برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي فني تشغيل صرف صحي

أجهزة القياس المختلفة واستخدامها – ٦ شهور

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية وبناء القدرات -الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهرس

تعريف وأهمية أجهزة القياس وأنواع القياسات والوحدات ٢
مقدمه: ٢
ما هي أجهزة القياس ٢
استخدام أجهزة القياس: ٢
اهمية استخدام أجهزة القياس في تشغيل المحطات: ٢
أنواع القياسات: ٢
قياس التصرف ٣
مقدمه: ٣
أنواع أجهزة قياس التدفق: ٣
١. أجهزة قياس التدفق للقنوات المفتوحة: ٣
٢. قياس التدفق باستخدام الأمواج فوق الصوتية: ٤
أولا جهاز قياس التدفق عن طريق قياس المنسوب باستخدام الموجات فوق الصوتية: ٦
١ـ الوصف العام لقياس الجهاز: ٦
٢ـ موقع الجهاز في المحطة: ٧
ثانيا قياس التصرف عن طريق قياس السرعة والمنسوب (Area velocity flow meter) ٨
مقدمه: ٨
أماكن استخدام الجهاز: ٨
نظرية التشغيل: ٨
ثالثا قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسية ٩
أجهزة قياس التدفق للقنوات المغلقة ٩
١. الوصف الفني: ٩
٣,١. مكونات جهاز القياس: ٩
رابعا قياس الاكسجين المذاب ١١
مكونات جهاز قياس الأكسجين المذاب: ١١
إلكترود القياس: ١٢
خامسا قياس الأس الهيدروجيني (pH) ١٣
الغرض من استخدام الأس الهيدروجيني P H: ١٣
موقع الجهاز بالمحطة: ١٣
١. إلكترود القياس: ١٥
وصف مكونات إلكترود القياس: ١٦
سادسا جهاز قياس درجة الحرارة ١٧
مقدمه: ١٧
أ. مستشعرات درجة الحرارة: (RESISITANCE THERMOMETER) ١٧
جهاز قياس الضغط: ١٨
أجهـزة القيـاس الكهربية ١٩
مقدمــة ١٩
أجهزة القياس المثبتة بلوحة التوزيـع ١٩

تعريف وأهمية أجهزة القياس وأنواع القياسات والوحدات

مقدمه:

تم إعداد هذا المنهج ليألف القائم بالعمل الدور الذى تلعبه أجهزة القياس في محطات الصرف الصحي وسنلقى الضوء على تعريف أجهزة القياس وما هو عملها.

ما هي أجهزة القياس

يمكن ببساطه تعريف جهاز القياس بأنه ليس أكثر من وسيله للقياس فمثلاً تعتبر ساعة اليد مثال لأجهزة القياس المألوفة والتي تستخدم لقياس الوقت ويتم قياس الوقت حسب احتياجنا فيمكن قياسه بالدقائق أو الساعات او الأيام. ويتم اختيار جهاز القياس لإداء وظيفه معينه يمكن أن يقوم بها ونستطيع هنا ببساطه أن نقول أن العدادات ما هي الا أجهزة قياس ويمكن لهذه الأجهزة سواء مباشره أو عن طريق غير مباشر قياس كميات متنوعه تعتبر قيمتها أو التغير في قيمتها معلومات هامه وضرورية للتشغيل.

تعريف جهاز القياس:

جهاز القياس هو وسيله لقياس كميه ما متغيرة.

استخدام أجهزة القياس:

سنبين هنا أهمية أجهزة القياس لمحطة المعالجة ونظرا لأن العدادات تقوم أساسا بقياس قيم المتغيرات فهي تساعد الإنسان في مراقبة العمل من خلال حواسه (نظر، سمع، لمس، شم)

اهمية استخدام أجهزة القياس في تشغيل المحطات:

تعتبر أجهزة القياس والتحكم ضرورية وغالبا ما تتم بمعظم العمليات آليا للأسباب الأتية:

- توفير الوقت لعدم وجود عماله لتنفيذ العمل.
- إذا كانت العمالة غير قادره على القيام بذلك العمل.
- إذا كانت العمالة غير عمليه وباهظة التكلفة.
- للحصول على عمل أفضل وأسرع.
- إذا كانت العمالة لا ترغب تأدية هذا النوع من العمل.

أنواع القياسات:

وسنناقش هنا المتغيرات التي تقاس بواسطة أجهزة القياس والمستعملة في المحطات والتي تستعمل في محطات معالجة مياه الصرف الصحي. وسيتم تعريف القياسات التالية:

١- الحرارة. ٢- الضغط. ٣- التدفق.

٤- المنسوب. ٥- الكثافة. ٦- السرعة.

٧- القياسات التحليلية (طبيعية، كيميائية، حيوية).

بعض امثلة لأجهزة القياس المختلفة

قياس التصرف

مقدمه:

تحتاج جميع محطات المعالجة بالصرف الصحي لقياس معدل التدفق وذلك للقياس والتحكم في مراحل تشغيل عمليات المعالجة، وهناك ثلاث طرق لقياس التدفق وهي:

الطريقة الكتليه . الطريقة الحجمية . طريقة السرعة.

ففي محطات الصرف الصحي نستخدم الطريقة الحجمية وطريقة السرعة حيث ان أجهزة القياس الحجمية وأجهزة القياس عن طريق السرعة بسيطة في التركيب ولها مدى قياس كبير ورخيصة الثمن وذات حساسية قياس عالية.

أنواع أجهزة قياس التدفق:

١. أجهزة قياس التدفق للقنوات المفتوحة.
٢. أجهزة قياس التدفق في القنوات المغلقة.

١. أجهزة قياس التدفق للقنوات المفتوحة:

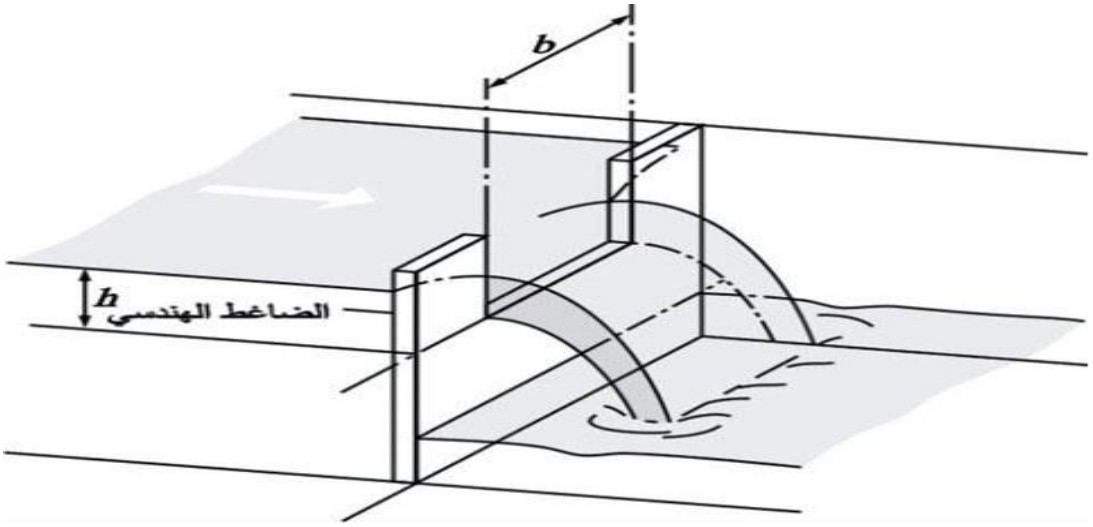
يعد قياس التدفق في القنوات المفتوحة من القياسات الهامة في محطات التنقية حيث ترد مياه الصرف في قنوات مفتوحة وأيضاً التصرف الخارج من المحطة بعد الانتهاء من عملية التنقية حيث يتم قياس التدفق على قنوات الدخول وقنوات الخروج من المحطة.

لقياس التدفق في القنوات المفتوحة يتم عمل اختناق أو بوابة أو هدار بحسابات خاصة على القناه المطلوب قياس معدل التصرف فيها بحيث يعمل هذا الاختناق على تغيير منسوب المياه قبل الاختناق المحسوب وبقياس هذا المنسوب وباستخدام جداول خاصة بهذا الاختناق تم حسابها بواسطة معادلات رياضية يمكن حساب معدل التصرف.

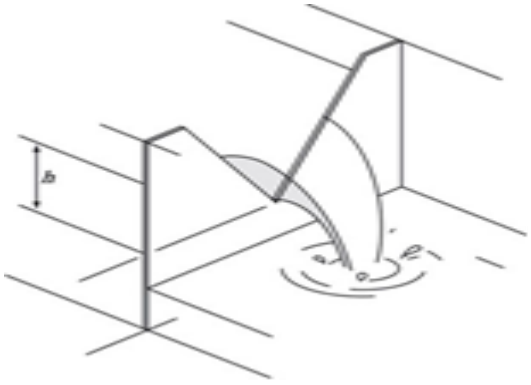
يستخدم لهذا الاختناق أنواع متعددة منها الهدارات (Weirs) أو قناة بارشال (Parshall Flume) وتوجد بعض الاختناقات الخاصة كقناة الفنشورى وهو النوع المستخدم في محطة التنقية بحلوان (Khafagi – Venturi Channel) ولكن الأنواع الشائعة الاستخدام هي الهدارات أو قناة بارشال، وفيما يلى صور لتركيب الجهاز عليهم.

أما التدفق المار عبر الهدار المثلي رقيق الحافة ذي الرأس القائم فيحسب من العلاقة:

$$Q = 1.417 \times h^{3/2}$$



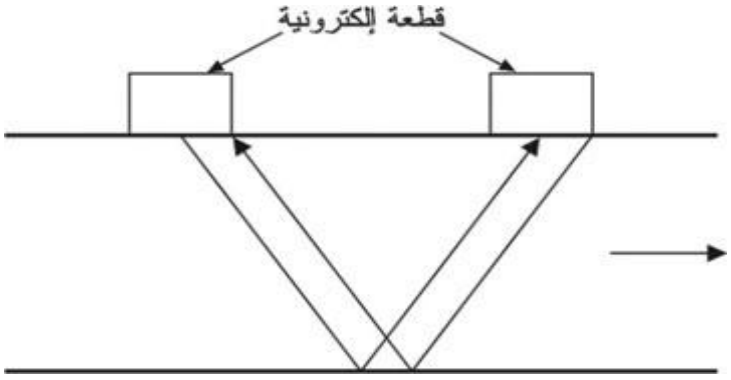
الشكل (٥) منظر عام لهدار مستطيل رقيق الحافة



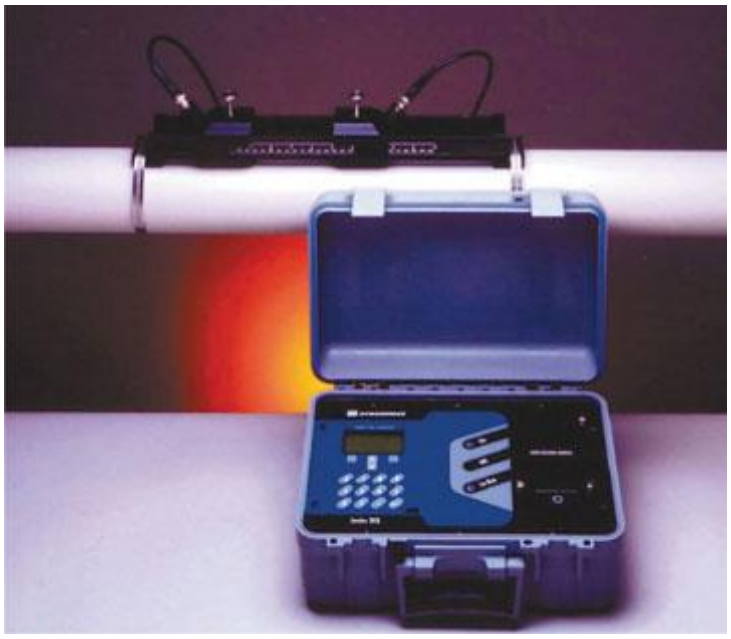
الشكل (٦) منظر عام لهدار مثلثي رقيق الحافة

٢. قياس التدفق باستخدام الأمواج فوق الصوتية:

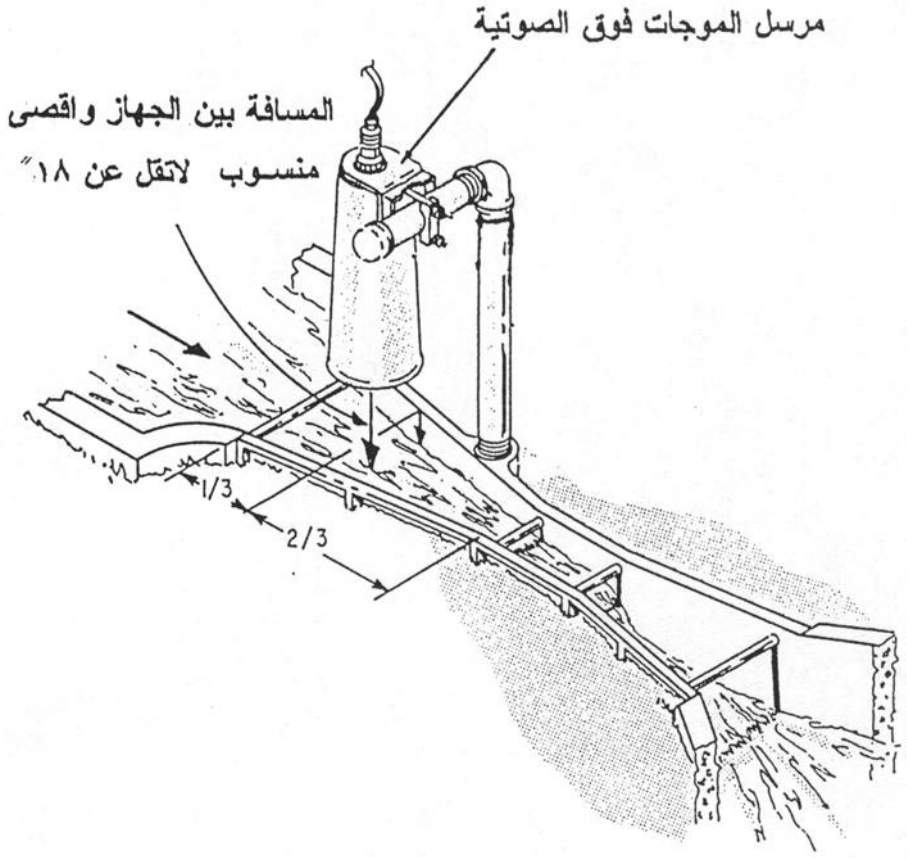
تستخدم تقنيات صوتية في قياس التدفقات. وهذه التقنية تعتمد على قياس الفترة الزمنية اللازمة لتقدم موجة صوتية بين قطعتين الكترونيتين تشكلان معاً عداد التدفق، كما في الشكل (٧). تؤدي إحدى القطع دور المصدر الصوتي بينما تقوم القطعة الأخرى باستقبال هذه الموجة الصوتية بعد عبورها مسافة معروفة ضمن الوسط المدروس. من المعلوم أن زمن الانتقال اللازم لموجة صوتية عبر مسافة معلومة، يكون مساوياً جداء سرعة الصوت في الوسط المدروس بالمسافة المقطوعة، وذلك عند خلو الوسط المدروس من أي جريانات. في حين يتغير زمن انتقال هذه الموجة على نحو يتناسب مع التدفق الموجود. يكون الفرق بين الزمنين (سائل ساكن وسائل متحرك) مرتبطاً مباشرةً بظاهرة دوبلر، مما يمكن المستخدم من تحديد سرعة التدفق المقاسة على نحو سهل وسريع باستخدام معادلات دوبلر. وتتميز هذه العدادات بسهولة التركيب وعدم وجود فواقد هدروليكية تنتج من استخدامها. كما يمكن استخدامها مع السوائل الخطرة التي يتوجب تجنب وجود فتحات في أنابيبها وذلك لتخفيض احتمالات التسرب، حيث تركب على الأنبوب من الخارج، كما هو مبين في الشكل (٨). وقليلاً ما تتأثر جودة القياسات بتغيرات كثافة السائل المتدفق أو حرارته أو ناقليته الكهربائية أو الحرارية.



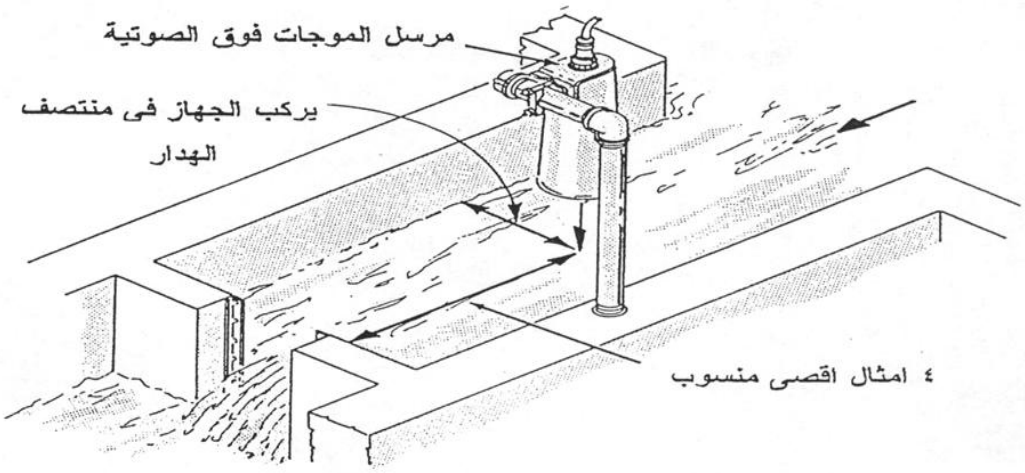
الشكل (٧) مبدأ عمل مقياس التدفق باستخدام الأمواج فوق الصوتية



الشكل (٨) صورة لمقياس التدفق باستخدام الأمواج فوق الصوتية مع جهاز إظهار القياس



شكل (٤) تركيب مرسل الموجات فوق الصوتية على قناة بارشال



شكل (٢) تركيب مرسل الموجات فوق الصوتية على هدار مستطيل

أولا جهاز قياس التدفق عن طريق قياس المنسوب باستخدام الموجات فوق الصوتية:

١. الوصف العام لقياس الجهاز:

يتكون جهاز قياس التصرف في القنوات المفتوحة باستخدام الموجات فوق الصوتية من وحدتين أساسيتين، الوحدة الابتدائية وهي عبارة عن جهاز إرسال واستقبال للموجات فوق الصوتية المرسلة والموجات المرتدة من سطح منسوب

المياه في القناه، والوحدة الثانية هي عبارة عن جهاز لحساب الزمن ما بين إرسال واستقبال الموجة فوق الصوتية وتحويل هذا الزمن عن طريق النسبة والتناسب بين زمن ارتداد الموجة من المنسوب الحالي إلى زمن ارتداد الموجة من منسوب الصفر إلى منسوب ثم تحويل المنسوب إلى معدل تصرف وذلك بحساب معادلة حسابية خاصة بنوع القناه المستخدمة مع جهاز قياس التصرف ويعمل هذا الجهاز على إصدار إشارة خروج كهربية (٤ – ٢٠ مللى أمبير) تعتبر عن معدل التصرف ويعمل هذا الجهاز باستخدام تكنولوجيا الميكروبروسيسور شكل (٥).

٢. موقع الجهاز في المحطة:

يستخدم جهاز قياس التصرف في المواقع التالية بمحطات المعالجة:

١. قناة الدخول
٢. قناة الخروج

شكل (٥) جهاز الترانسيمتر (الوحدة الحسابية) لقياس التدفق بالموجات فوق الصوتية

جهاز تدفق (تصرف) كامل على مدخل المحطة

ثانيا قياس التصرف عن طريق قياس السرعة والمنسوب (Area velocity flow meter)

مقدمه:

يعتمد هذا النوع من الاجهزة في عملية قياس معدل التدفق على:

١. مساحة مقطع المواسير المار بها كمية التدفق.
٢. سرعة سريان التدفق.
٣. منسوب التدفق.

أماكن استخدام الجهاز:

١. القنوات المفتوحة.
٢. الابار.
٣. مواسير المياه.

نظرية التشغيل:

تعتمد فكرة عمل الجهاز على قياس منسوب التدفق عن طريق حساس محول اشارة الضغط وقياس سرعة التدفق عن طريق حساس الموجات فوق الصوتية الذى يرسل موجات تصطدم بكمية التدفق فتخرج اشارة من حساس الضغط لقياس منسوب التدفق واشارة من حساس من الموجات الفوق الصوتية لقياس سرعة التدفق وتصل هذه الاشارات الى جهاز الميكروبروسيسور لحساب معدل التدفق

ثالثا قياس التصرف بالموجات الكهرومغناطيسية

أجهزة قياس التدفق للقنوات المغلقة

قياس معدل التدفق باستخدام المستشعر الكهرومغناطيسي

١. الوصف الفني:

١,١. عام

يستخدم جهاز قياس التصرف لقياس التصرف لمختلف أنواع السوائل (على سبيل المثال مياه الشرب، الصرف الصحي، الأحماض، السوائل الغذائية) بشرط أن تكون موصليه هذه السوائل لا تقل عن ٥ ميكروسيمنس/سم أو أكبر. ١ – ٢ موقع الجهاز

يستخدم الجهاز لقياس التصرف في المواقع التاليه:

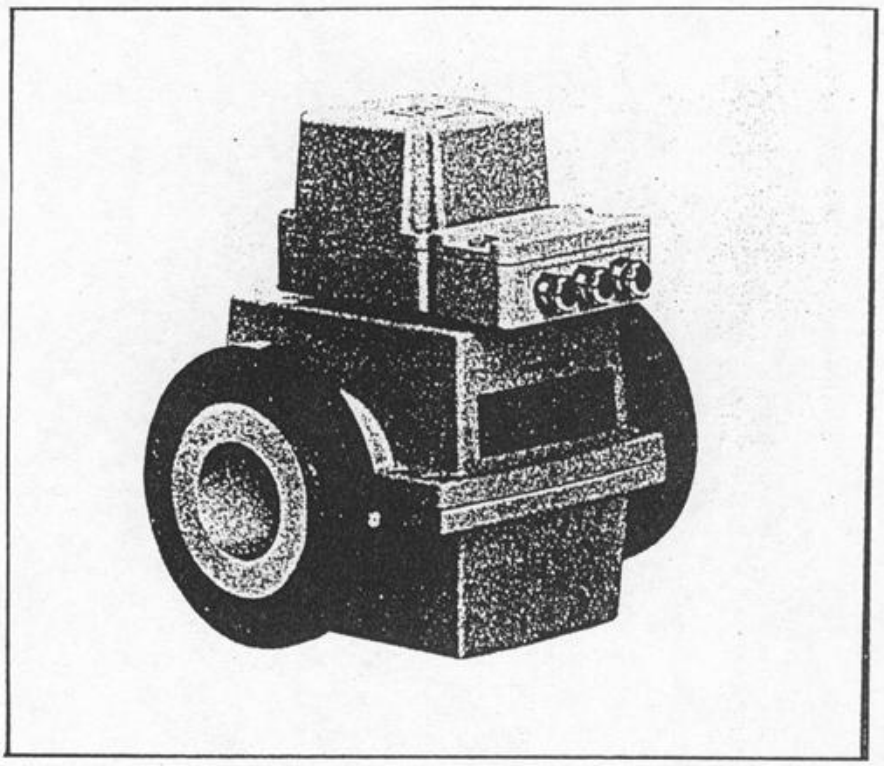
أولا: قياس تصرف طلمبات الحمأة الزائدة Excess Sludge.

ثانيا: قياس تصرف طلمبات أحواض تركيز الحمأة Thickener Sludge.

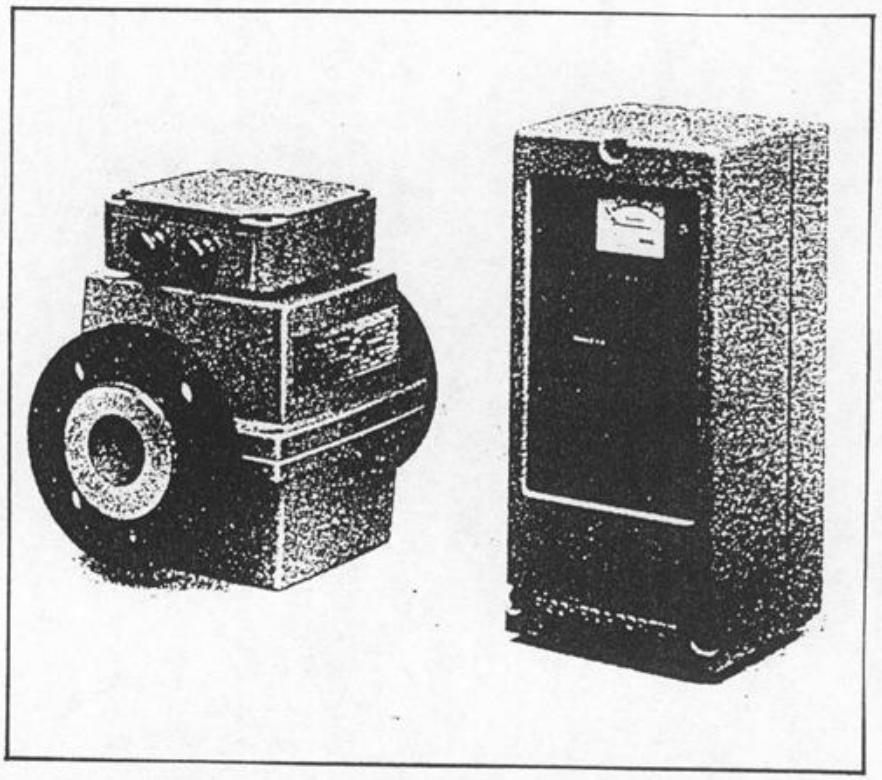
ثالثا: قياس تصرف الحمأة الراجعة

٣,١. مكونات جهاز القياس:

يتكون جهاز قياس التصرف الكهرومغناطيسي من أنبوب القياس ومحول الإشارة وجهاز تغذية الملفات أيضا كوحده واحده (تصميم مدمج Compact Design) شكل (٨) وتتحمل هذه النوعيه درجة حراره حتى ٨٠°م أما إذا زادت درجة الحرارة عن ٨٠°م يجب استخدام محول إشارة يركب بعيدا عن ماسورة القياس شكل (٩).



شكل (٨) طراز DIOD 1465 بمحول اشارة محلى



شكل (٩) طراز DIOD 1465 بمحول اشارة منفصل

رابعا قياس الاكسجين المذاب

نتيجة للتقدم الحادث في تكنولوجيا اجهزة القياس والتحكم فإن العديد من محطات تنقية مياه الصرف الصحي على المستويين المحلى والإقليمي وخاصة المحطات المنشأة حديثا بدأت في تطبيق عمليات القياس والتحكم المستمر خلال عملية التشغيل ولم يعد القياس قاصر على المعمل فقط.

احد هذه الجوانب الهامه هي القياس والتحكم في نسبة الأكسجين المذاب في احواض التهوية في مرحلة المعالجة الثانوية لبيان النشاط الحيوي في هذه المرحلة من عملية المعالجة وأهمية هذا القياس انه للتشغيل الأمثل لمرحلة المعالجة لابد من المحافظة على الأكسجين المذاب داخل الحدود المقبولة حيث أن نقص كمية الأكسجين المذ١اب ينتج عنه توقف عملية المعالجة وقد يؤدى إلى الخمول الحيوي وعلى الجانب الأخر فإن ارتفاع كمية الأكسجين المذاب يعنى زيادة في استهلاك الطاقة.

موقع الجهاز بالمحطة:

- أحواض التهوية.
- قناة خروج.

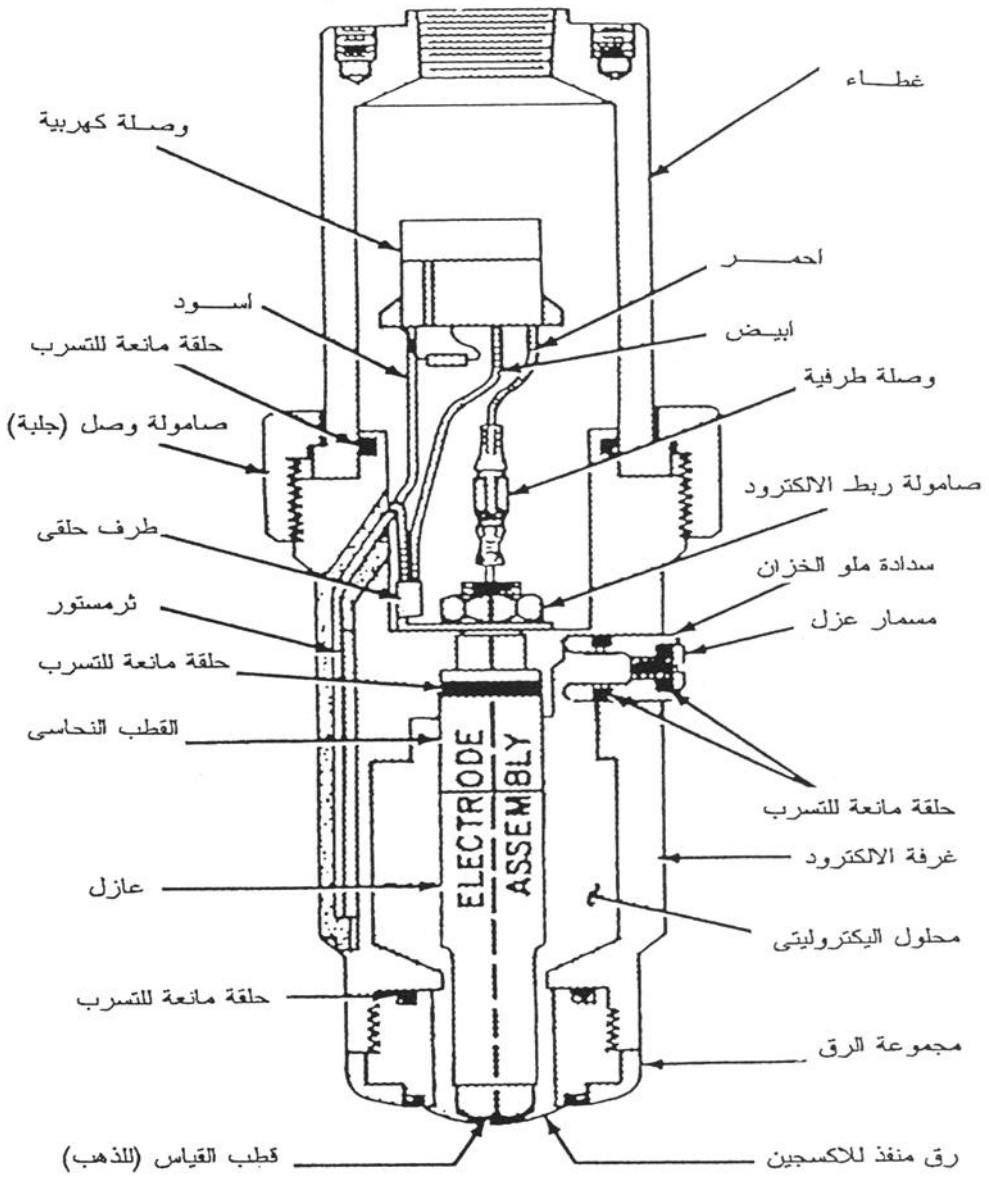
مكونات جهاز قياس الأكسجين المذاب:

شكل (١)

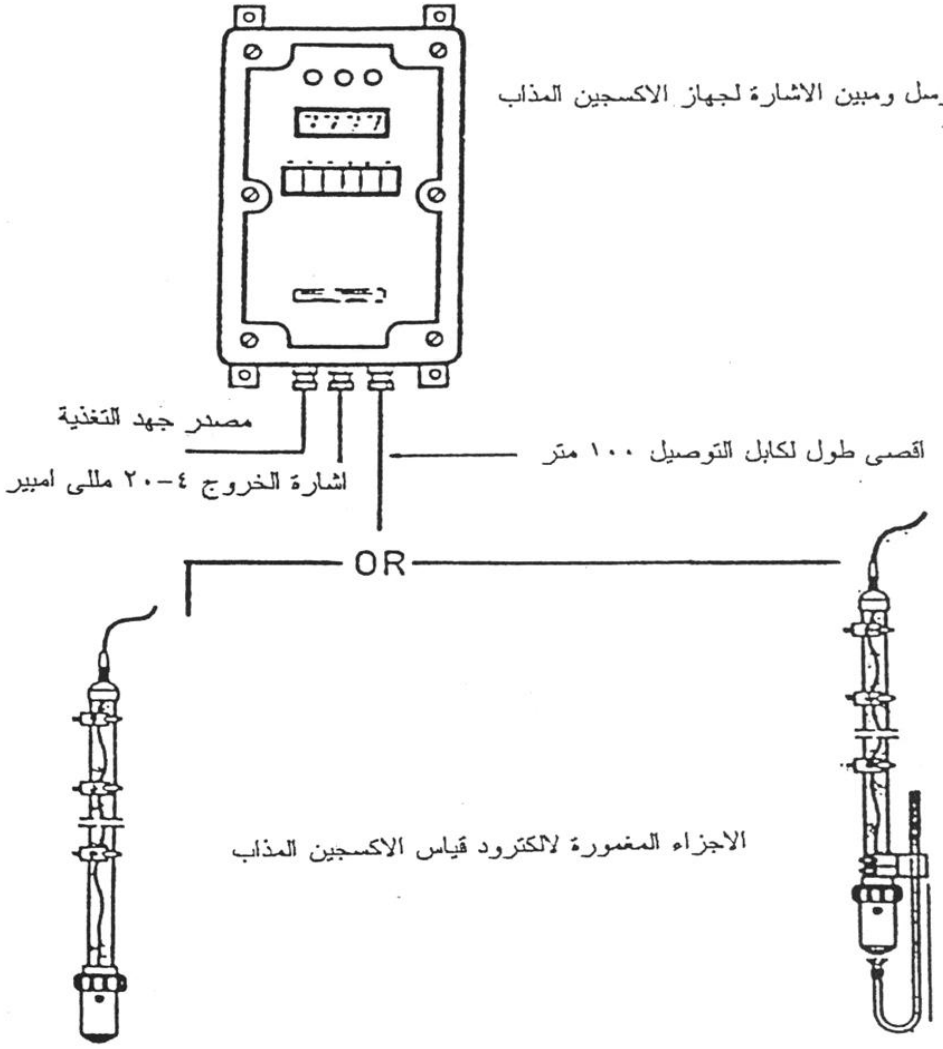
يتكون الجهاز من جزئيين الابتدائي وهو الجزء الخاص بالإحساس أي باستشعار قيمة الأكسجين المذاب في المحلول (الإلكترود) وفيه يتم تحويل هذه القيمة إلى إشارة كهربائية يمكن استخدامها بواسطة الجزء الثانوي وهو مكبر لتلك الإشارة وذلك لبيان الإشارات على شاشة رقميه في الجهاز وتوليد إشارة خروج يمكن إرسالها إلى جهاز تحكم أو جهاز بيان أخر بغرفة التحكم وتتراوح قيمة هذه الإشارة ما بين ٤ إلى ٢٠ مللى أمبير.

ويتم الاتصال ما بين الألكترود وبين مرسل ومبين الإشارة باستخدام كابل خاص حيث يتم تركيب إلكترود القياس على تركيب ملائمه لوسط القياس الذى سيغمر فيه الإلكترود وتكون تلك الوصلة من مادة مناسبه لوسط القياس مع مقاومتها للعوامل الميكانيكية كما يمكن إضافة وصله خاصه للعمل على نظافة الإلكترود دوريا باستخدام المياه أو اى منظف كيميائي مناسب.

إلكترود القياس:



شكل (٢) مقطع فى خلية تحليل الاكسجين المذاب



شكل (١) المكونات العامة لجهاز قياس الاكسجين المذاب

خامسا قياس الأس الهيدروجيني (pH)

جهاز قياس الأس الهيدروجيني (pH)

الغرض من استخدام الأس الهيدروجيني P H:

يستخدم جهاز قياس الأس الهيدروجيني P H بمحطات معالجة الصرف الصحي والصناعي لتحديد نوعية وجوده مياه الصرف سواء في مراحل الدخول أو مرحلة الخروج لتقييم عملية المعالجة وتحديد درجات الحامضية أو القلوية ونوعية مياه الصرف.

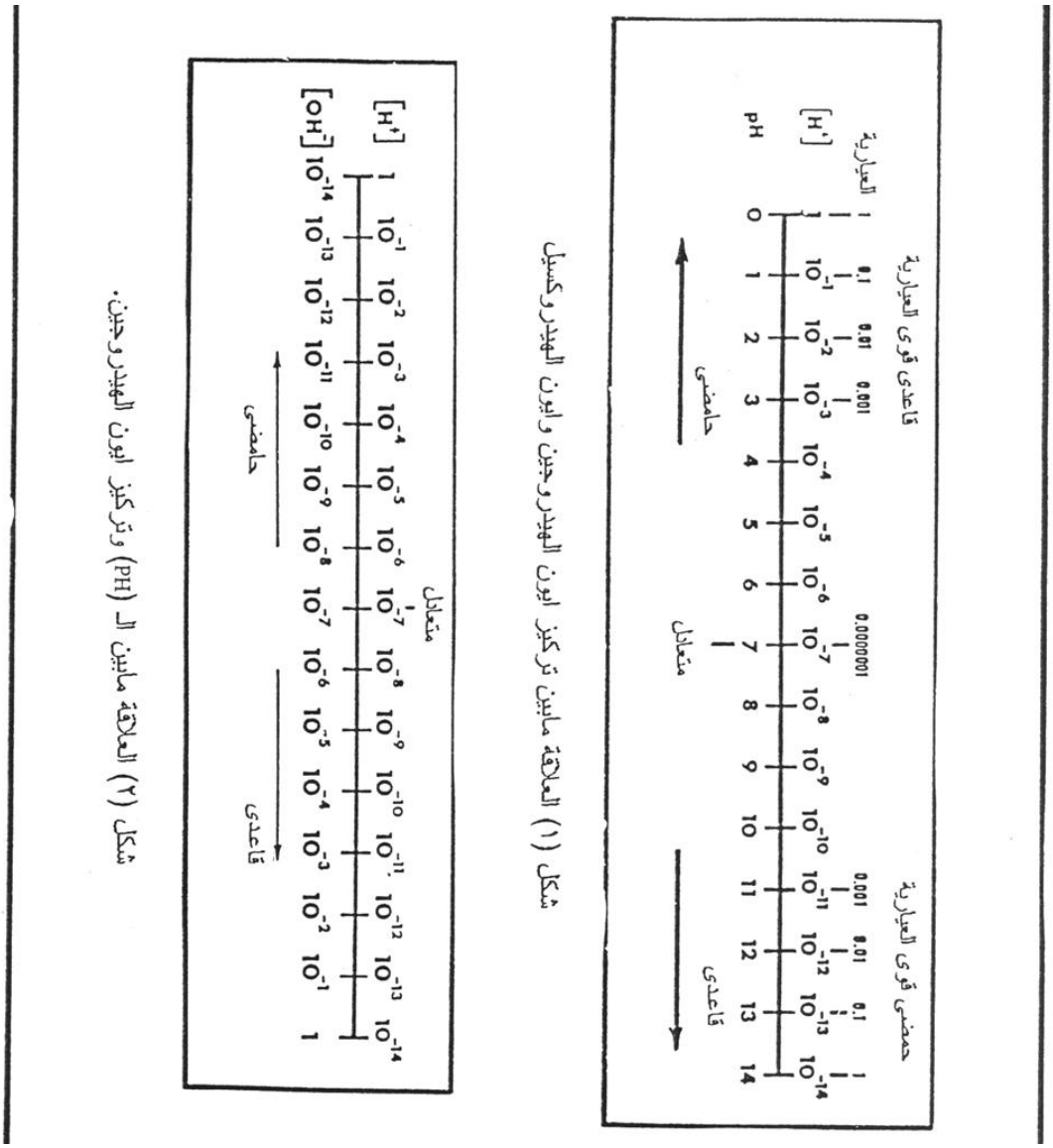
موقع الجهاز بالمحطة:

تحتوى المحطة على ستة أجهزه لقياس الـ **PH** وهي موزعه كالتالي:

- قناة الدخول بالمحطة.
- قناة الخروج بالمحطة.
- قناة الخروج من أحواض الترسيب الإبتدائى.

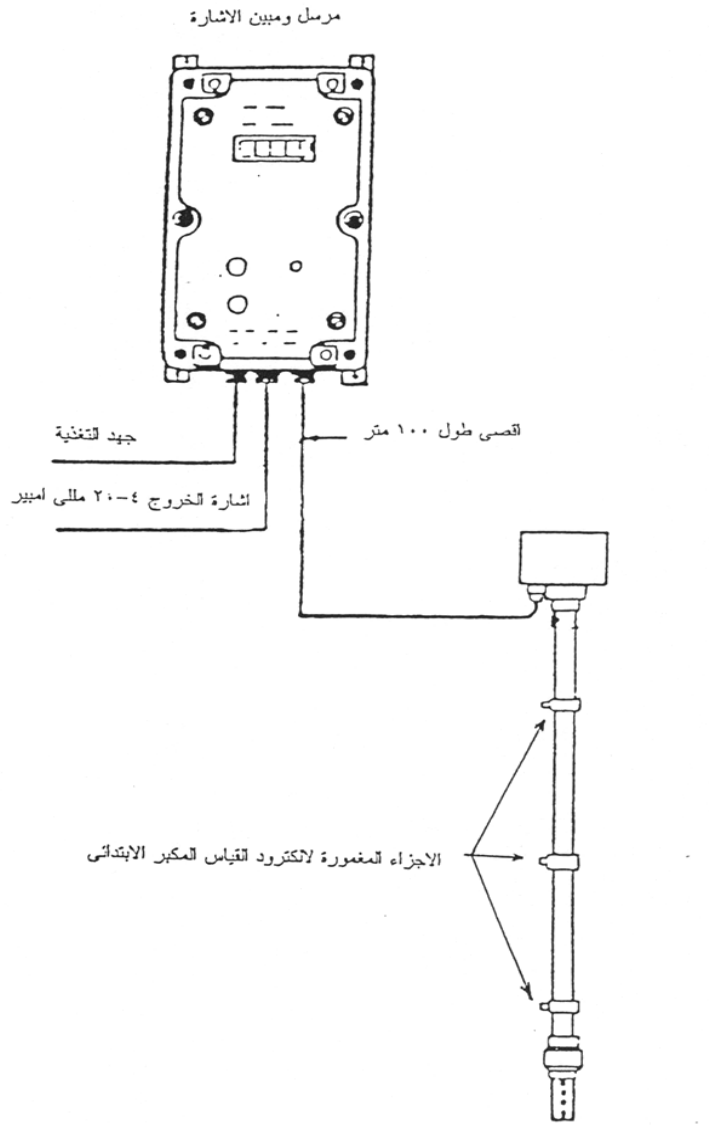
مكونات الجهاز: شكل رقم (٣)

يتكون جهاز قياس الـ **(pH)** من جزئيين الجزء الابتدائي وهو الجزء الخاص باستشعار قيمة **(PH)** في وسط القياس (الإلكترود) وفيها يتم تحويل تركيز أيونات الهيدروجين إلى إشارة كهربية (مللي فولت) يمكن تكرارها بواسطة الجزء الثانوي وهو مرسل القياس ومبين الإشارة الرقمي حيث يولد إشارة كهربية قيمتها (٤ – ٢٠) مللي أمبير ويكون الاتصال ما بين الإلكترود ومرسل الإشارة باستخدام كابل خاص حيث يتم تركيب الكترود القياسي على وصلة تركيب ملائمة لوسط القياس الذى سيعمر فيها الإلكترود ومصنعة من مادة مناسبة مقاومة للعوامل الكيميائية والميكانيكية.



شكل (١) العلاقة مابين تركيز ايون الهيدروجين وايون الهيدروكسيل

شكل (٢) العلاقة مابين الـ (PH) وتركيز ايون الهيدروجين.



١. إلكترود القياس:

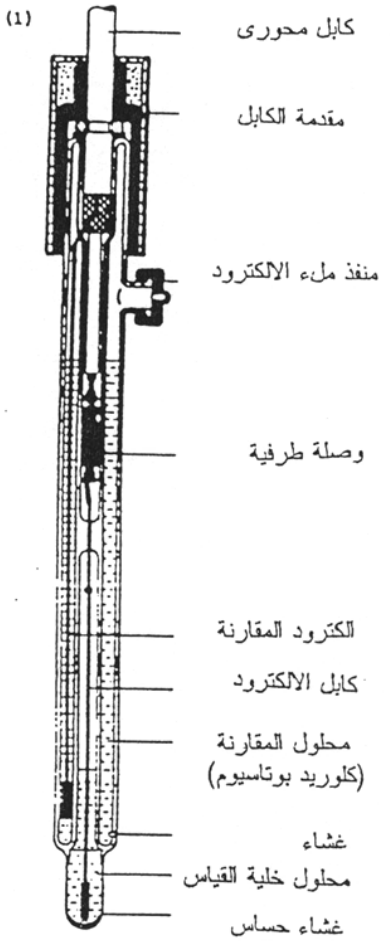
المواصفات الفنية شكل رقم (٤)

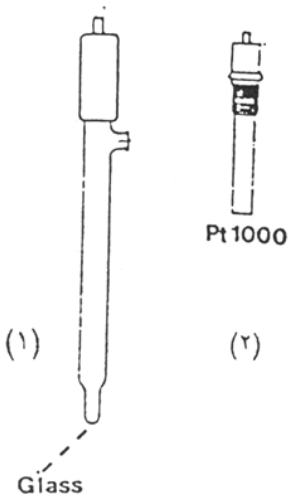
- النوع إلكترود مختلط (ثنائي) للقياس / المقارنة من النوع المغمور
- رقم الجزء **T168D010U06.**
- الإلكترود: مصنع من أسطوانة زجاجية والجزء الحساس عبارة عن رق زجاجي.
- مقاومة الرق: ٢٥٠ أوم.
- مدى القياس: **pH (2-12)** .
- حامل الإلكترود: بولي اثيلين شفاف مانع للتسرب **BUNA-N.**
- طول الجزء المغمور: ١,٥ متر.
- طول كابل الإلكترود: ٣ متر.
- المقومة الحرارية: **PT1000** لاستعراض تأثير التغير في درجات الحرارة على عملية القياس في مدى تتراوح ما بين – ٥ إلى ١٠٠ درجة مئوية.

وصف مكونات إلكترود القياس:

قياس الأس الهيدروجيني **PH** هو قياس لنشاط أيون الأيدروجين في سائل ما ويتم هذا القياس باستخدام إلكترود ثنائي القطبين الأول قطب القياس والثاني قطب المقارنة ويوجد القطبين داخل جسم الإلكترود الزجاجي في جزئيين منفصلين حيث يوجد قطب المقارنة داخل التجويف الخارجي ويوجد قطب القياس داخل التجويف الداخلي ويكون متماسكا مع الرق الزجاجي وينكون الإلكترود من فضة / كلوريد الفضة مغمورة في محلول كلوريد البوتاسيوم وتتصل أطراف الإلكترود بكابل يمر من وصله معزولة جيدا ومقاومه لتأثير محلول الخلية التي تكون مغمورة به وهو محلول كلوريد البوتاسيوم حيث توجد اعلى الأنبوبة الزجاجية الحاوية لإلكترود المقاومة فتحه خاصه يتم من خلالها تغذية الإلكترود بمحلول كلوريد البوتاسيوم لتعويض الفاقد منها.

وتستخدم مقاومه حرارية **PT1000** يتم إدخالها لتكون بجوار إلكترود القياس مع مجموعه الإلكترود لقياس درجة حرارة وسط القياس المتغير لوسط القياس على قياس **PH.**





(١) الكترود قياس الـ Ph

(٢) المقاومة الحرارية Pt 1000

سادسا جهاز قياس درجة الحرارة

مقدمه:

بعد قياس درجات الحرارة من القياسات الأساسية للتحكم في جودة مياه الصرف الصحي من حيث كونها أحد العوامل المساعدة أو المنشطة أو المقيدة أيضاً عن التحكم حيث أن درجات الحرارة بالطبع تؤثر على التفاعلات الكيميائية والخواص الطبيعية ومعدل التفاعلات الحيوية أي أن درجة الحرارة تؤثر على عملية المعالجة في مختلف مراحلها.

وتعرف الحرارة بأنها إظهار لطاقة حركة جزيئات المادة حيث تقترن درجات الحرارة العالية بنشاط جزيئي عالي للمادة في حين إن درجات الحرارة المنخفضة تقترن بنشاط جزيئي عالي للمادة في حين أن درجات الحرارة المنخفضة تقترن بنشاط جزيئي عالي للمادة في حين أن درجات الحرارة المنخفضة تقترن بنشاط جزيئي منخفض وبمعنى أبسط فإن الحرارة هي درجة السخونة أو البرودة النسبية للمادة بالنسبة لدرجة حرارة قياسية.

موقع الجهاز بالمحطة:

- قناة الدخول.
- قناة الخروج.

مكونات الجهاز:

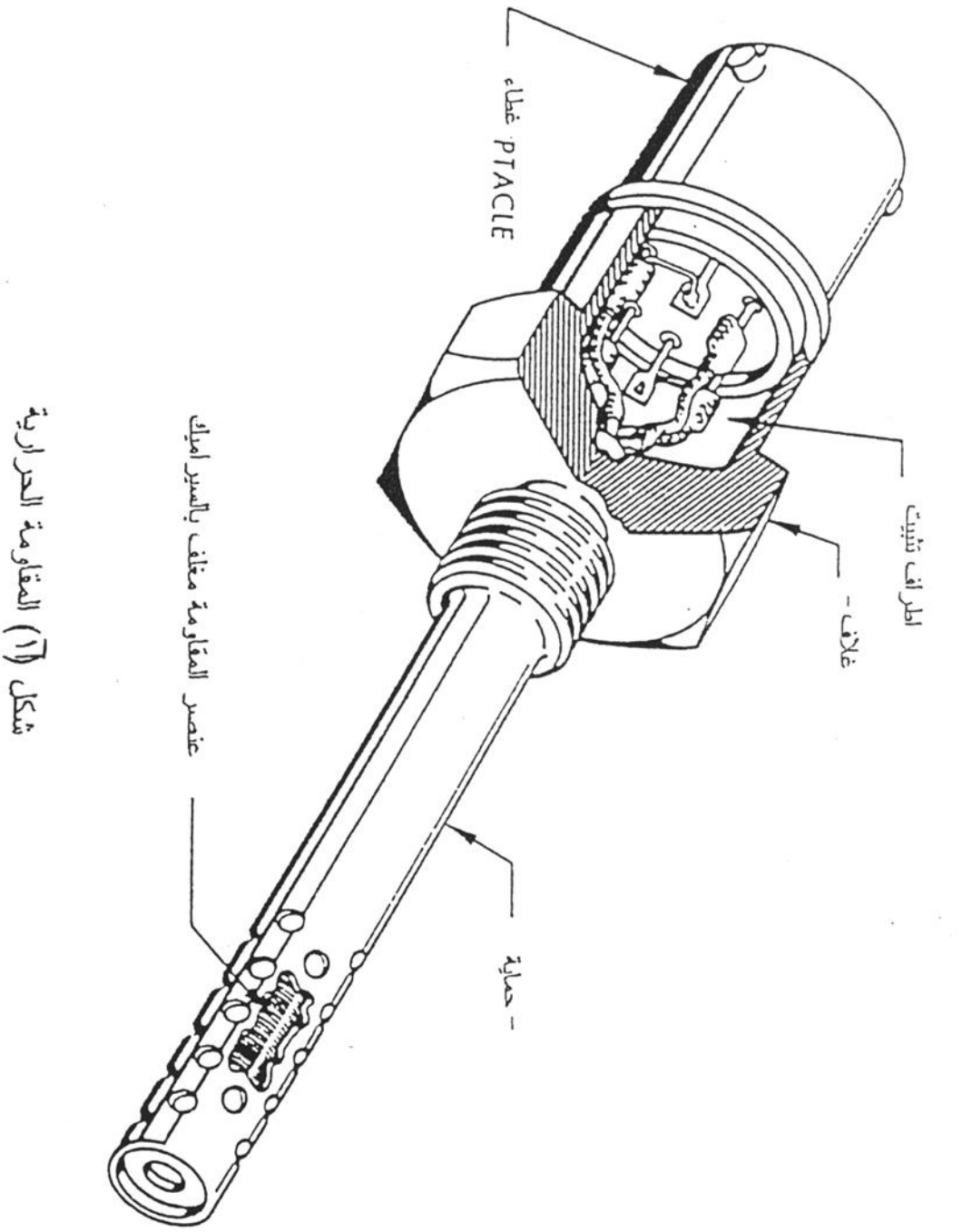
أ. مستشعرات درجة الحرارة: (RESISITANCE THERMOMETER)

تعتمد المقاومة الحرارية على التغيرات في المقاومة الكهربية للمواد عند حدوث تغيرات في درجة الحرارة حيث تستخدم الموصلات المعدنية مثل البلاتين Pt والنحاس CU والنيكل Ni والفضة Ag كأجهزة استشعار لتغيرات درجة الحرارة في القياسات الصناعية.

وتتحدد العلاقة بين درجة حرارة الماء ومقاومة المعدن المستخدم معملياً، على أي الأحوال فإن أغلب المعادن تتبع المعادلة التالية لحساب تغيرات المقاومة نتيجة تغيرات درجة الحرارة.

ويوضح شكل (١٦) الشكل العام للمقاومة الحرارية حيث تنتقل الحرارة من الغلاف المعدني إلى المقاومة الملفوفة.

ويعمل العازل السيراميكى على عزل درجات الحرارة إلى أقصى حد مما يساعد على سرعة الاستجابة للتغيرات الحادثة في درجات الحرارة. ويتغير زمن الاستجابة طبقاً لنوع المعدن وسرعة تأثره بهذه التغيرات ، ويستخدم لبيان التغيرات في درجة الحرارة باستخدام المقاومة الحرارية أجهزة قياس بسيطة كدائرة قنطرة هويتستون مثلاً (WHEATSTONE . BRIDGE) حيث تمثل المقاومة فيها أحد أذرع القنطرة وعند حدوث عدم اتزان نتيجة تغير قيمة المقاومة نتيجة تغيرات درجة الحرارة الإتزان لمقاومات القنطرة مما يؤدى إلى مرور تيار كهربي في الجلفانومتر الموضوع على قطر القنطره يتناسب مع تغير قيمة المقاومة الحرارية.

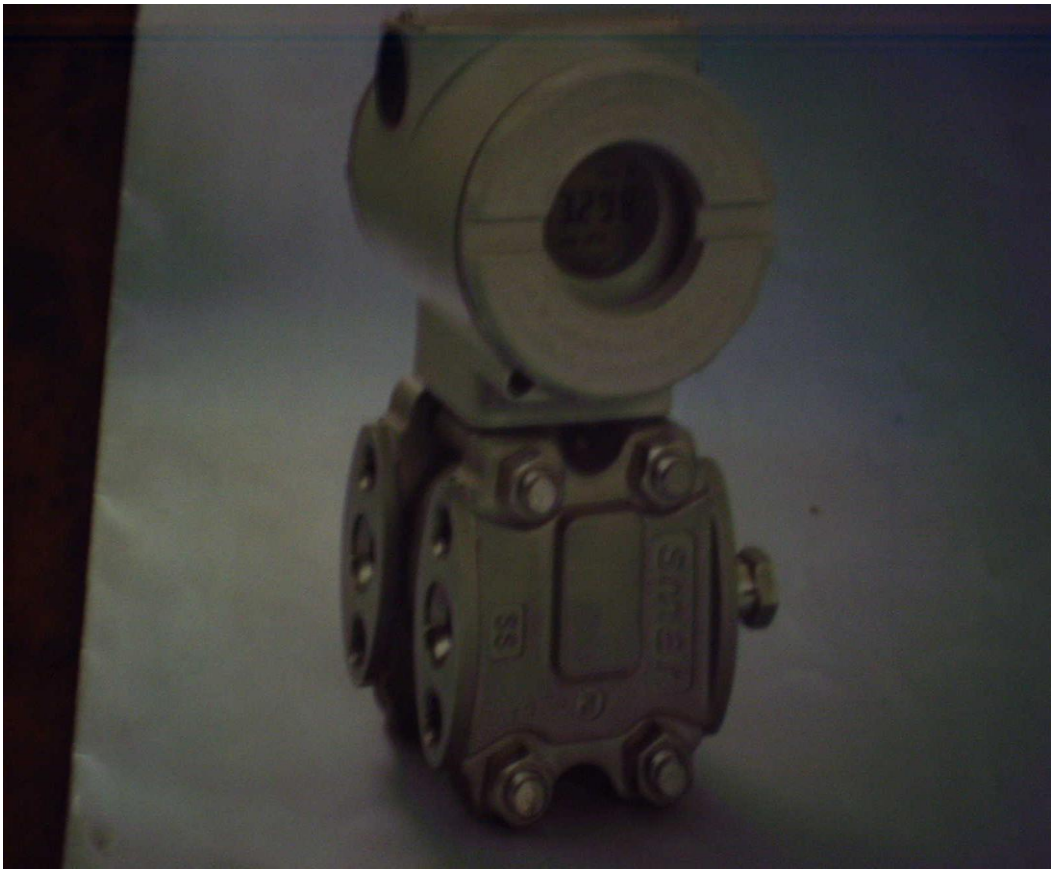


شكل (١) المقاومة الحرارية

جهاز قياس الضغط:

الضغط هو الاجهاد المؤثر في كل الاتجاهات بانتظام

وهذه الاجهزة ما هو ميكانيكي او الكترونى وهو يحتوى على ديفرام عندما تقوم المياه بالضغط عليه يحدث انحراف للمياه في اتجاه معين يقوم بترجمة هذا الانحراف الى ضغط ويمكن اعتبار جهاز الضغط نفس جهاز مرسل الاشارة لجهاز قياس التصرف عن طريق فرق الضغط اذا ما تم استخدام فتحة الضغط المرتفع فقط وترك فتحة الضغط المنخفض للهواء الجوي ولكن مدى القياس لجهاز الضغط مرتفع عن جهاز التصرف بطريقة فرق الضغط



أجهـزة القيـاس الكهربية

مقدمـة

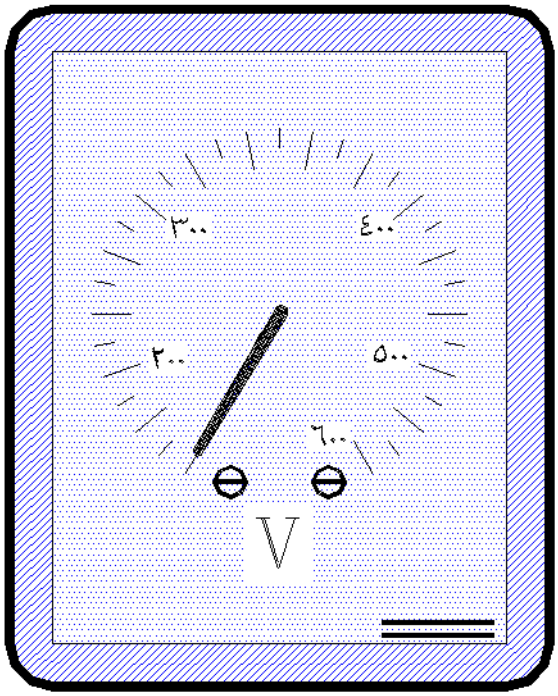
يتناول هذا الفصل أجهزة القياس الكهربية؛ سواء المثبتة بلوحات التوزيع الكهربية، أو الأجهزة المتنقلة التي تستخدم لإجراء بعض القياسات والاختبارات على لوحات التوزيع.

أجهزة القياس المثبتة بلوحة التوزيع

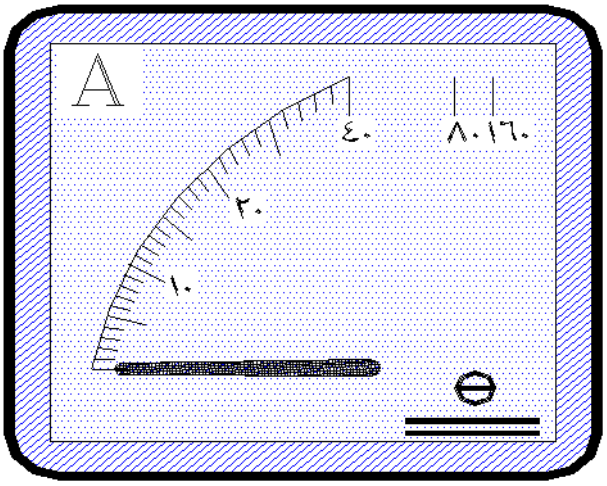
أجهزة القياس المثبتة بلوحة التوزيع (وتركب على واجهة اللوحة) تقوم بقياس قيم المتغيرات الكهربائية الخاصة بالخطوط الرئيسية المغذية للوحة، والخطوط الفرعية الخارجة منها. وتشمل هذه المتغيرات، على سبيل المثال لا الحصر، ما يلى:

- فرق الجهد
- شدة التيار
- معامل القدرة
- التردد
- عدد ساعات التشغيل
- الطاقة المستهلكة

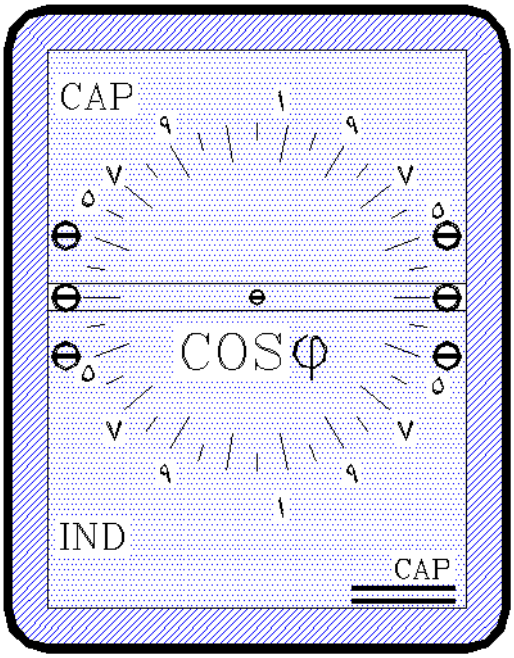
وتعرض الأشكال من رقم (٧-١) إلى رقم (٧-٦) الأجهزة المستخدمة لقياس هذه المتغيرات الستة على التوالي، بينما يعرض الشكل رقم (٧-٧) صورة لجهاز قياس الطاقة غير الفعالة المستهلكة (Reactive Energy).



شكل رقم (٧-١) جهاز قياس فرق الجهد، بالفولت (V)

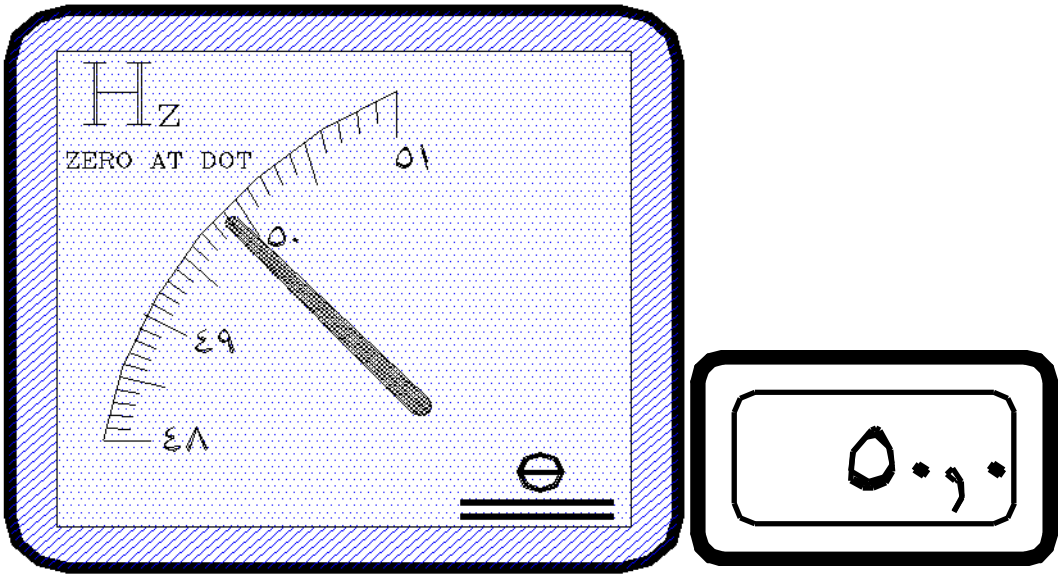


شكل رقم (٧-٢) جهاز قياس شدة التيار بالأمبير (A)

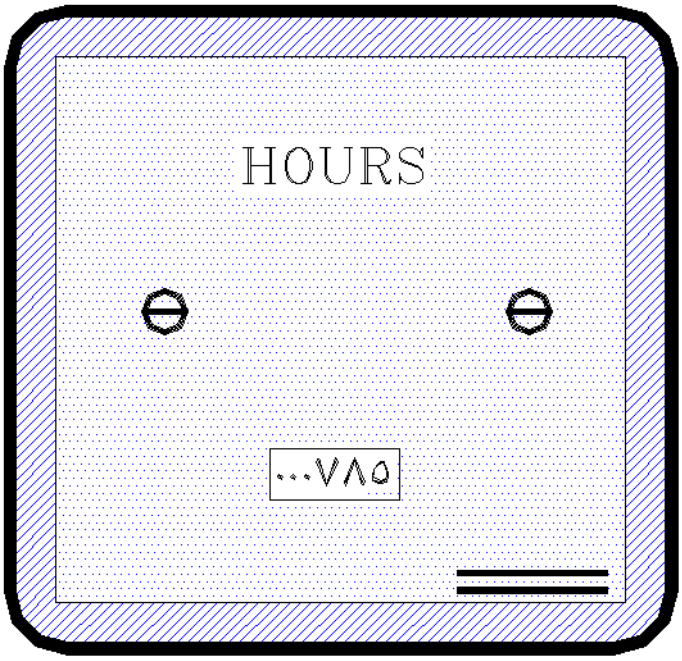


IND = Inductive CAP = Capacitive

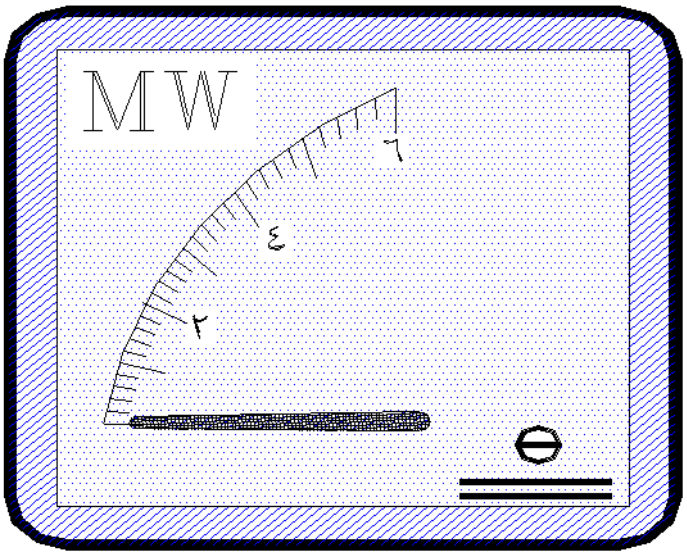
شكل رقم (٧-٣) جهاز قياس معامل القدرة، (جيب تمام الزاوية Φ)



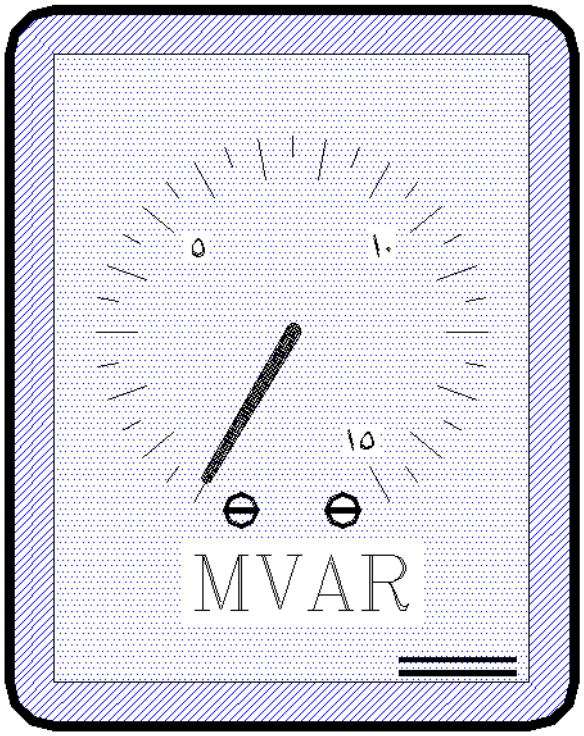
شكل رقم (٧-٤) نموذجان لجهاز قياس التردد، بالهرتز (Hz) -أي ذبذبة في الثانية



شكل رقم (٧-٥) جهاز قياس عدد ساعات التشغيل، بالساعة (Hour)



شكل رقم (٧-٦) جهاز قياس الطاقة الفعالة المستهلكة، بالميجاوات (MW)



شكل رقم (٧-٧) جهاز قياس الطاقة الغير فعالة المستهلكة، بالميجافار(MVAR)

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**

و مشاركة السادة :-

➢ مهندس / اشرف علي عبد المحسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / طارق ابراهيم عبد العزيز	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / مصطفى محمد محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
➢ مهندس / محمد محمود الديب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ دكتور كيمائي / حسام عبد الوكيل الشربيني	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / رمزي حلمي ابراهيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
➢ مهندس / اشرف حنفي محمود	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / مصطفى احمد حافظ	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / محمد حلمي عبد العال	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / ايمان قاسم عبد الحميد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالشرقية
➢ مهندس / صلاح ابراهيم سيد	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / سعيد صلاح الدين حسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / صلاح الدين عبد الله عبد الله	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / عصام عبد العزيز غنيم	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / مجدي علي عبد الهادي	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ السيد / محمد نظير حسين	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / عبد الحليم مهدي عبد الحليم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالقليوبية
➢ مهندس / سامي يوسف قنديل	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / عادل محمود ابو طالب	GIZ المشروع الالماني لادارة مياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / مصطفى محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي