-٥١) مجموعات المتجهه شائعه الأستخدام فى محولات التوزيع

٢-٣-٣-١٢ 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.

٢-٣-٣-١٣ تبريد المحولات (Cooling)

- تعرف المحولات طبقا لطريقة التبريد المستخدمة ويبين الجدول رقم (٢-٢٧) 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 ONAF / ONAN 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 (٢-٢٧) الأحرف الهجائية المستخدمة كرموز لدلالة على طريقة التبريد لمحولات التوزيع

Kind of Cooling medium	**Symbol**
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

٢-٣-٣-١٤ 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:

$$A = 0.06P$$

حيث:

P = الفقد الكلي المنبعث من المحولات مقدرا بالكيلو وات.

A = المساحة مقدرة بالمتر المربع.

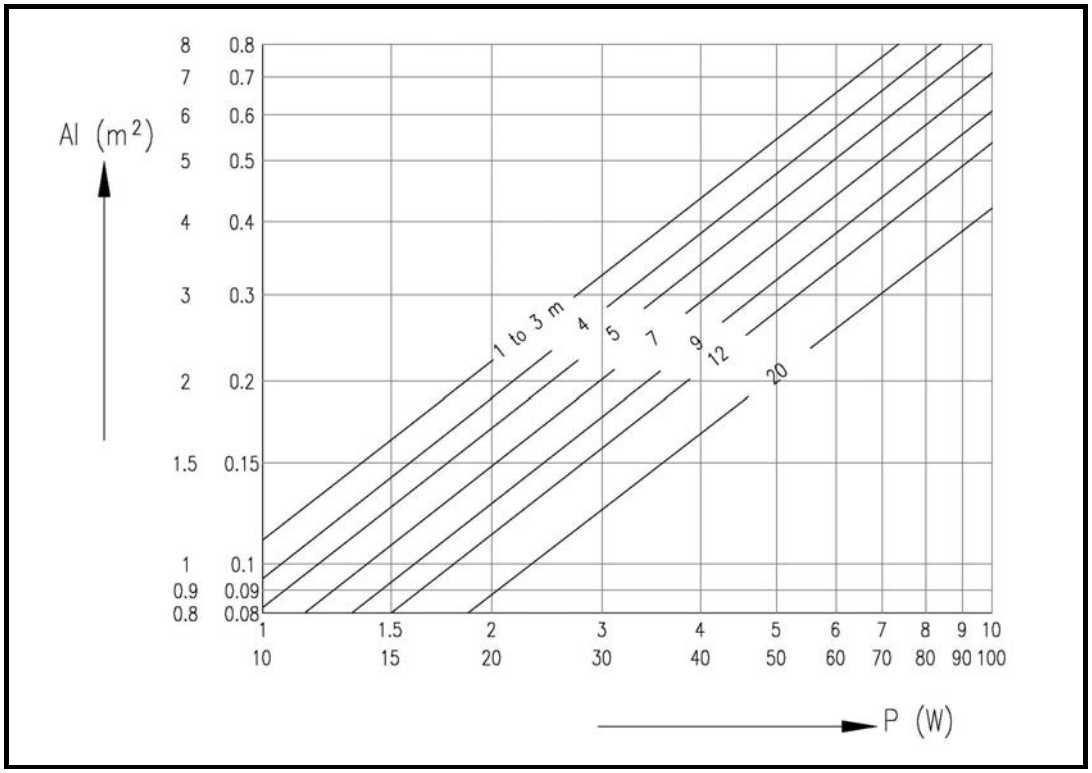
- بتحقيق الشروط السابقة فإن درجة الحرارة لهواء غرفة المحول لا تزيد عن درجة حرارة الجو الخارجية بأكثر من ٧-٨ درجات مئوية.

والشكل رقم (٢-٥٢) يوضح نوموجرام تحديد مساحتي دخول وخروج الهواء.

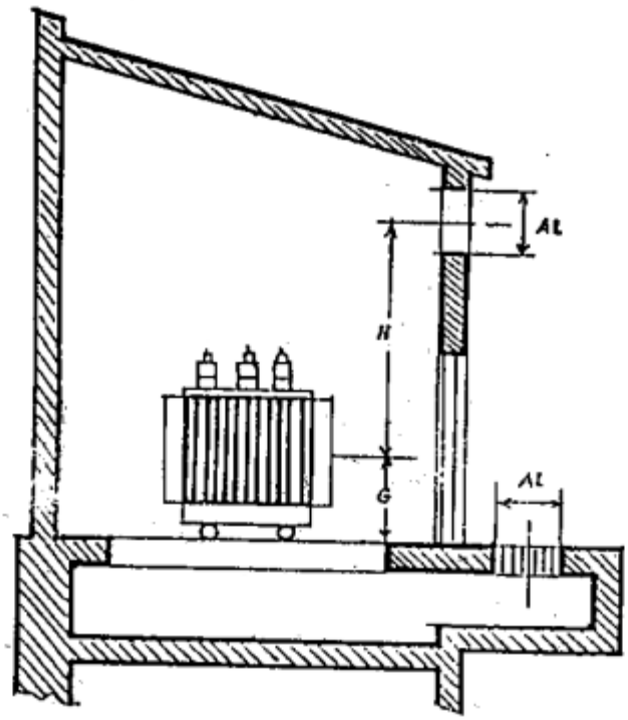
والشكل رقم (٢-٥٣) يوضح تركيب المحولات فى مأوي مغلق.

٢-٣-٣-١٥ 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 (٢-٥٢) نوموجرام تحديد مساحة فتحتي دخول وخروج الهواء للمحول



Output KVA	63/100	160	250	400/500	630/800	1000/1750	1600/2000	2500
G (mm)	610	645	685	730	795	940	1075	1195

شكل (٢-٥٣) تركيب المحولات في مأوى مغلق

٢-٣-٣-١٦ تشغيل المحولات علي التوازي (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 التوازي 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.

٢-٣-٣-١٧ 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 بوخلز 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 م٣ / 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 مقدارها ١٠٠ أوم كمجس تثبت اقرب ما يمكن لمفات المحول حيث يقيس الجهاز مقاومة هذا المجس التي تتغير بتغيير درجة حرارة الملفت.
- 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.

٢-٣-٤ الكابلات الكهربائية

٢-٣-٤-١ 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:

$$\frac{w}{t} = I^2 R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

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 :

$$\theta = \frac{w}{t} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

حيث :

θ = الانسياب الحرارى فى الثانية

- بتطبيق قانون أوم فإن الإنسياب الحرارى يمكن أخذه كالآتى:

$$\theta = \frac{\Delta T}{R_{th}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

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:

$$\Delta T = I^2 R \ (Rthi + Rthe) \ldots\ldots \quad (4)$$

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 I2R. 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 Δ T فى حالة التشغيل العادي لا تتجاوز ٣٥° م 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 (٢-٢٨) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة .P.V.C والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-٢٩) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة .P.V.C والممدة فى الارض.
- يوضح الجدول (٢-٣٠) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة فى الهواء.
- يوضح الجدول (٢-٣١) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة XLPE والممدة فى الارض .
- يوضح الجدول (٢-٣٢) مقننات التيار للكابلات متعددة الأقطاب المعزولة بمادة PVC أو XLPE فى درجة حرارة للوسط المحيط ٢٥°م.

٢-٣-٤-٢ 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 (٢-٣٣) 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 (٢-٢٨) 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 (٢-٢٩) 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 (٢-٣٠) 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 (٢-٣١) مقتنات 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 (٢-٣٢) مقننات التيار للكابلات النحاسية المعزولة بمادة 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

جدول رقم (٢-٣٣) 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

٢-٣-٤-٣ 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.

- 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^2، 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

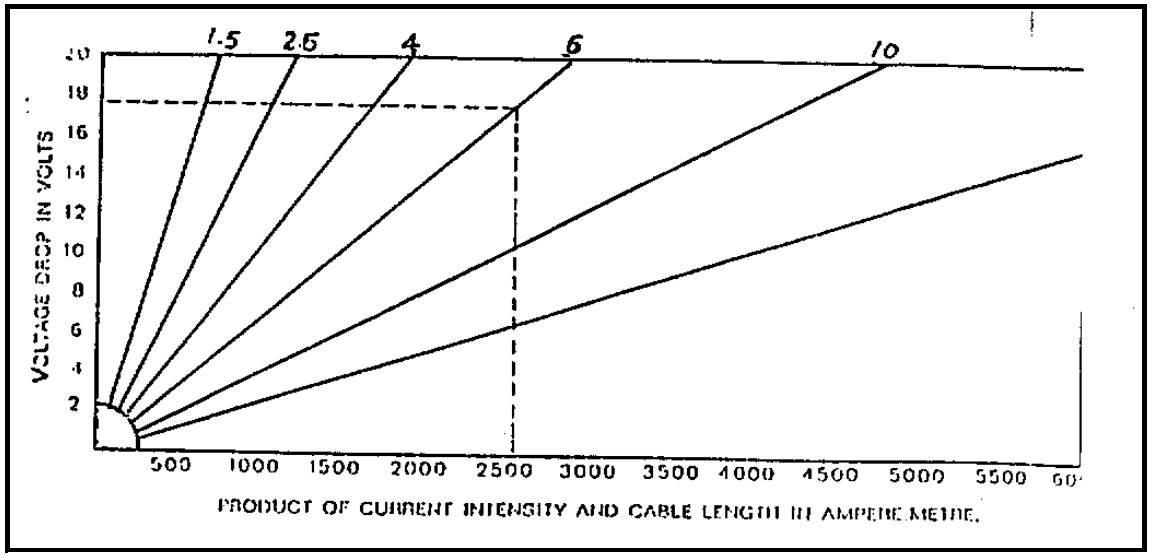
$$\Delta\upsilon = \sqrt{3}.I.l.\frac{r\cos\phi + \chi\sin\phi}{1000}$$

حيث :

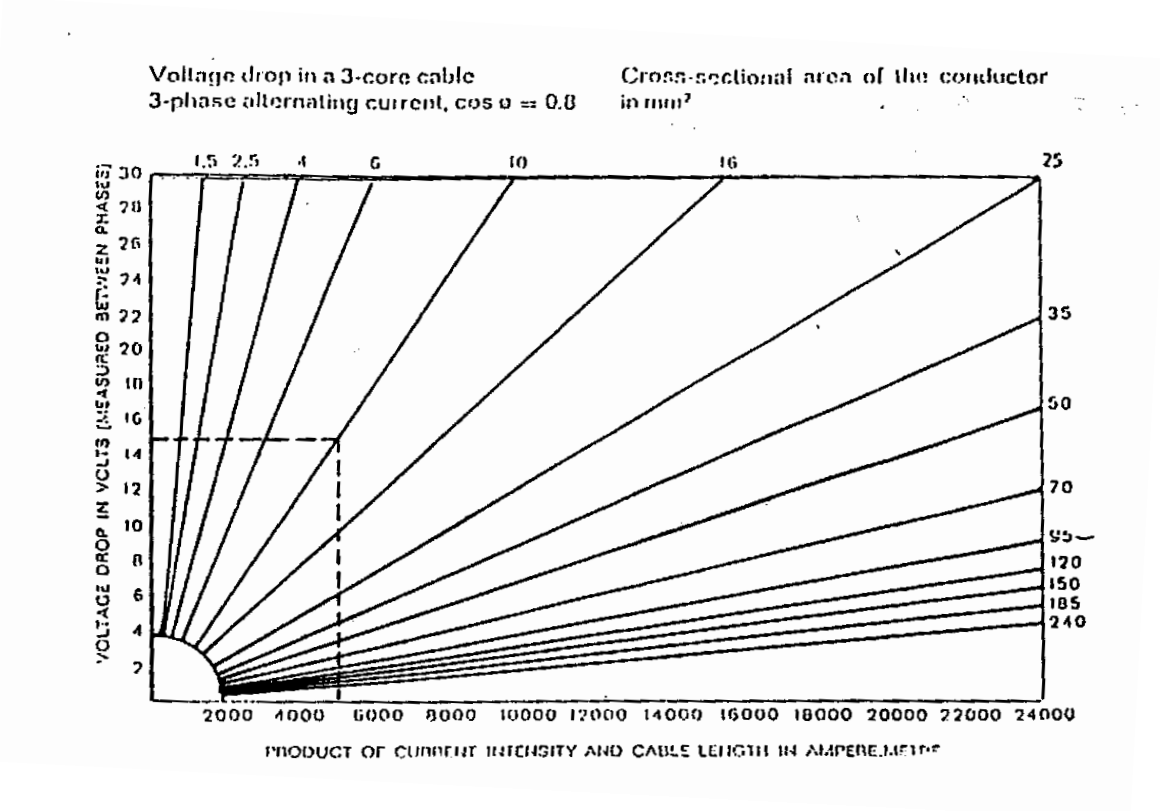
χ : ممانعة الكابل بالأوم /الكيلومتر.

ويمكن أخذه 0.1 أوم /الكيلومتر.

للتطبيق العملى يمكن استخدام النوموجرامات المبينة بالأشكال (٢–٥٤) ، (٢–٥٥).



شكل (٢–٥٤) نوموجرام حساب الفقد في الجهد للكابلات ثنائية القطب لإمرار التيار ذو الوجه الواحد عند معامل قدرة واحد صحيح



شكل (٢-٥٥) نوموجرام حساب الفقد في الجهد للكابلات ثلاثية الأقطاب لإمرار التيار المتردد ثلاثي الوجه عند معامل قدرة ٠،٨

٢-٣-٤-٤ 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 (٢-٥٦) 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 :

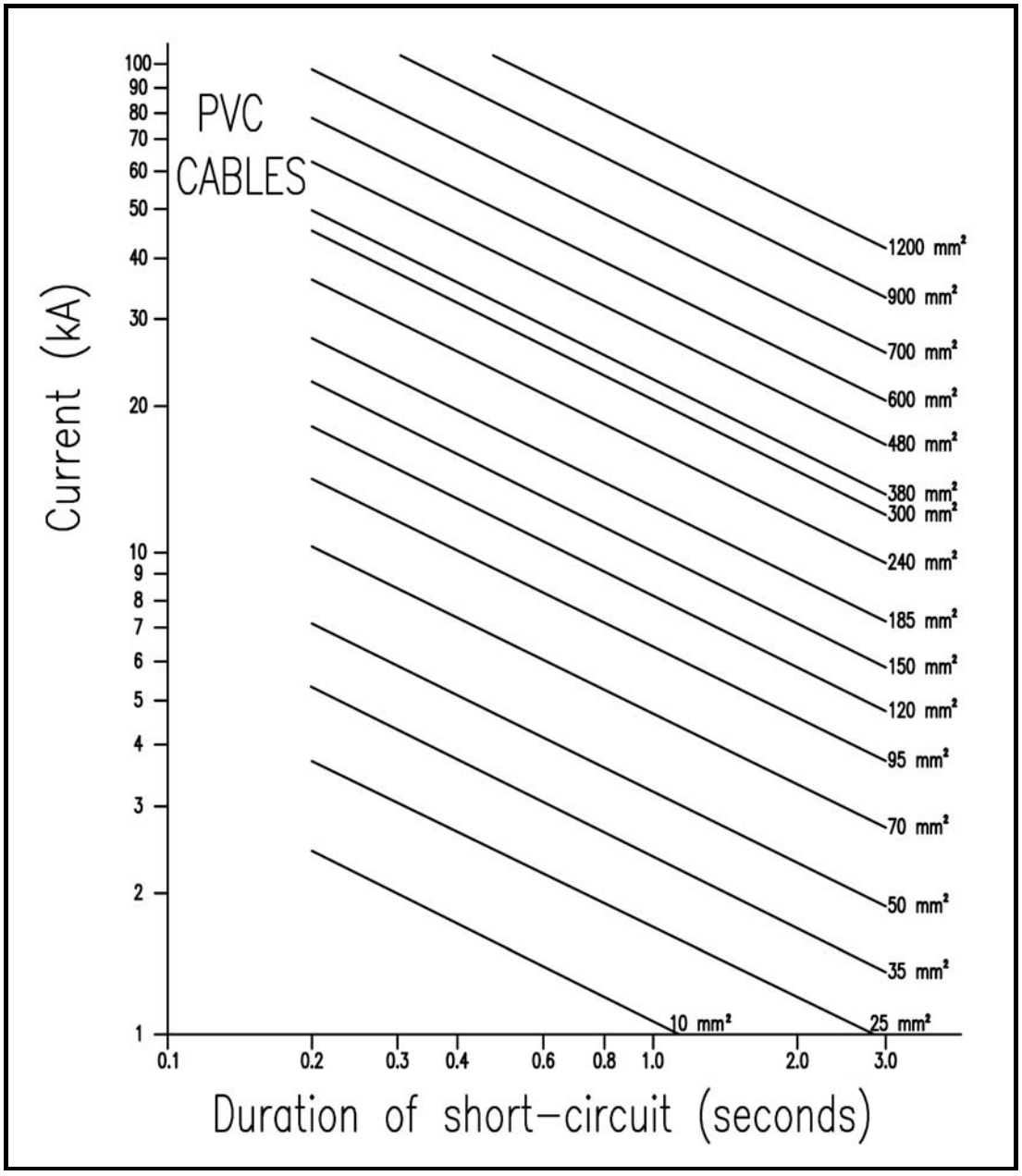
IK : تيار القصر المقنن بالكيلو أمبير.

t : زمن مرور تيار القصر بالثانية.

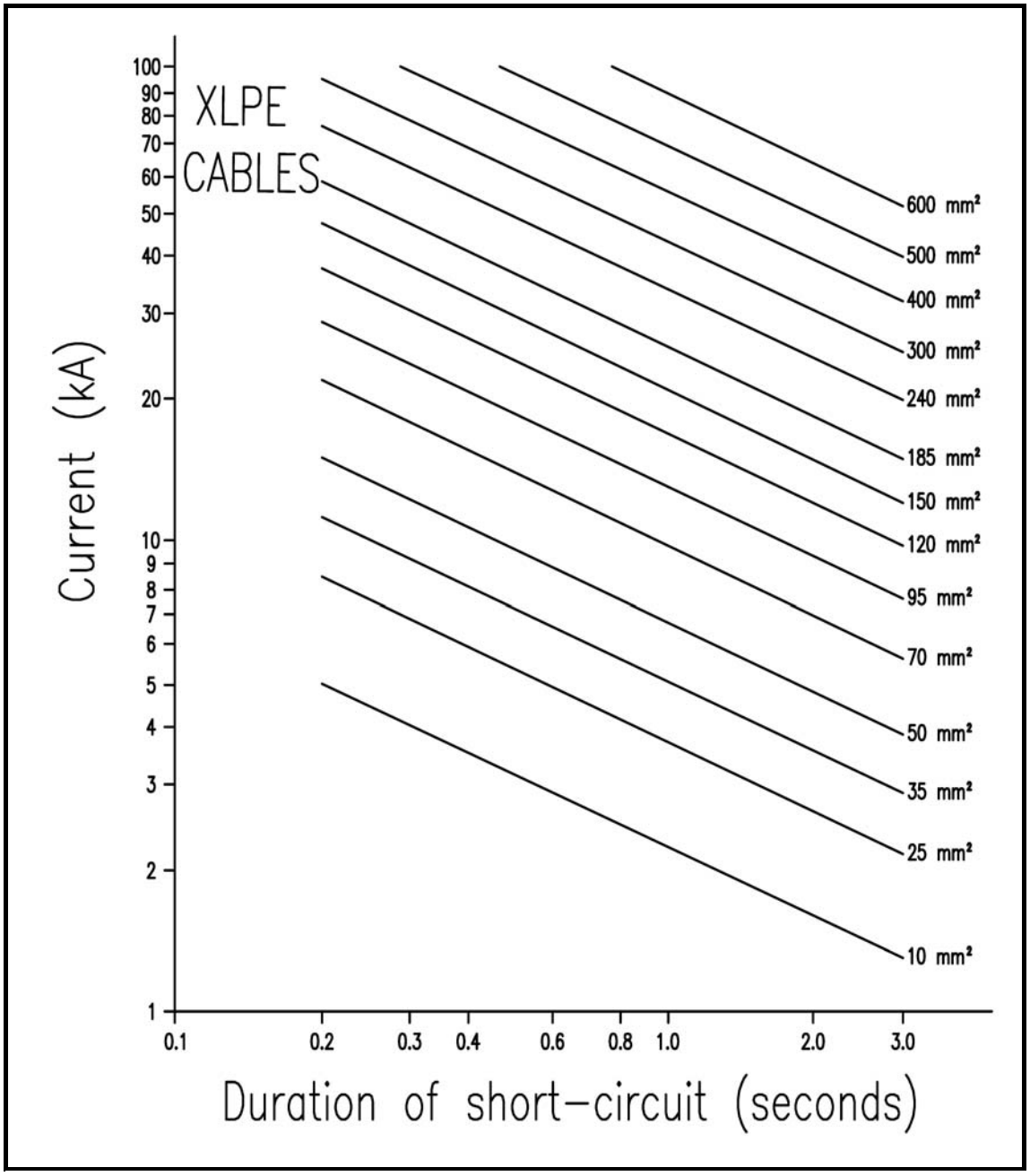
q : مساحة مقطع الموصل الأسمى مم المربع.

وتسرى هذه العلاقة لزيادة فى درجة الحرارة من ٨٥ – ٢٥٠° م.

وبين الشكل (٢–٥٧) نوموجرام العلاقة بين تيار القصر وزمن المرور ومساحة مقطع الموصل فى حالة الكابلات المعزولة بالـ XPLE بتطبيق العلاقة السابقة.



شكل (٢-٥٦) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة PVC (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)



شكل (٢-٥٧) نوموجرام العلاقة بين القصر والزمن ومساحة المقطع للموصلات المستخدمة في حالة الكابلات المعزولة بمادة XLPE (للكابلات ذات الموصلات النحاسية ضغط منخفض)

٢-٤ التصميم المعماري والانشائي

٢-٤-١ الأعمال المعمارية

٢-٤-١-١ 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،٠ 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 ودراسة إتجاه الرياح لتفادي التعرض للغازات إذا حدث تسرب للكلور.

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.

١٢- 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 بحركة الهواء بسهولة.

١٣- يراعى عمل حرم (مساحة خالية) حول المحطة وذلك لمراعاة البعد الأمني والبعد البيئي.

١٤- يراعى عمل خط كهرباء إضافي للمحطة وتوصيله بالوحدات الحيوية بالموقع ليكون بديلا" ويعمل أتوماتيكيا" عند حدوث أي عطل بخط الكهرباء العمومي للمحطة.

١٥- مراعاة الجانب الجمالي في تصميم المحطة والأسوار ونظم مراقبة الأمن، على أن يكون التصميم منسقا" مع الطابع العام للمدينة من حيث الشكل والخامات المستخدمة في الإنشاء.

١٦- يتم تحديد مواصفات مواد التشطيب والخامات المستخدمة داخل وحدات المباني وخارجها وكذلك في الفراغات المفتوحة بالموقع طبقاً لإستخدامات كل فراغ.

١٧- يراعى بوجه عام إستخدام خامات من البيئة المحيطة بالمحطة ويفضل المواد الطبيعية التي يسهل صيانتها ولا تحتاج لصيانة على فترات قصيرة ولا تكون مكلفة.

٢-٤-١-٢ 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 الطلمبات

- يراعي ان يكون منسوب أرضية عنبر ادارة الطلمبات 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 الوحدة.
  - 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 وأوطي 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 الكيماويات والكلور

- سهولة دخول وخروج السيارات الحاملة للمهمات واسطوانات الكلور وأدوات الصيانة.
- يلزم استخدام مواد التشطيبات المضادة للكيماويات بعمل الأرضيات من السيراميك المقاوم للاحماض والحوائط من القيشاني بالارتفاع المناسب ولا يقل عن جلسة الشبابيك.
- يلزم ان تكون القواعد الحديدية الحاملة للاسطوانات مزودة بأربعة درافيل دوارة (عجل جديد) لكل أسطوانة وعلى أن تبعد القواعد مسافة لا تقل عن ١,٠ متر من الحوائط الجانبية لتسهيل الحركة وضبط الاسطوانة والمحابس علي وضع التشغيل السليم.
- يفضل عمل ونش علوي (مونوريل) بمسافة مناسبة بين كمرة الونش وأوطى نقطة في كمرة المبني لكل صف اسطوانات وبحيث لا تتعارض الكمرات الساقطة في مدخل مبني الكلور مع مسار كمرة الونش وعلي ارتفاع مناسب لسهولة تداول الاسطوانات من سطح السيارات.
- يجب ان تمتد كمرة الونش خارج المبني لمسافة كافية تسمح بالتحميل والتفريغ الآمن.
- عمل تصميم جيد لشبكة طلمبات الصودا الكاوية الخاصة بالتعادل بحيث يسهل الكشف عليها دوريا".

- عمل مجاري خرسانية ذات أغطية سهلة الرفع لمرور مواسير حقن الكلور من النوع PVC أوما يماثله.
- يلزم أن تكون فتحات التهوية بارتفاع يزيد علي ٥٠ سم من أرضية مبني الكلور وبفتحة لا تقل عن ٣٥ × ٣٥ سم وعلي أن لا تزيد المسافة بين كل فتحتين علي ٢,٠ متر.
- فى حالة وجود غرفة معادلة غاز الكلور المتسرب يلزم أن تكون فتحة الباب لها من الخلف خارج العنبر وأن يكون إرتفاع الشفاطات الموجودة بهذه الغرفة من ناحية عنبر الاسطوانات وعلي نفس منسوب محابس تشغيل الاسطوانات العاملة.
- توافر الاضاءة والتهوية المناسبة للمبني ويجب أن تكون هناك مجاري لتصفية مياه الغسيل.
- يجب توافر الشروط الآتية فى قاعدة برج التعادل.
- أن تكون القاعدة الخاصة بتثبيت برج التعادل بارتفاع لا يقل عن –٢,٠ متر من أرضية مبني الكلور.
- أن تكون الحوائط الداخلية معالجة بمواد مقاومة للأحماض.
- أن تكون الفتحة العلوية الخاصة بتثبيت البرج مبطنة بمادة مطاطية (كاوتش) مانعة لتسرب الهواء.

و – 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.

٢-٤-٢ الأعمال الانشائية

يرجع للكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشأت الخرسانية.

٢-٤-٢-١ الأعمال الكهروميكانيكية بالمنشآت

يرجع إلي الكودات المصرية الخاصة بأعمال الكهرباء والميكانيكا داخل المنشآت وكذلك الأكواد العالمية المكملة والخاصة بذلك.

٢-٥ إعداد مستندات الطرح

يرجع الي كود محطات تنقية مياه الشرب

المراجـــــع

الكود المصرى لأسس تصميم وشروط التنفيذ لمحطات التنقية لمياه الشرب والصرف الصحى والروافع.

قرار رقم ٥٣ لسنة ١٩٩٨

- Centrifugal Pump Lexicon (KSB).
- Pump Handbook-McGRAW-HILL.
- CATERPILLAR GENERATOR SET. Application and installtion CATER engine division.
- Comeresscd air and gas handbook by comeresscd air and gas in institute, New York.
- Handbook of Chlorinatian and Alternative Disinfections.
- Ebara Pump System Engineering Handbook.

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 الميكانيكا – 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 – كلية الهندسة – جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور /أحمد كمال معوض	رئيس قطاع التخطيط الفني بالشركة القابضة لمياه الشرب الصرف الصحي	عضوا
الأستاذ الدكتورة /مها مصطفى الشافعي	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور /عمرو حسن محمد	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ القوى الكهربائية – كلية الهندسة – جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / احمد محمد عبد المجيد	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
المهندس /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	مدرس – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	
محمد على السعيد	مساعد باحث – 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 الدكتورة / 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	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية –كلية الهندسة– جامعة القاهرة (توفى)	عضوا
الاستاذ الدكتور /محمد حسن محمد مصطفى	رئيس الإدارة المركزية للمعايير والمطابقة وحماية المستهلك بجهاز تنظيم مياه الشرب والصرف الصحي وحماية المستهلك	عضوا
الدكتور / احمد محمد عبد المجيد	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية – المركز 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
الدكتور / اشرف كامل قراقيش	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
المهندس / حمدي محمد إبراهيم شطا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياة القاهرة الكبرى	عضوا
المهندسه / فاطمة محمد قنديل	مدير عام التصميمات الميكانيكية (سابقا) –الهيئة القومية لمياه الشرب	عضوا
الدكتور / احمد طه الشافعي	استشاري بدار الهندسة للتصميم والاستشارات الهندسية	عضوا
الدكتور / محمد عبد القادر سويدان	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة– المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور / محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضرى	أستاذ القوى الكهربائية –كلية الهندسة– جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد	أستاذ بمعهد بحوث مقاومة المواد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأمانة الفنية		عضوا
م/ نوران يسرى محمد	مساعد باحث – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

اللجنة الفرعية معالجة الصرف الصحي

الأستاذ الدكتور / هشام سيد عبد الحليم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية –كلية الهندسة– جامعة القاهرة	رئيسا
الأستاذ الدكتور / محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية –كلية الهندسة –جامعة عين شمس	مقرراً
الأستاذ الدكتور / ثروت وزير ابو عرب	أستاذ الميكانيكا –كلية الهندسة– جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور / ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية –كلية الهندسة– جامعة عين شمس	عضوا
الدكتور /عمرو حسن محمد	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئية – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور / وليد سيد عبد الحليم	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبئية –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
المهندس / محمود اسماعيل محمد	مدير عام محطات الرفع لشركة الصرف الصحي	عضوا
المهندس / مصطفى أحمد الشيمى إبراهيم	رئيس قطاع المشروعات بالصرف الصحي شركة مياه القاهرة الكبرى	عضوا
المهندسه / هناء احمد محمد شاهين	رئيس الإدارة المركزية للبحوث والدراسات بالهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
الدكتور / محمد نزية عبدالله	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئة –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ القوى الكهربائية –كلية الهندسة –جامعة عين شمس	عضوا
الدكتور / محمد عبد القادر سويدان	أستاذ مساعد بمعهد بحوث الإسكان و العمارة –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
المهندس / صلاح عبد العظيم دياب	مدير إدارة الاختبارات بالهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
الدكتور / محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة	عضوا
الأمانة الفنية		
م/ رحاب جمال حسن احمد	مساعد باحث –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

اللجنة الفرعية لروافع مياه الشرب والصرف الصحي

الأستاذ الدكتور/ إيهاب محمد راشد	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية –كلية الهندسة– جامعة القاهرة	رئيسا
الأستاذ الدكتور/ثروت وزير ابو عرب	أستاذ الميكانيكا –كلية الهندسة– جامعة القاهرة	مقرراً
الأستاذ الدكتور/ محمد ممدوح عبد العزيز	أستاذ الهندسة الكهربائية –كلية الهندسة –جامعة عين شمس	عضوا
الدكتور / احمد محمد نور الدين	مدرس بمعهد بحوث الهندسة الصحية والبيئة –المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
المهندسه / فاطمة محمد قنديل	مدير عام التصميمات الميكانيكية الهيئة القومية لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
الأستاذ الدكتور / سالم محمد الخضري	أستاذ القوى الكهربائية –كلية الهندسة– جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد سيد سيد	أستاذ بمعهد بحوث مقاومة المواد – المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور / محمد احمد مصطفى حسن	أستاذ مساعد بقسم القوى الكهربائية –كلية الهندسة – جامعة القاهرة	عضوا
المهندس / سمير إسماعيل جبر	الجهاز التنفيذي لمياة الشرب والصرف الصحي	عضوا
المهندس / عادل حسن زكى	مدير عام المشروعات بشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى	عضوا
المهندس / مشرف خليفة محمد منصور	مدير محطة الجبل الأصفربالجهاز التنفيذي لمياه الشرب والصرف الصحي	عضوا
المهندس / حمدي محمد إبراهيم شطا	مدير مكتب التنفيذي للمياه بشركة مياة القاهرة الكبرى	عضوا
الأمانة الفنية		
م/نعمة احمد صبحي احمد	مهندسة– المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	

لجنة الصياغة والمراجعة

الأستاذ الدكتور / حمدي إبراهيم على	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة- جامعة عين شمس	رئيسا
الأستاذ الدكتور/ إبراهيم هلال حطاب	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة القاهرة	عضوا
الأستاذ الدكتور/ احمد صادق العدوى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة- جامعة الإسكندرية	عضوا
الأستاذ الدكتور / فكرى حليم غبريال	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمد سعيد الخولى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة - جامعة عين شمس	عضوا
الأستاذ الدكتور / ضياء صلاح الدين المنيرى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - بكلية الهندسة - جامعة الزقازيق	عضوا
الأستاذ الدكتور / مدحت محمد عبد المنعم صالح	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - كلية الهندسة -جامعة الأزهر	عضوا
المهندس / سراج محمد محمد القطقاط	خبير أول التصميمات الكهربائية	عضوا
المهندس / محسن على محمود السيد	خبير أول التصميمات الميكانيكية	عضوا
الأستاذ الدكتور / مها مصطفى الشافعى	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الأستاذ الدكتور / محمود محمد عبد العظيم	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية –كلية الهندسة - جامعة عين شمس	مقررا
الأستاذ الدكتور / عمرو حسن محمد	أستاذ الهندسة الصحية والبيئية - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	عضوا
الدكتور /أسامة فتحى محمود	أستاذ مساعد الهندسة الصحية والبيئية -كلية الهندسة -جامعة الأزهر	عضوا
الدكتور / حسام مصطفى حسين	مدرس الهندسة الصحية والبيئية -كلية الهندسة -جامعة عين شمس	عضوا
الأمانة الفنية		
محمد على السعيد احمد	مدرس مساعد - المركز القومي لبحوث الإسكان والبناء	