الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى

برنامج المسار الوظيفي
للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل
المتدرب

برنامج
أجهزة القياس

حقوق الطبع محفوظة
الشركة القابضة
لمياه الشرب والصرف الصحى
الإدارة العامة للمسار الوظيفى - إدارة القطاع

فنى تشغيل مياه – درجة ثانية

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة للمسار الوظيفي 2019- V2

الفهرس

مصطلحات خاصة بأجهزة القياس 3
الباب الأول قياس ضغط وسريان السائل..... 4
وحدات قياس الضغوط..... 4
طرق قياس الضغط..... 4
الباب الثاني قياس التصرف 10
طرق قياس التصرف..... 10
أجهزة القياس المباشر Direct measurements 11
معايرة أجهزة قياس التصرف الصغيرة 12
أجهزة قياس التصرف بالسرعة..... 12
أسس ومكونات أجهزة قياس التصرف الكهرومغناطيسية:..... 16
نظرية العمل: 17
التركيب:..... 18
الإرشادات المتبعة عند التركيب حسب المورد لأحد أنواع الأجهزة:..... 18
:أجهزة قياس التصرف بالموجات فوق الصوتية Ultrasonic Meters..... 18
طريقة عمل اجهزة قياس التصرف بالموجات فوق الصوتية : 18
النوع الاول SPOOL PIECE:..... 20
النوع الثاني CLUMP MOUNTED: Clamp On 20
التركيب..... 21
أجهزة برنوللى للقياس Measurments - Bernolli..... 21
تمهيد: 21
تطبيقات على أجهزة برنولي لقياس التصرف..... 22

مصطلحات خاصة بأجهزة القياس

يجب أن نتوقف قليلا عند بعض المصطلحات الخاص بأجهزة القياس عامة

- **الدقة (Accuracy)**

وهى النسبة المئوية للخطأ في القراءة منسوبا إلى التصرف الكلى.

- **التكرارية (Repeatability)**

وهى النسبة المئوية للانحراف عن قراءة معينة منسوبا إلـــى القـــراءة نفســـها إذا تكررت القراءة عند نفس الظروف

- **مدى القياس (Range ability)**

وهى النسبة بين أعلى واقل تصريف (10 : 1) مثلا.

- **التكلفة النسبية (Relative cost)**

وهى التكلفة المطلوبة مقارنة بالأنواع الأخرى.

- **المدى الحجمي (Size range)**

وهو أقطار المواسير التي يمكن تركيب المقياس عليها.

الباب الأول قياس ضغط وسريان السائل

مقدمة:

تختلف أجهزة قياس الضغط باختلاف الضغط المقاس فهناك الأجهزة التي تقيس الضغط السالب (vacuum press) وهناك أجهزة قياس الضغط المطلق وكذلك أجهزة قياس الضغط الجوي (بارومتر) وعلى سبيل المثال فإن أجهزة قياس ضغط المص لا يلزم أن تكون مجهزة لقياس ضغط الطرد وهكذا.

والضغط الجوي عند نقطة هو الضغط الناتج عن وزن عمود الهواء عند هذه النقطة ويساوى 1. 13 بار عند درجة حرارة صفر مئوية. ويتراوح الضغط الجوي من 050، 1 إلى 948، بار عند مستوى سطح البحر.

1. 1 أجهزة قياس الضغط [pressure meters] وطرق قياس الضغوط

وحدات قياس الضغوط

يقاس الضغط عامة بوحدات القوه لكل وحدة مساحة [force per unit area] والوحدات العالمية لقياس الضغط هي البسكال والبار علاوة على وحدات أخرى

ويمكن أن يعطى الضغط إما في صورة قوة لوحدة المساحات أو في صورة ارتفاع عمود السائل.

طرق قياس الضغط

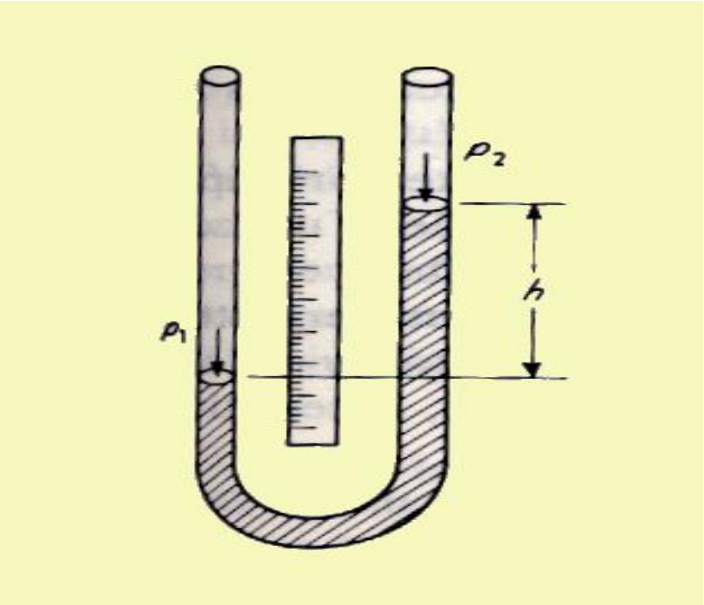
يوجد ثلاث طرق لقياس الضغط وهى:

1. القياس باتزان عمود سائل معلوم الكثافة.
2. القياس بتعريض عنصر مرن للضغط وقياس الإزاحة الميكانيكية الناتجة عليه.
3. القياس بتحويل تأثير الضغط إلى حساس كهربي وقياس التغير الكهربي عليه.

(1) ـ قياس الضغط بمعلومية اتزان عمود سائل معلوم الكثافة:

والمانومتر من أقدم و أدق وابسط أجهزة القياس و والمانومتر هو عبـــار ة وســـيلة لقيـــاس الضغط المنخفض نسبيا وذلك بموازنة عمود من السائل ويحسب فيها الضـــغط هيـــدروليكيا بوزن عمود السائل ارتفاعة(h) ومساحة مقطعة (A) والكثافة (ρ) وعجلـــة الجازبيـــة الارضية (g)

وفي هذه الحالة يكون الضغط يساوي P = ρgh



شكل (1) قياس الضغط بمعلومية اتزان عمود سائل معلوم الكثافة

(2) ــ القياس بتعريض عنصر مرن للضغط وقياس الإزاحة الناتجة ميكانيكيا:

وهذه الطريقة تستخدم لقياس الضغوط المنخفضة أو المتوسطة.

ويوجد ثلاثة أنواع تعمل بهذه الطريقة وهى:

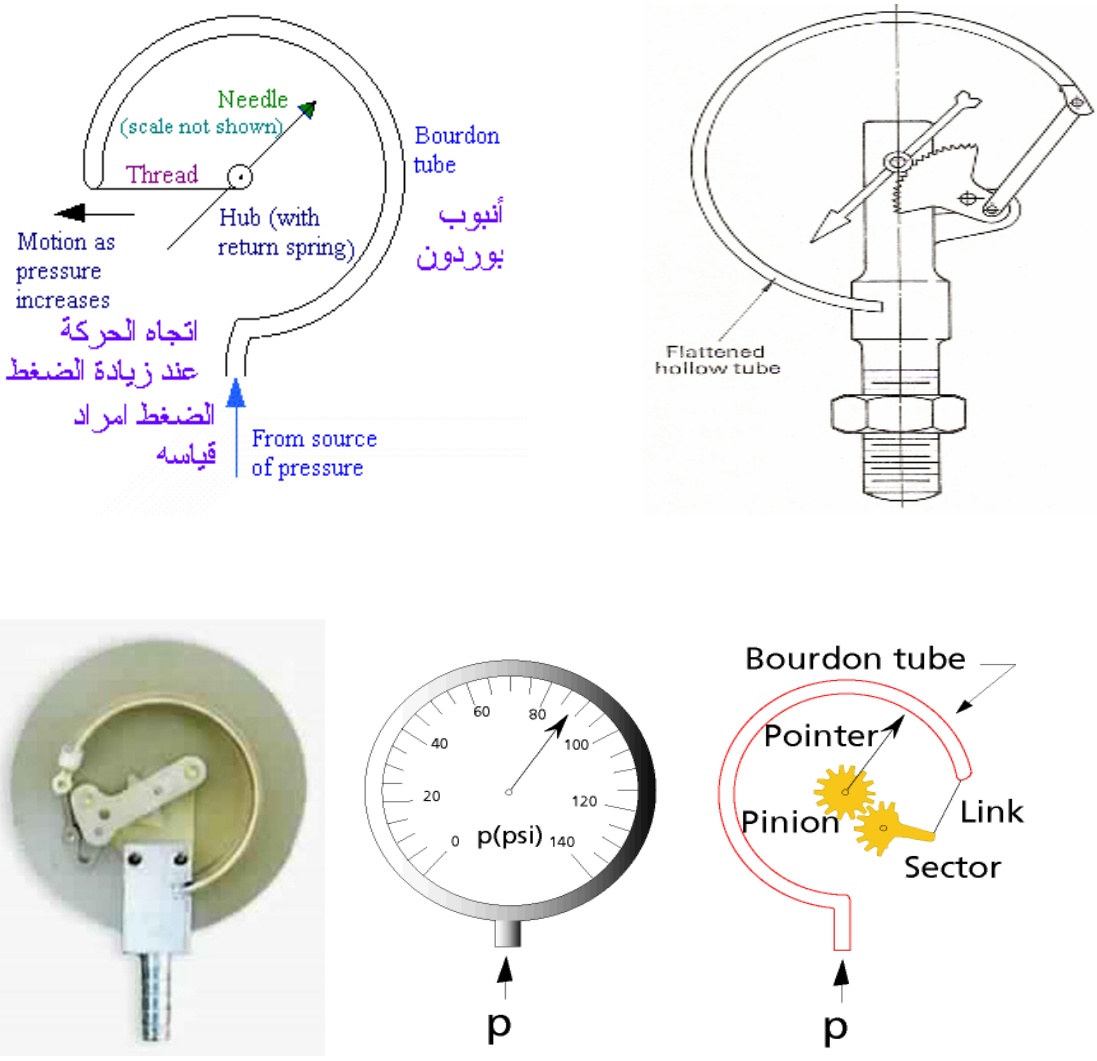
1. أنبوبة بوردون Bourdon tube
2. المنفاخ (الكير) Bellows
3. الحجاب الحاجز The diaphragm

أ) أنبوبة بوردن Bourdon tube:

وهى أنبوبة مصنوعة من معدن له مواصفات خاصة (مقاومة للتآكل، يتحمل الضغط، مرنـــا واقتصاديا) وتكون الأنبوبة مغلقة من احد الطرفين ويؤثر الضغط من الطرف الآخر ويترجم الضغط الناتج إلى أمتار ويتم تشكيل هذه الأنبوبة على إحدى الصور الآتية:

مقعرة، ملفوفة، معصورة، أو حـــــلزونية [c-type-spircal-twisted-or helical].

ويستخدم لقياس ضغط السحب المص للطلمبات وكذلك ضغط الطرد للطلمبات منخفضة الرفع مثل طلمبات رفع المياه العكرة (20 متر)



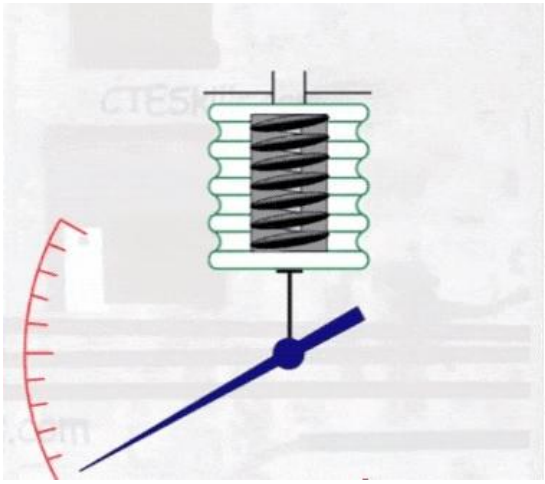
الشكل (2) أنبوبة بوردن

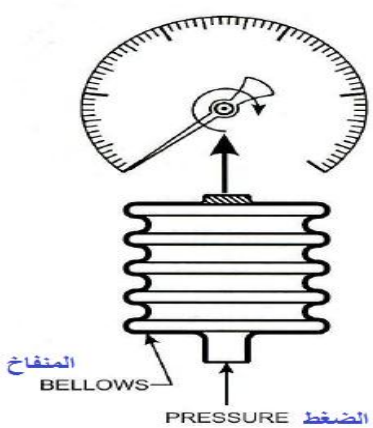
ب) طريقة المنفاخ Bellows:

يصنع عادة من جزء منفرد من النحاس أو الصلب الذى لا يصدأ بسمك قدره (1) مم

لتخليق حجم مغلق بغشاء مرن [flixble skin] أثناء مقاومة الضغط وهكذا يتمدد البالون أو ينكمش حسب تأثير الضغط ويستخدم لقياس الضغط من 0. 002 إلى 10بار بدقة تصل إلى 0. 1 % بالزيادة أو بالنقص.

وتستخدم لقياس ضغط خرج الطلمبات عندما يكون الضغط منخفضاً مثل طلمبات العكرة وكذلك يستخدم على خط المص لجميع الطلمبات





شكل (3) المنفاخ

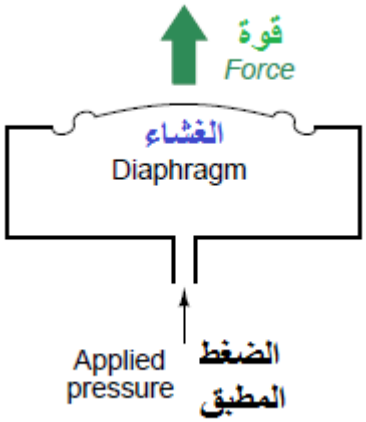
ج) جهاز الضغط ذو الغشاء Diaphragm:

من الأجهزة الأكثر استخداما خاصة مع الضغوط المنخفضة (حتى 20بار) وفي ابسط صورة يتكون الحجاب من غشاء من المطاط أو المعدن الرقيق أو أي مادة أخرى ويتحدد نوعها على مدى الانبعاج المطلوب (deflection).

ويستخدم لقراءة الضغط المطلق أو فارق الضغط (differential). ونحصل على الناتج عـن طريق مؤشر ومقياس يقيس مدى الانبعاج مترجما إلى ضغط حسب المقياس.

وتستخدم في محطات المياه في مواضع كثيرة منها

1. في المرشحات لقياس الفقد في الضغط ليبين وقت غسيل المرشح
2. أجهزة الفنشوري.



شكل(4) (ذو الغشاء)

(3) ــ القياس بطريقة الحساس الكهربي:

ويستخدم هذا النوع لقياس الضغوط العالية مثل طرد طلمبات الرايقة وتكون طريقة القياس على أساس قياس الشد عن طريق حساس وهو عبارة عن (strain gauge) جهاز تتغير مقاومته الكهربية عندما يضغط أو يشد.

كذلك يمكن وضعه بجوار الحجاب (ديافرام) فعند الانبعاج إما أن يشد وإما أن يضغط وبهذه الطريقة فان التغيرات في الضغط تتحول إلى تغيرات كهربية يمكن قياسها وقياس الضغط منها ومن الممكن أن يكون الجزء الحساس على الأشكال الآتية:

- السلك المعدني (metal wire)
- الصفيحة المعدنية (metal foil)
- أشباه الموصلات (semi –conductor)

2. 1. قياس سرعة وتصرف السوائل

مقدمة

عند التعرض لقياس التصرف يجب التنويه أولا على تصرف السوائل أثناء السريان فالتصرف هو أهم العناصر التي يجب قياسها بالنسبة لوحدات إنتاج وتوزيع المياه فهي هامة لقياس كميات المياه العكرة والرائقة فضلا عن قياس جرعات المواد الكيماوية اللازمة لعملية المعالجة.

ولضمان إمداد المياه للمستهلكين في سلاسة واستمرارية فان الخطط طويلة الأجل تبنى على هذه القياسات وللتعرف على تصرف السوائل أثناء السريان يجب أن نعرف أولا خصائص السريان.

من الخواص الفيزيقية للسوائل والهامة لمعدات القياس:

- الضغط: القوه لوحدة المساحات.
- الكثافة النوعية: الوزن لوحدة الحجوم.
- اللزوجة: مقاومة السائل للسريان.
- السرعة: سرعة سريان السائل.

والسرعة هي أهم هذه النقاط والذى يهم المشغل هو السرعة المتوسطة لمقطع من السريان وهو عبارة عن مقطع رقيق من السائل يتحرك حول محور الماسورة

1. قياس سرعة السائل:

دائما ما نحتاج إلى جهاز (Transducer) لتسجيل حركة السائل وسرعته وهذا الجهاز بطبيعة وضعه في السريان يتعرض لتغير ويسمح لنا بقراءة ذلك التغير. ومن هنا يمكن معرفة التغير في التصرف Q = V . A.

ومن أمثلة مقاييس السرعة

على سبيل المثال في المقياس المروحي أو التوربينى (سيتم شرحه فيما بعد) أثناء السريان تدور مروحة المقياس بسرعة تتناسب مع سرعة السريان ومن عدد لفات المقياس نستطيع معرفة التصرف.

الباب الثاني قياس التصرف

طرق قياس التصرف

يتم قياس التصرف بثلاث طرق مختلفة وهى:

القياس المباشر:

ويقوم المقياس في هذه الحالة بقياس الكتلة المباشرة أو الحجم المباشر ومن هذه الأنواع الخزان الموزون والسيفون الشفاط لقياس الكتلة ومنها البالون المتردد والكباس المتردد لقياس الحجم.

قياس التصرف بقياس سرعة السريان ومنه:

ومن هذا النوع:

1. أنبوبة بيتوت
2. الميكانيكي الدوار (المروحى- التربينى)
3. الكهرومغناطيسي
4. الأجهزة الصوتية

القياس بفارق الضغط ومنه:

وتسمى أجهزة برنوللى للقياس (head loss device)

1. القرص الرقيق (orifice plate)
2. فنشورى (venture)

وسنتناول في هذا البرنامج هذه الأنواع بشيء من التفصيل.

أجهزة القياس المباشر Direct measurements

مميزات أجهزة القياس المباشر:

- تقيس التصرف كلية أو تقيس معدل التصرف.
- تستخدم مع كل الموائع (سائل أو غاز).

طريقة القياس:

بدخول السائل إلى المقياس فإنه يملأ حجرة معينة التي تتحرك من مكانها لتدخل حجرة أخرى لتملأه وفي الوقت نفسه تكون الحجرة الثالثة قد أوشكت على إنهاء التفريغ وهكذا تستمر العملية وبعدد مرات الملو والتفريغ (آليا) يمكن معرفة الحجم الفعلي.

ومن هذه الأنواع:

1. المكبس النصف دوار
2. المكبس الترددي
3. القرص الدوار.
4. المروحة الدوارة

والنوع الرابع هو الأكثر شيوعاً مع اختلافات في تصميم المروحة ومنه ما يلي:

شكل رقم(5) عداد المياه المنزلي

شكل رقم (6) قطاع في عداد المياه

وتستخدم هذه الأجهزة مع التصرفات الصغيرة مثل عدادات المنازل. وهذه الأجهزة تختلف دقتها اختلافا كبيرا تبعا لنوعيتها ولكن عامة تتراوح بين ±2% تحت ظروف التشغيل والمعايرة الصحيحة.

ومن عيوب هذه الأجهزة وجود غازات داخل التصرف تقاس على انها سائل.

معايرة أجهزة قياس التصرف الصغيرة

تتم عملية المعايرة بحساب كمية المياه المارة بالجهاز (العداد) بعد صرفها إلى خزان مدرج ثم المقارنة بين الحجم الحقيقي وقراءة العداد.

ويمكن اختبار عدة عدادات على التوالي في نفس الوقت وسوف يتم تناول ذلك عملياً.

شكل(7) جهاز معايرة عدادات المياه المنزلية

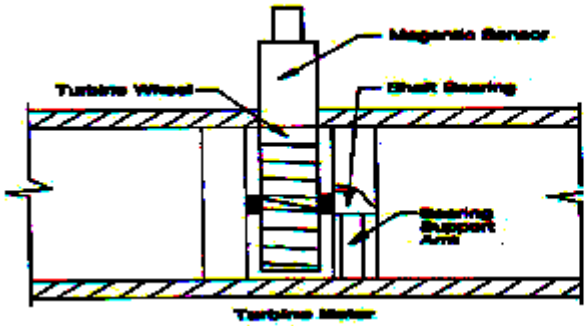
أجهزة قياس التصرف بالسرعة

1. المقياس التربينى والمروحي (Turbine and Propeller Meter):

.2

- الدقة : ± (0. 5: 2) % من التصرف.
- التكرارية : ± 0. 02 %
- المدى : 1 : 10
- المدى الحجمي: 5 : 600 مم (16/3 : 24) بوصة
- الفقد في الرفع: مرتفع

التكلفة النسبية: مرتفعة



شكل (8) المقياس التربيني للتصرف

شكل (9) المقياس المروحي للتصرف

طريقة العمل:

يتم قياس التصرف عن طريق قياس السرعة ففي هذا الجهاز يقوم السائل الساري في الماسورة بضرب ريش الجزء الدوار (مروحة أو توربين) فيدور هذا الجزء بسرعة تتناسب مع سرعة السريان.

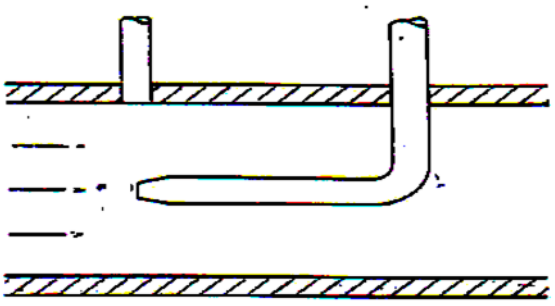
الجزء الدوار مصمم ليملأ الماسورة ومجهز ليدور حر بين كرسي تحميل مثبتين في حائط الماسورة وخلال حدود معينة–من معدل التصرف واللزوجة– تظل العلاقة بين التصرف الحجمي وسرعة الجزء الدوار علاقة خطية. ويوجد حساس يحول لفات الجزء الدوار إلى إشارات ترددية مكافئة (كهربية أو مغناطيسية). ومن ثم فإن عدد معين من اللفات ينتج عن سريان وحدة الحجوم من السائل وهذا هو معامل المعايرة (K)

يظل معامل المعايرة (k) ثابتا خلال مدى القياس (Rangability) من (10 : 1) بسماحيه مباشره ± 2 % من التصرف الحقيقي.

تابع أجهزة القياس بالسرعة

2_3 انبوبة بيتوت Bitot Tube

في عام 1730 قدم العالم الفرنسي (هنري بيتوت) تجربة بوضع انبوبة زجاجية في اتجاه سريان داخل ماسورة. واثبت ان السائل يرتفع في الأنبوبة بمقدار يتناسب مع مربع سرعة السريان.



شكل(10) رسم توضيحي لأنبوبة بيتوت لقياس التصرف

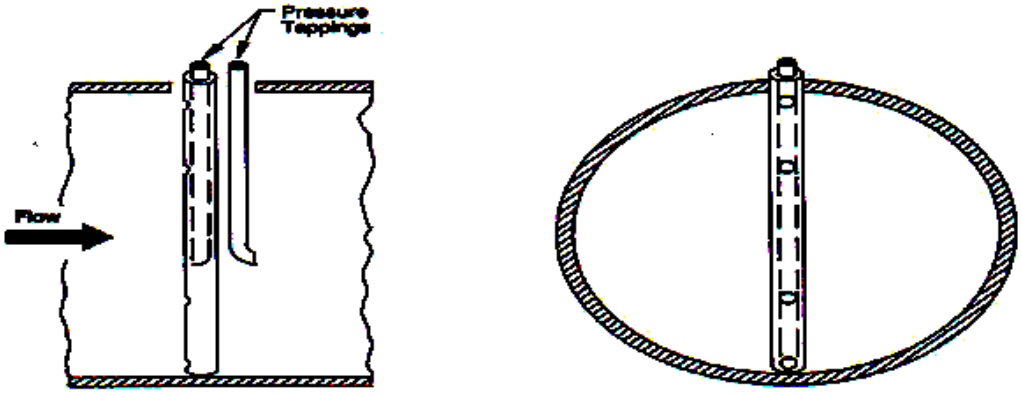
وكان ذلك أول الاكتشافات الحديثة لتطوير مقاييس التصرف. ثم تم تطوير هذه الأنبوبة عام 1855 بواسطة العالم الفرنسي (دارسي) وذلك بتحسين قراءة الضغط الاستاتيكي ثم طرات عدة تعديلات حتى وصلت الى الصورة التي عليها الان وسميت انبوبة بيتوت المطورة (Averaging Bitot Tube).

وبمعرفة الضغط (قياسه) يمكن قياس معدل السريان.

3. 3. أنبوبة بيتوت المطورة Averaging Bitot Tube

- الدقة ± (0. 5 : 5) %
- التكرارية ± (0. 5) %
- المدى الحجمي (13 مم : 4، 2 متر) (5 ، : 96) بوصه
- مدى القياس (4 : 1)
- فاقد الرفع منخفض
- التكلفة منخفضة

تتكون أنبوبة بيتوت من أنبوبة مغمورة توضع في وسط الماسورة الناقلة للسائل.



شكل (11) أنبوبة بيتوت المطورة

هذه الأنبوبة بها عدة ثقوب تواجه اتجاه السريان (للحصول على شرائح ضغطية عند نقاط مختلفة من قطر الماسورة هذه الضغوط تؤثر على حساس الضغط الموجود على الفتحات بالأنبوبة فيقيس متوسطها. توضع هذه الأنبوبة داخل أنبوبة أخرى أكبر قطرا لحمايتها. وبها فتحات في الأنبوبة الخارجية ومنها يتم حساب فرق الضغط قبل وبعد الماسورة مترجمة إلى رفع (H) يتحدد مدى القياس على اساس مدى مقياس حساس الضغط.

التركيب:

يجب وضع الأنبوبة داخل الماسورة حسب إرشادات المصنعين ويلاحظ ما يلى:

- يجب أن تكون الثقوب مواجهه تماما لاتجاه السريان.
- عدم وضع المقياس متطابقا مع قطر الماسورة سيدمر النتائج.
- دوران المقياس اكثر من(3) درجات في أي اتجاه سيغير النتائج بصورة سيئة.
- انحناء المقياس (5) درجات في اتجاه السريان أو ثلاث درجات في الاتجاه المعاكس سوف تضر النتائج.

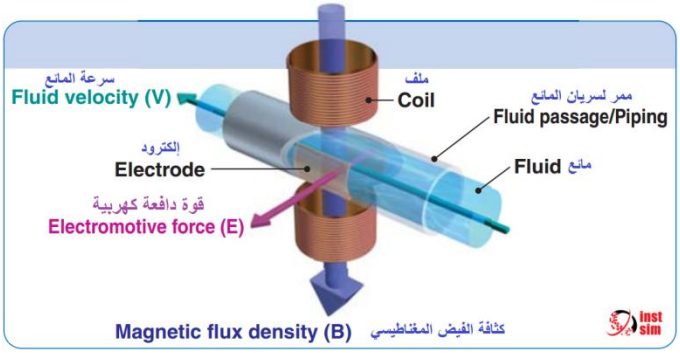
3. 4 القياس بالقوة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Meters

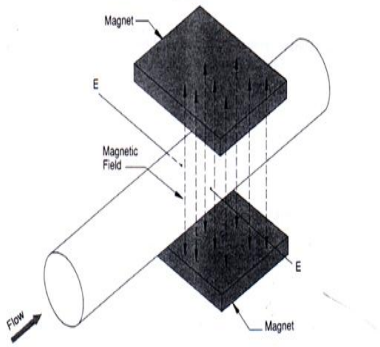
- الدقة : ± 0. 5
- التكرارية : ± 25،.
- مدى القياس : 1 : 10
- المدى الحجمي : 2. 5 مم : 3 متر
- فاقد الرفع : صفر
- التكلفة : مرتفعة

أسس ومكونات أجهزة قياس التصرف الكهرومغناطيسية:

هذا النوع من أجهزة القياس تم تصنيعه بتطبيق قانون فارادى للحث الكهرومغناطيسي.

باعتبار الماسورة موصل متعامد مع قوة الفيض المغناطيسي من قطبي مغناطيس (يوضعان على حائط الماسورة) تتولد قوة دافعة كهربية يمكن قياس التصرف.





شكل (12) توضيحي لقياس التصرف بالقوة الدافعة الكهربائية

نظرية العمل:

$$[\ E = K.\ B\ D.\ V\ ]$$

(E): القوة الدافعة الكهربية المتولدة

(K): معامل السريان الخاص بالمقياس

(B): كثافة الفيض المغناطيسي

(D): قطر الماسورة

(V): سرعة السريان

وعند استخدام هذا النوع يلاحظ ما يلى:

- يهمل تأثير درجة الحرارة وكثافة السائل ولزوجته.
- يستخدم مع السوائل الموصلة للكهرباء فقط.
- الإشارة الناتجة تبدأ من الصفر وحتى أعلى معدل تصرف.
- الفقد في الرفع غير وارد.
- في حالة استخدام بلوف يجب أن تكون المسافة المستقيمة قبل المقياس عشرة أمثال القطر وبدون محابس أو وصلات خاصة تكون نصف ذلك (5 أمثال القطر) والمسافة المستقيمة بعد المقياس غير مهمة.
- يتراوح مدى القياس بدلالة سرعة السريان من (1 : 10) م / ث.
- في أحسن الظروف تكون نسبة الخطأ في القياس 1 % من التصرف الكلى تزيد بانخفاض سرعة السريان إلى أقل من 1 م/ ث.
- الفقد في الرفع قليل جدا ويساوى الفقد في طول الماسورة المكونة للجهاز يزيد إذا قللنا قطر الماسورة لتناسب الجهاز.

التركيب:

يجب أن تكون الماسورة التي يتم التركيب عليها أفقية تماما أو رأسية تماما وللحصول علـــى عمليـــة تشغيل مثلى تتبع الخطوات الآتية:

- اختيار جهاز ذي سرعة معقولة عند اقل و أقصى تصريف (1. 5 : 3) م/ث.
- الجزء المستقيم من الماسورة قبل المقياس من (5 : 10) من قطر الماسورة.
- التأكد من العزل بين المقياس والماسورة لتجنب التداخلات الكهربية.
- استخدام شرائح توصيل لتصريف التيارات العكسية حول المقياس.

الإرشادات المتبعة عند التركيب حسب المورد لأحد أنواع الأجهزة:

الصيانة الدورية:

1. مراجعة التوصيلات الكهربائية.
2. تنظيف الأقطاب.

5_3 :أجهزة قياس التصرف بالموجات فوق الصوتية Ultrasonic Meters

الدقة : ± (1 : 5 ، 2) %

التكرارية : ± 0. 25 %

مدى القياس : 1 : 20

المدى الحجمى : 3. 1 مم : 3 متر

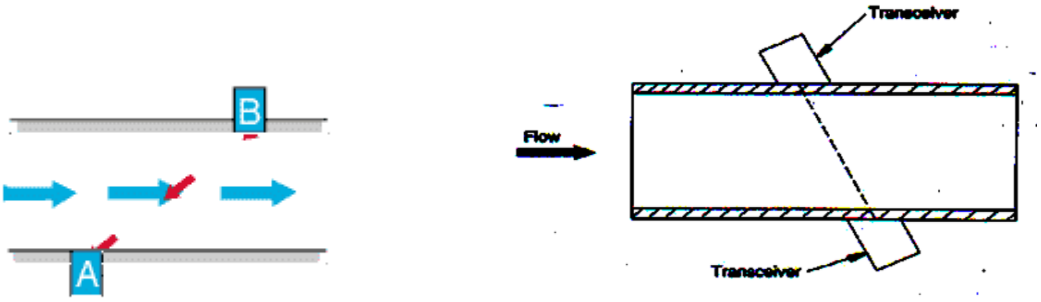
فاقد الرفع : صفر

التكلفة : عالية

طريقة عمل اجهزة قياس التصرف بالموجات فوق الصوتية :

تسمى هذه أجهزة القياس بالموجات فوق الصوتية (Ultrasonic flow Meters) يقـــوم عمـــل هـــذه الاجهزة على إرسال نبضات صوتية من وحدة إرسال إلى وحدة استقبال والعكس حيـــث إن الوحـــدة تعمل كوحدة إرسال واستقبال في آن واحد وتسمى (Transciver) اختصارا لكلمتي (Transmit and Receive) وتسمى غالبا وحدة البث.

تثبت الوحدتان بزاوية على الخط.



شكل (13) رسم توضيحي لقياس التصرف بالمواجات فوق الصوتية

ترسل الوحدة الأولى نبضة خلال الماسورة تستقبلها الوحدة الثانية التي تقوم هى الأخرى بإرسال نبضة تستقبلها الوحدة الأولى.

النبضة الأولى في اتجاه السريان فتزيد سرعتها والثانية عكس اتجاه السريان فتقل سرعتها. والفارق الزمنى بين إرسال واستقبال النبضتين هو دالة في سرعة السريان ومن ثم فهو دالة في معدل السريان.

فارق الوقت الانتقالي والمرور خلال حائط المواسير يتحول عن طريق وحدة معالجة (Micro-processing unit) إلى خرج قياسي لمعدل السريان.

يسمى المقياس المستخدم لقياس سريان المياه النقية (time of flight) او(transit time) ويستخدم المقياس المسمى نوع (Doppler) للسوائل الغير نقية.

دقة هذه المقاييس ± 1% من التصرف اللحظي. خلال مدى قياس من (10: 1) ويجب أن تختبر الدقة حسب المصنع لأن بعض المصنعين يضع الدقة بدلالة التصرف الكلى وليس التصرف اللحظي.

بعض أجهزة القياس بالموجات فوق الصوتية تستخدم وحدة بث واحدة (ارسال –استقبال) ويتطلب هذا النوع دقة عالية في التركيب وخاصة الجزء المستقيم من الماسورة قبل المقياس ولا يصلح هذا النوع للمياه النقية لأنه يعتمد على الشوائب لتنعكس عليها الموجات.

كذلك فان بعض الاجهزة تستخدم عدة وحدات للبث ويكون الخرج النهائي متوسط خرج الوحدات كلها وهذا النوع اكثر دقة بالطبع خاصة في حالات اضطراب السريان.

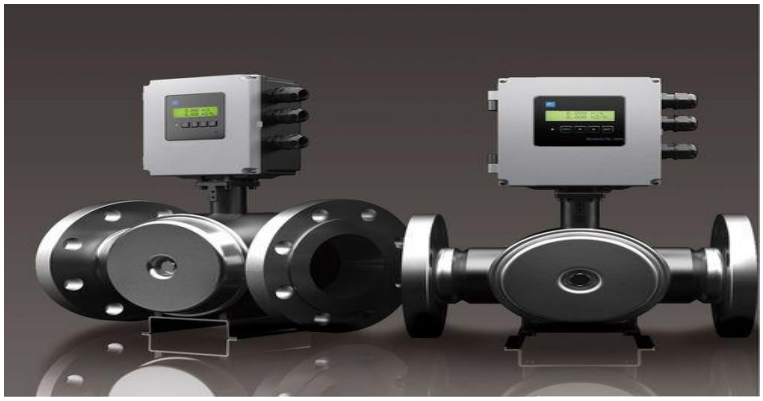
ولان هذه الاجهزة ليس لها معامل سريان (K) فيجب ان تعاير.

يتم تصنيع اجزاء أجهزة القياس من مواد طويلة العمر الافتراضي لحداثة وجوده بالأســـواق. ولكـــن وحدات البث مازالت تحت التطوير لإطالة عمرها الافتراضي.

يتوفر هذا النوع في صورتين

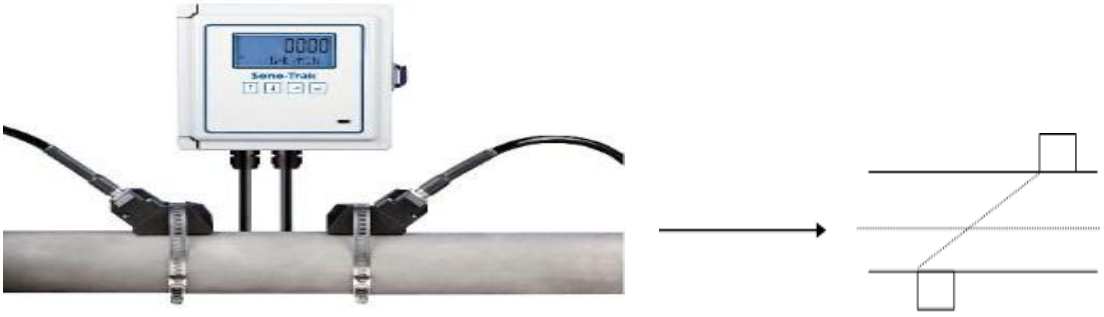
النوع الاول SPOOL PIECE:

وهو الجهاز الكامل بوحدتي البث وهذا النوع لا يحتاج الي عمليات ضبط حيث أنه معاير ومجهز ذاتيا ولا تتغير أيا من المكونات المؤثرة في عمليات القياس ويعتبر جزء من ماسورة السائل.



النوع الثاني CLUMP MOUNTED: Clamp On

والذي يتم تجميعه سواء على الخطوط أو القنوات فإنه يمر بعملية ضبط setting ليست بسيطة وانما تختلف باختلاف قطر الماسورة ونوعها وما اذا كانت مبطنة أو لا وهكذا فإنه يحتاج الي عملية ضبط قبل عملية القياس كلما بدأنا عملية قياس جديدة.



التركيب

تحتاج هذه المقاييس الى مسافة مستقيمة قبل المقياس تساوى عشرة امثال القطر وخمسة امثال القطـــر بعدها وتختلف هذه المسافة باختلاف شكل السريان واختلاف المصنعين.

يجب الا يوضع المقياس قريبا من نقطة تتعرض لهبوط مفاجئ في الضغط لان ذلك يولـــد فقاعـــات تنفصل عن السائل وتؤثر على دقة القياس.

يجب ان يكون المقياس (قدر الامكان) في معزل من الاهتزازات والضوضاء حتـــى لا تتـــأثر دقـــة القياس.

3. 6 أجهزة برنوللى للقياس Measurments – Bernolli

تمهيد:

عند دراسة حركة الماء بمرورها خلال ثقب نتوقف عند حالة الثقب في خزان (شـــكل26) بتطبيـــق نظرية برنوللي بين النقطتين 1،2.

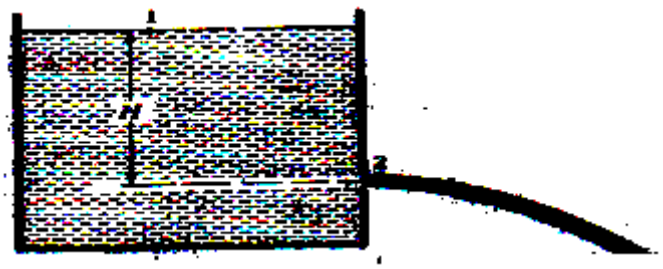
السرعة هنا نظرية

السرعة الحقيقية

معامل السرعة $kv = \frac{va}{vt}$ = ——————

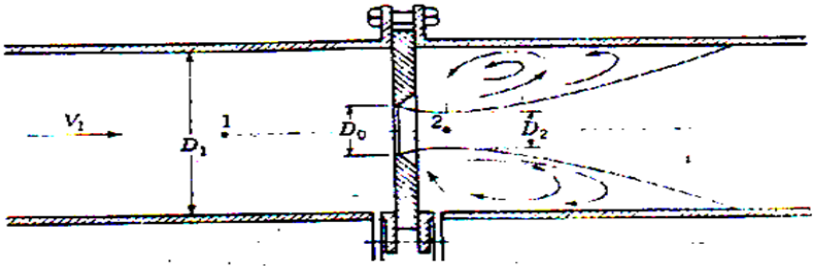
السرعة النظرية

$$v_2 a = k_v \times \sqrt{2gH}$$



شكل (14)

فاذا كان هذا الثقب في ماسورة (شكل 16)



شكل رقم (16) فإن تطبيق معادلة برنوللي يكون كذلك

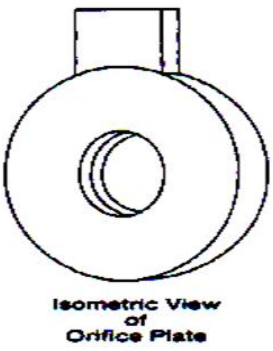
تطبيقات على أجهزة برنولي لقياس التصرف

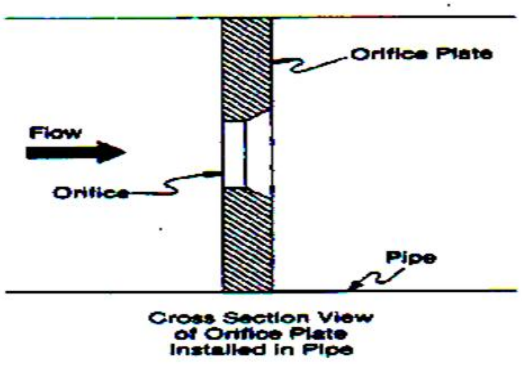
تقوم نظرية برنولي في قياس التصرف على عمل اختناق في الماسورة المراد قياس التصرف بها.

اولا القرص المثقوب Orifice Plate

- الدقة : ± (25 ، 2 :) % من التصرف الكلى
- التكرارية : ± 25 ، %
- مدى القياس : (4 : 1) : (10 : 1)
- المدى الحجمي : مفتوح
- الفقد في الرفع : متوسط
- التكلفة النسبية : منخفضة

يتكون مقياس القرص المثقوب من شريحة رقيقة من الصلب الذى لا يصدأ سمكها (3 :13) مم هــذه الشريحة بها ثقب ذو حافة حادة. يوضع القرص عمودي على اتجاه السريان ويكون الثقب منطبقا مع الخط المركزي للماسورة أو مماسا لحائطها. ويركب القرص بين فلانشتين وهذا المقياس من المقاييس الشائعة نظرا لسهولة التركيب وقلة الصيانة علاوة على انخفاض التكلفة.





شكل (17) القرص المثقوب

يتم مقارنة الضغط قبل القرص بمسافة تساوي القطر الخاص بالماسورة و بعده بنصف المسافة المذكورة. ومن النقطتين يتحدد موضع حنفيات الضغط (pressure-tab) والنقطة الثانية تكون عند اضيق مرور للسائل ويسمى مقطع السريان وتحدث دوامات بعد القرص بين حائط الماسورة وبين اضيق مقطع للسريان تتولد بسببه طاقة حركة تتحول الى حرارة خاصة إذا ارتفع معدل الفقد.

يقوم بعض المصنعين بإنتاج القرص كوحدة متكاملة بالماسورة وبها فتحات الضغط ومقياس الضغط وكذلك وحدة نقل الاشارة. ويناسب كل اقطار المواسير.

التركيب:

عادة يتم تركيب القرص بين اثنين من الفلانشات وبعض المصنعين يقدمها كاملة بحنفيات الضغط على حافة الفلانشه مبيناً عليها واتجاه السريان. يجب وضع الحنفيات عموديه على حائط الماسورة. وبالنسبة للمرور الأفقي يجب ان تكون الحنفيات في مستوى أفقي من الخط المركزي للماسورة.

يجب ازالة النتوءات والتجاويف عند الحنفيات.

انبوبة فنشورى Venturi-Meter

الدقة : ± 75 ، % من السريان

التكرارية : ± 25،%

مدى القياس : (4:1) : (10:1)

المدى الحجمي : 25 مم : 3 متر (1 : 120)بوصه.

الفقد في الرفع : منخفض

التكلفة النسبية : متوسطة

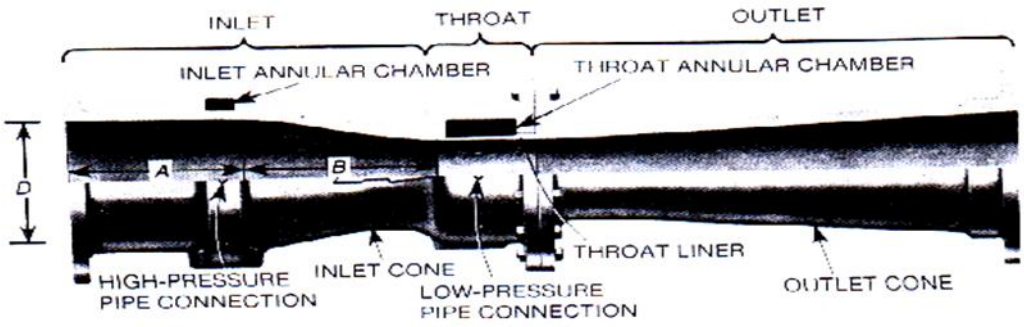
تعتبر انبوبة فنشورى اكثر المقاييس شيوعا على الاطلاق. ويرجع ذلك الى البساطة والمرونة وسهولة التركيب والصيانة الى جانب توافرها وتكلفتها الغير مرتفعة.

طريقة العمل:

تعمل انبوبة فنشورى على اساس قياس فارق الضغط فان انبوبة فنشورى بها خانق يسبب زيادة سرعة السائل المار خلاله مقابل انخفاض ضغطه. والفارق في الضغط قبل المقياس وبعده يتناسب مع مربع سرعة السريان. ويقاس السريان بالجذر التربيعي للفارق المقاس في الضغط. وللحصول على اشارة كهربية للسريان فان الضغط عند النقطتين (قبل الخانق وبعده) يجب ان يحول الى مقياس لفارق الضغط (Diaphragm) ولمعرفة ازاحة مقياس الضغط يوضع معه مقياس لشد (Strain–gauge) أو (variable–capacitance) وذلك لينتج اشاره تتناسب مع فارق الضغط. كما يمكن قياس فارق الضغط باستخدام منفاخ مزدوج (double–bellows) أو مانومتر على شكل (U). والفقد في المقياس يساوى (60 %) من الفقد في القرص المثقوب. والمقياس ليس به اجزاء متحركة ولا يعترض السريان. يزيد على ذلك ان كل الاختبارات العلمية

والعملية أثبتت أن معامل السريان يساوى (K) وهو يظل ثابتا بصرف النظر عن قطر الماسورة وقطر الخانق.

والفنشورى اطول المقاييس واثقلها حيث انها تصنع من الحديد الزهر أو من البرونز البحري.



شكل (18) أنبوبة فنشوري

التركيب:

قبل التركيب هناك عدة نقاط يجب ان توضع في الاعتبار عند اختيار هذا المقياس وهى:

- يجب اختيار المقياس الذى له اقصى فارق ضغط ممكن (آخذا في الاعتبار مقدار السماحية في الرفع المفقود) وذلك لان الفارق المرتفع للضغط ينتج طاقه كافيه لإدارة اجهزة نقل الاشارة وبذلك يحسن الدقة ومدى القياس.
- اختيار مقياس له اقل قطر ممكن للخانق مهما كان قطر الخط.
- المسافة المستقيمة قبل المقياس يجب ان تكون عشرة امثال القطر إما بعد المقياس فان خمسة امثال القطر تكفي.
- ضع في الاعتبار التوسعات المستقبلية (من الممكن زيادة معدل التصرف).

وعملية تركيب المقياس (الفنشورى) حرج جدا بالنسبة لدقة اجهزة قياس فارق الضغط والخطأ في حساب فارق الضغط من السهل ان يصل الى درجة غير مقبولة اذا كان تناسق شكل المواسير ينتج سريانا منحرفا. فالدوامات والتيارات المائية الدورانية التي تؤثر في دقة القياس يمكن ان تظهر نتيجة عدم تناسق شكل المواسير أو نتيجة التجاويف والنتوءات عند مداخل حنفيات الضغط.

كما يجب ان تركب الانبوبة ويكون خطها المركزي افقيا وان يدخل اليها السائل خاليا من التيارات المائية الدورانية والدوامات. والتركيب الامثل لحنفيات الضغط يكون على الجانبين في المستوى الأفقي للخط المركزي للمقياس.

أجهزة قياس المنسوب

هناك حاجة ماسة في بعض المصانع ومحطات تنقية المياه ومحطات ضخ ومعالجة الصرف الصحي لمعرفة المستوى للسوائل داخل أماكن لا يمكن الوصول اليها بسهولة او لصعوبة في قياس المستوى او لاستخدام المقياس في نظام التحكم الالي (automation control)

ولهذا يوجد عدنا عدة انواع من اجهزة القياس وتنقسم كالآتي:

*القياس المباشر

*القياس الغير مباشر

أولا القياس المباشر:

-النظر بالعين المجردة الى الخزان

- الزجاج الجانبي side glass وهي طريقة مباشرة لقياس مستوى السائل عن طريق وضع انبوب زجاجي موصول مع الخزان من المنطقة المنخفضة ومن المنطقة المرتفعة ويتم تدريج المقياس حسب الكمية الموجودة في الخزان لكل سم cm وتنعكس على المقياس

-استخدام فرق الضغط لقياس المستوى

والعملية تتم كالاتي يوصل مع الخزان جهاز مقياس او مؤشر في اسفل نقطة من الخزان مع ترك مسافة لا تقل عن 10 سم ويتم تثبيت المقياس وهذه العشرة سم من اجل الحفاظ على نظافة الخط الذي الموصول به جهاز المقياس. وعند وجود فرق ضعط بين ضغط السائل والضغط الجوي فان المؤشر يتحرك نتيجة ضغط السائل علية عاكسا لنا كمية الائل الموجودة داخل الخزان او التانك.

وهناك انواع كثيرة حسب الصانه او الحاجة

ثانيا القياس الغير مباشر :

وهو استخدام ما يسمى بالمجس sensor لنقل الاشارة من المكان داخل الخزان الى مكان آخر عن طريق تيار كهربائي ضعيف ويتم تضخيمة وادخالة الى وحدة التحكم ومن ثم يعكس على الشاشة او التدريج باعطاء القيمة الحقيقية للكمية الموجودة داخل الخزان.

وتسمي هذه المجساتTransducers

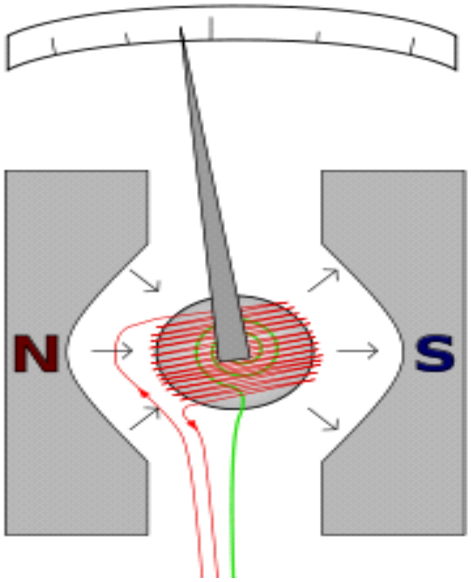
-*العوامات : Floats sensorsوهي تستخدم كثيرا في اعطاء حالة الخزان عن طريق جهاز انذار

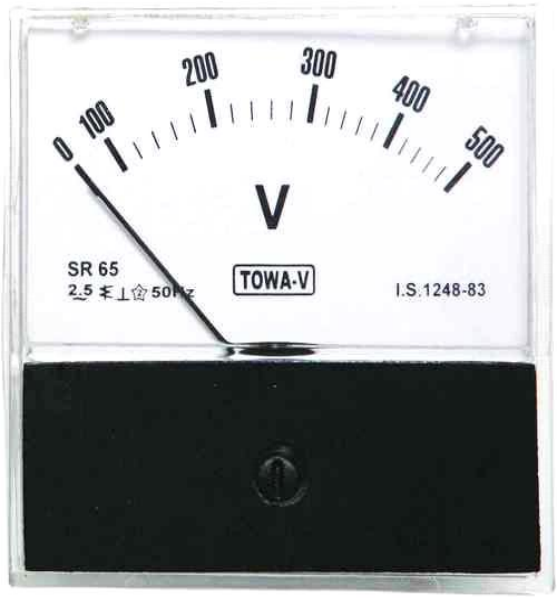
وذلك لإخبارنا ان مستوى السائل في الخزان قليل او كثير

وتستخدم هذه العوامات من اجل تشغيل المضخات الكهربائية اوتوماتيكيا ووقفها ايضا اوتوماتيكيا من اجل الحفاظ على منسوب السائل داخل الخزانات.

اجهزة القياس الكهربية

جهاز قياس فرق الجهد الفولتميتر (Voltmeter)

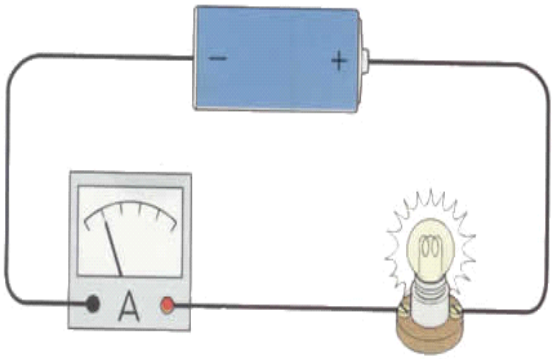


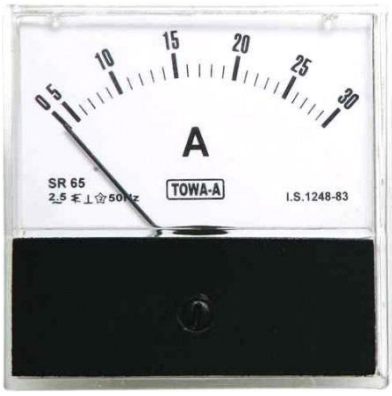


يستخدم هذا الجهاز لقياس فرق الجهد المطبق بين طرفين حمل كهربائي ما أو لقياس جهد المصدر ،يوصل هذا الجهاز على التوازي مع المصدر أو الحمل الكهربائي مع شرط سريان التيار الكهربائي

أي يجب أن تكون الدارة الكهربائية المراد قياس فولتيتها مغلقة. ويتم توصيله مباشرة عن طريق مفتاح اختياري في لوحات الجهد المنخفض اما في لوحات الجهد المتوسط او العالي فيتم توصيله عن طريق محول جهد الخرج له110ف

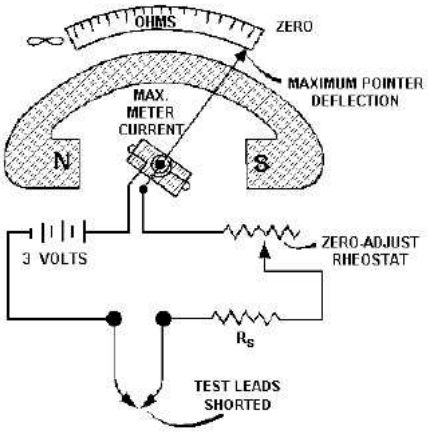
جهاز قياس التيار الكهربي الاميتر (Ammeter)





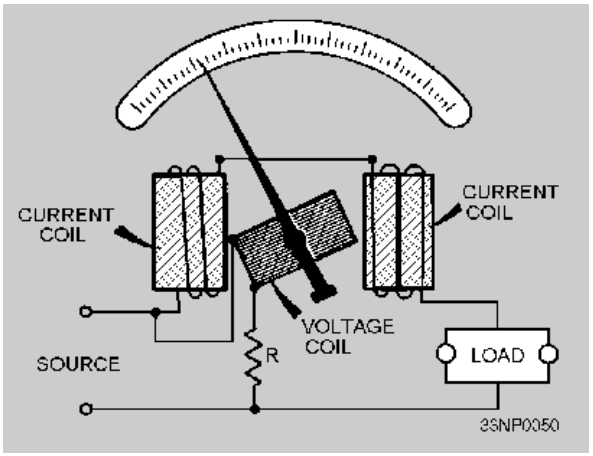
يستخدم هذا الجهاز لقياس التيار الكهربائي المار في حمل كهربائي ما ، يوصل هذا الجهاز مع الحمل المراد قياس تياره على التوالي مع مراعاة ان تكون الدارة الكهربائية مغلقة ،ومنها ما هو رقمي او بمؤشر وفي الاحمال العالية يوصل كل امتير عن طريق محول تيار ويذكر نسبة التحويل لمحول التيار المستخدم اسفل المؤشر اما الرقمي فيتم برمجته بنسبة التحويل لمحول التيار

جهاز قياس المقاومة الاوم ميتر (Ohmmeter)



يستخدم هذا الجهاز لقياس مقاومة الاحمال الكهربائية وللتأكد من صلاحية هذه الاحمال، يوصل هذا الجهاز مع الاحمال المراد قياس مقاومتها على التوازي مع مرعاه عدم وجود سريان للتيار الكهربائي أي ان تكون الدارة مفتوحة.

جهاز قياس القدرة الواتميتر (Wattmeter)



يستخدم هذا الجهاز لقياس قدرة الاحمال الكهربائية ويحتوي من الداخل على ملفين أحدهما يسمى بملف التيار ويوصل مع الحمل على التوالي والاخر يسمى ملف الجهد ويوصل مع الحمل على التـــوازي، يوصل هذا الجهاز مع الحمل مع مرعاه سريان التيار في الدارة أي ان الدارة مغلقة.

جهاز قياس معامل القدرة الكهربيPF :

هو مبين يتم تركيبه لقياس cos الزاوية بين مركبة الجهد والتيار بالدائرة الكهربية ويتم توصيله بإشارة من الجهد والتيار ومنها الرقمي او بمؤشر ويجب المحافظة على معامل القدرة باستمرار اعلى من0. 9حتى نتجنب الغرامة من شركة الكهرباء وقد وجد عمليا انها ايضا تساعد على تقليل الطاقة المستهلكة

جهاز قياس التردد(الذبذبة):

ويتم تغذيته بإشارة جهد كهربي ومنها الرقمي او بمؤشر

والتردد هوقياس لعدد مرات تكرار الوصول لنقطة معينة في زمن معين

ويتم العمل على تردد 50ذبذبة في الدقيقة بجمهورية مصر العربية

90 DEG

240 DEG

المبين:

هو جهاز مثل الاميتر يوصل توالى بالدائرة عندما يمر به تيار من 4الـــى 20 مللـــي امبيـــر يقـــوم بترجمتها الى قراءة فيزيائية ومنها الرقمي الذى يعتمد على البرمجة الداخلية ومنها الرقمي

المراجع

V1

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ مهندس / محمد غنيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
➢ مهندس / محمد صالح	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
➢ مهندس / يسري سعد الدين عرابى	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / عبد الحكيم الباز محمود	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية
➢ مهندس / محمد رجب الزغبى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية
➢ مهندس / رمضان شعبان رضوان	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بسوهاج
➢ مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالجيزة
➢ مهندس / حسنى عبده حجاب	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالجيزة
➢ مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بسوهاج
➢ مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافى	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالمنيا
➢ مهندس / سامى موريس نجيب	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالغربية
➢ مهندس / جويدة على سليمان	شركة مياه الشرب بالأسكندرية
➢ مهندسة / وفاء فليب إسحاق	شركة مياه الشرب والصرف الصحى ببنى سويف
➢ مهندس / محمد أحمد الشافعى	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
➢ مهندس / محمد بدوي عسل	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بدمياط
➢ مهندس / محمد غانم الجابري	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بدمياط
➢ مهندس / محمد نبيل محمد حسن	شركة مياه الشرب بالقاهرة
➢ مهندس / أحمد عبد العظيم	شركة مياه الشرب القاهرة
➢ مهندس / السيد رجب محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
➢ مهندس / نصر الدين عباس	شركة مياه الشرب والصرف الصحى بقنا
➢ مهندس / مصطفى محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى
➢ مهندس / فايز بدر	المعونة الألمانية (GIZ)
➢ مهندس / عادل أبو طالب	المعونة الألمانية (GIZ)

V2

- تم تحديث المادة العلمية بمشاركة السادة :

- مهندس / محمد غنيم — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
- مهندس / محمد صبرى محمد موسى — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالبحيرة
- مهندس / أيمن سعيد عبدالعاطى — شركة مياه الشرب بالقاهرة الكبرى
- مهندس / فوزى السيد محمد سلمونة — شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندس / جميل حتر على — شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندس / رمضان شعبان رضوان — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بسوهاج
- مهندس / محمد عبدالحليم — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالمنيا
- مهندسة / رانيا إبراهيم عبدالحميد — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالمنوفية
- مهندس / محمد فؤاد متولى العدل — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بمرسى مطروح
- مهندس / عمرو محمود على — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بمرسى مطروح
- مهندس / ناصر عوض السيد — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية
- مهندس / باسم محمد زهان — شركة مياه الشرب والصرف الصحى بالدقهلية

حقوق الطبع محفوظة • الإدارة العامة للمسار الوظيفى – إدارة المناهج
الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحى

للاقتراحات والشكاوى قم بمسح الصورة (QR)