مؤسسة المواصفات والمقاييس
الفلسطينية

ورشة عمل حول التحقق المترولوجي من أدوات قياس تدفق السوائل الكهرومغناطيسي

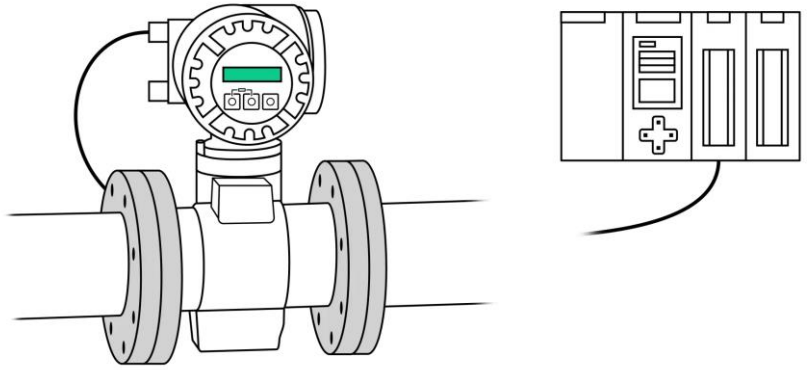
17.09.2025

تقديم

م. مهند عزموطي

رئيس لجنة التحقق المترولوجي من أدوات قياس السوائل من غير الماء

التحقق المترولوجي من أدوات قياس تدفق السوائل الكهرومغناطيسي



مقدمة عن قياس تدفق السوائل الكهرومغناطيسي

مقياس تدفق السوائل الكهرومغناطيسي أداة تستخدم لقياس كمية السائل التي تمر عبر نقطة معينة خلال فترة زمنية. ويستخدم في العديد من الصناعات مثل البتروكيماويات، الأغذية، والصناعات الدوائية.

مقياس تدفق السوائل الكهرومغناطيسي ((Electromagnetic Flow Meter)هو جهاز يعتمد على قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي، حيث يتولد جهد كهربائي عندما يمر سائل موصل للكهرباء داخل أنبوب محاط بمجال مغناطيسي.

هذا الجهد يتناسب مع سرعة السائل، ومن ثم يتم تحويله إلى إشارة رقمية تعبّر عن معدل التدفق الحجمي (m^3/h)

العداد الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Flow Mete)

جهازيقيس تدفق السوائل اعتمادًا على الحث الكهرومغناطيسي. يتميزبأنه لا يحتوي على أجزاء متحركة، وبالتالي يقل التآكل ويزيد عمره التشغيلي.

إستخدامات العداد الكهرومغناطيسي في المترولوجيا القانونية :

1. الصناعات الغذائية والعصائروالمشروبات.
2. قياس تدفق الحليب.

- تُعد حساسات التدفق الكهرومغناطيسية (Magnetic Flow Sensors)من أكثر أنواع عدادات التدفق استخدامًا، في نطاق واسع من التطبيقات وأحجام الأنابيب.
- يُعد القياس الدقيق والمتكرر للتدفق أمرًا ضروريًا للعمليات الصناعية، بما في ذلك تدفقات التغذية، خطوط نقل المنتجات، والعديد من التطبيقات الأخرى.

لماذا يعتبر مهمًا؟

القياس الدقيق للتدفق ضروري للتحكم في العمليات الصناعية، وضبط كميات المواد الخام، وضمان جودة المنتجات النهائية.يساعد في تحقيق الكفاءة الاقتصادية من خلال تقليل الفاقد وضبط الاستهلاك.
وكذلك يقيس أقل كمية تدفق ممكنة.

ما هو حساس التدفق الكهرومغناطيسي؟

تحوّل حساسات التدفق الكهرومغناطيسية ((Magnetic Flow Sensorsسرعة السائل الجاري إلى إشارة كهربائية قابلة للقياس، تتناسب طرديًا مع معدل التدفق. وتتميزهذه العدادات بعدم احتوائها على أجزاء متحركة أوأي عوائق في مسارالتدفق الداخلي، مما يجعلها سهلة المعايرة والصيانة.

نظرًا لأن عدادات التدفق الكهرومغناطيسية عادةً ما تكون بنفس قطرالأنابيب الأمامية والخلفية، فإنها لا تسبب تقريبًا أي فقد للضغط، وهو ما يعد ميزة كبيرة لبعض تدفقات السوائل مثل المخاليط اللزجة.

غالبًا ما يُشارإلى هذه العدادات باسم Mag Meters، وسنستخدم هذا الاختصارفي المقال.

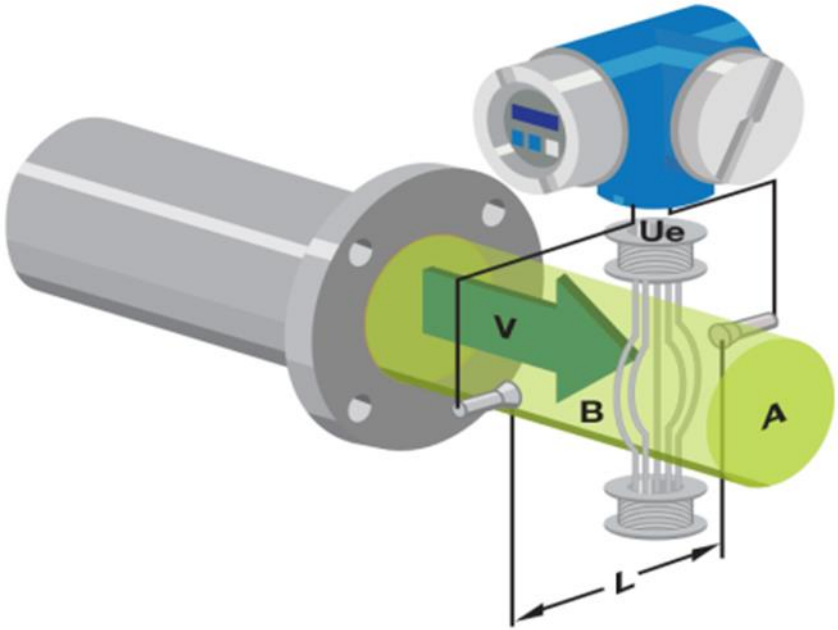
❖ مزايا الحساس الكهرومغناطيسي

- ✅ لا يعيق التدفق.
- ✅ لا يسبب فقدان ضغط.
- ✅ دقة عالية.
- ✅ لا يتأثربالكثافة، الضغط، اللزوجة أوالحرارة.
- ✅ لا يحتوي أجزاء متحركة.

مكوّنات العداد

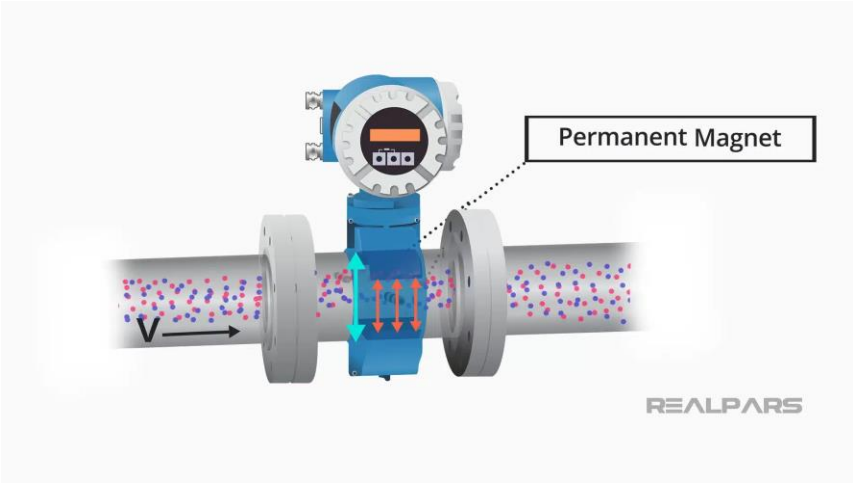
مكوّنات العداد

- ملفات (Coils)تولّد المجال المغناطيسي.
- أقطاب كهربائية موضوعة بزاوية قائمة على المجال.
- أنبوب التدفق.
- وحدة إلكترونية للمعالجة والعرض



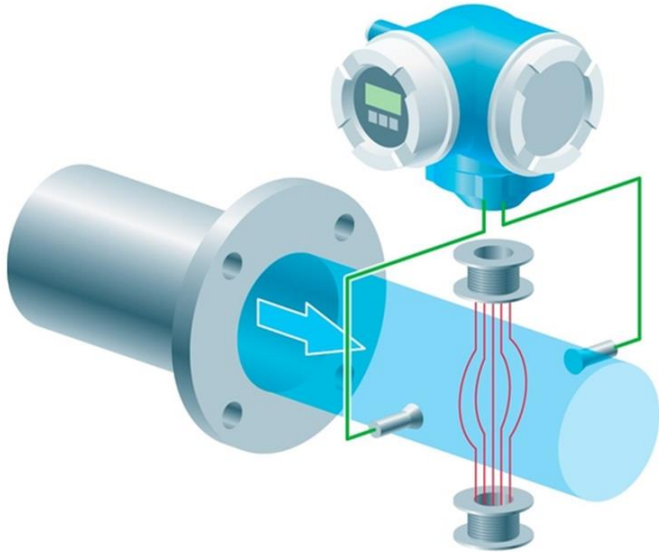
آلية عمل العداد

- تعتمد على قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي.
- عند مرور الماء (موصل كهربائي) عبر المجال المغناطيسي يتولد جهد كهربائي.
- الأقطاب الكهربائية تلتقط الجهد المتناسب مع سرعة التدفق.
- معدل التدفق = سرعة التدفق × مساحة مقطع انبوب العدّاد. $Q = A * v$
- الإشارة الكهربائية تتحول إلى قراءة حجمية عبر وحدة إلكترونية.
- العرض يتم عبر:شاشة **LCD**أو إرسال البيانات لنظام تحكم/تسجيل.



مبدأ العمل

- تقوم العدادات بتحويل سرعة السائل إلى إشارة كهربائية يمكن استخدامها في نظام التحكم.
- معظم العدادات من نوع **Full-Bore**، أي أن مسار التدفق الداخلي له نفس قطر الأنابيب الأمامية والخلفية، مما يزيل أي قيود على السائل قد تغير مسار التدفق أو تسبب فقدًا في الضغط.
- يمر السائل عبر العداد في خط مستقيم داخل الأنبوب، ما يسمح بإنشاء مجال مغناطيسي ثابت وموحد عبر قطر مسار التدفق.
- جوهر عمل العداد يكمن في المغناطيس؛ إذ يحيط به مغناطيس دائم ذو قلب حديدي، يولّد مجالًا مغناطيسيًا تمر خطوطه عموديًا عبر مقطع الأنبوب والسائل المتدفق داخله.
- يمر السائل عبر هذه الخطوط بزواية 90 درجة، أي بشكل عمودي على خطوط التدفق المغناطيسي.



قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي

في عام 1831، لاحظ مايكل فاراداي أن الجهد الكهربائي يتولد عبر أي موصل يتحرك بزاوية قائمة خلال مجال مغناطيسي، وأن هذا الجهد يتناسب مع سرعة الموصل.

في حالة العداد الكهرومغناطيسي، الموصل هو **السائل الجاري**.

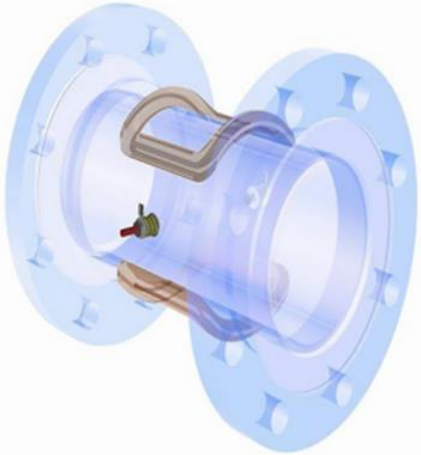
عند مرور السائل خلال المجال المغناطيسي بزاوية قائمة، يولد الجهد الكهربائي المتناسب مع سرعة السائل.

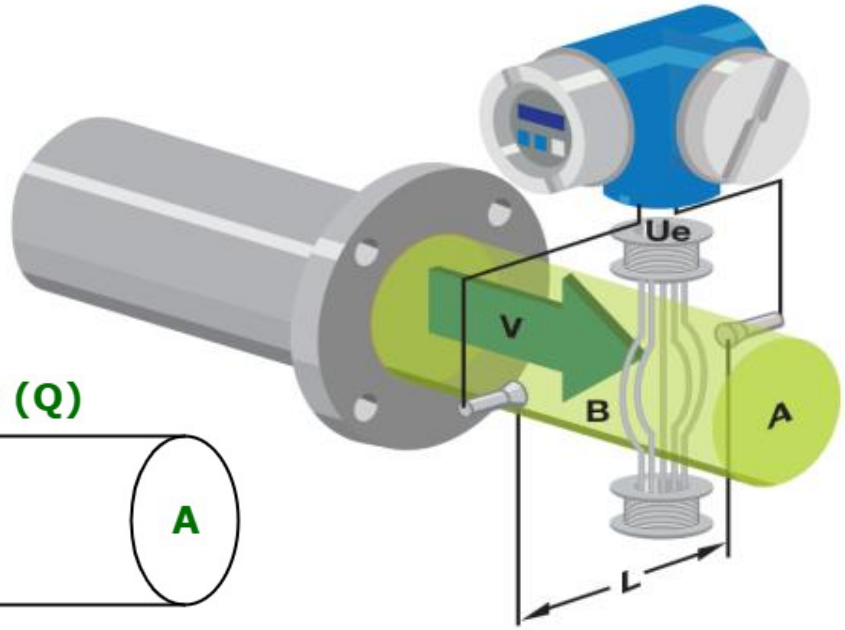
يمكن التعبير عن قانون فاراداي بالشكل التالي:

Faraday's Law

$$E = k*B*D*V$$

- E= Induced Voltage (Linear with Velocity)
- k= Proportionality Constant
- B= Magnetic Field Strength (Coil Inductance)
- D=Distance Between Electrodes
- V=Velocity of Process Fluid





Flow Rate (Q)

$$Q = A \times v$$

نقل الإشارة Transmitter

- يتم التقاط الجهد المتولد بواسطة **قطبين كهربائيين** متصلين بجهاز الإرسال (Transmitter)
- يقوم جهاز الإرسال بتحويل الإشارة الكهربائية إلى **معدل تدفق حجمي**
- مع ثبات قطر الأنبوب، يتم حساب معدل التدفق الحجمي بضرب سرعة السائل في مساحة المقطع العرضي للأنبوب، ويمكن تحويله إلى أي وحدة حجمية.

السوائل الموصلة (Conductive Fluids)

- يجب أن يكون السائل قادرًا على **نقل الكهرباء** لتوليد الإشارة الكهربائية.
- يتم قياس التوصيلية بوحدة **ميكرو-سيمنز لكل سنتيمتر (µ.S/cm)**
- بعض السوائل مثل مياه البحر والتدفقات الأيونية (الأحماض والمياه العادمة) قابلة للقياس.
- السوائل ذات التوصيلية المنخفضة جدًا مثل المياه المقطرة، والزيوت النباتية والهيدروكربونات، لا يمكن قياسها بهذا النوع من العدادات.
- للحصول على قياس دقيق، يجب أن تتجاوز التوصيلية **10 µ.S/cm**

مقارنة بين تقنيات القياس المختلفة ومقياس التدفق المغناطيسي

النوع	المبدأ	المزايا	العيوب	الاستخدام الأمثل
مقياس التدفق الكتلي (Mass Flow Meter)	يقيس الكتلة مباشرة	✅ دقة عالية جدًا ✅ لا يتأثر بالكثافة أو اللزوجة	⚠️ تكلفة مرتفعة ⚠️ صيانة أعقد	الصناعات الدقيقة (البتروكيميائيات، الأدوية)
مقياس التدفق الحجمي (Volumetric Flow Meter)	يقيس الحجم مباشرة	✅ شائع وبسيط ✅ مناسب للتطبيقات التجارية	⚠️ يحتاج إلى تعويض بالكثافة لحساب الكتلة ⚠️ يتأثر باللزوجة والحرارة	العدادات التجارية (الماء، الوقود)
مقياس التدفق بالضغط التفاضلي (Differential Pressure Flow Meter)	فرق الضغط الناتج عن مرور السائل	✅ تقنية قديمة ومجربة ✅ تكلفة منخفضة	⚠️ فقدان في الضغط ⚠️ دقة ضعيفة عند التدفقات المنخفضة	تطبيقات عامة و اقتصادية
مقياس التدفق المغناطيسي (Electromagnetic Flow Meter)	قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي	✅ دقة عالية جدًا ✅ لا أجزاء متحركة (صيانة أقل) ✅ لا يتأثر بالكثافة أو الحرارة	⚠️ يعمل فقط مع السوائل الموصلة ⚠️ تكلفة أعلى	المياه، السوائل الصناعية، السوائل البيولوجية

تصنيف أنظمة القياس حسب Oiml R117

التصنيف Class	النوع Type
0.3	أنظمة القياس على خطوط الانابيب
0.5	جميع أنظمة القياس ، إذا لم يتم ذكرها بشكل مختلف في مكان آخر في هذا الجدول ، على وجه الخصوص: - موزعات الوقود للمركبات. - أنظمة القياس على صهاريج الطرق للسوائل منخفضة اللزوجة. - أنظمة قياس تفريغ السفن من الخزانات والسكك الحديدية والطرق ناقلات النفط . - أنظمة قياس الحليب والسوائل الرغوية الأخرى - أنظمة قياس لتزويد الطائرات بالوقود
1.0	- أنظمة قياس الغازات المسيلة تحت ضغط مقاسة عند درجة حرارة مساوية أو أعلى - 10 درجة مئوية - موزعات غاز البترول المسال (LPG) للسيارات - أنظمة القياس: • تستخدم للسوائل التي تزيد لزوجتها الديناميكية عن 1000 ميغا باسكال ، أو • التي لا يزيد معدل تدفقها الأقصى عن 20 لترًا / ساعة أو 20 كجم / ساعة
1.5	أنظمة قياس ثاني أكسيد الكربون المسال - أنظمة القياس (بخلاف موزعات غاز البترول المسال) للغازات المسالة تحت تم قياس الضغط عند درجة حرارة أقل من - 10 درجة مئوية

الخـطأ المسمــوح به

	Accuracy class			
	0.3	0.5	1	1.5
Measuring Systems (A)	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%
Meters (B)	0.2%	0.3%	0.6%	1.0%

كيفية معرفة أقصى خطأ مسموح به من خلال تصنيف النظام :

- الحد الأقصى من الأخطاء المسموح بها في التصنيف **A** من الجدول ينطبق على أنظمة القياس الكاملة في ظل ظروف التشغيل المقدرة (الاعتيادية)، ينطبق على ما يلي

- 1. المو افقة على النوع أو الصنف **(type approval)**
- 2. التحقق الاولي
- 3. عمليات التحقق الدورية

- الحد الأقصى للأخطاء المسموح بها في التصنيف **B** من الجدول ينطبق على:

- 1. نوع المو افقة على عداد تحت ظروف تشغيل خاصة
- 2. التحقق من العداد قبل التحقق الأولي من نظام القياس

نظام القياس Measuring system

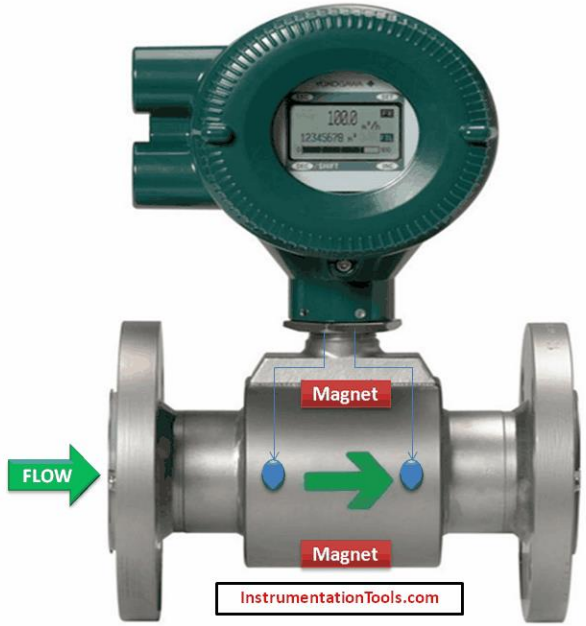
نظام يشمل العداد نفسه وجميع الأدوات المستخدمة للتأكد من صحة القياس أو التي تهدف لتسهيل عمليات القياس.

العداد Meter

جهازمصمم للقياس المستمروحفظ وعرض الكمية عند ظروف قياس السائل المتدفق خلال ناقل القياسات في مجرى (قناة توصيل) مغلق ومشحون بالكامل

العوامل المؤثرة على الدقة والخطأ المسموح به

1. درجة الحرارة



تأثير درجة الحرارة على القياس في العدادات الكهرومغناطيسية

- تمدد أو انكماش السائل
  - عند ارتفاع الحرارة ⟶ السائل يتمدد، وعند الانخفاض ⟶ ينكمش.
  - هذا التغير في الحجم يؤثر على الحسابات الحجمية للتدفق، خاصة إذا لم يكن هناك تعويض حراري.
- تغير اللزوجة
  - الحرارة المرتفعة تقلل اللزوجة، ما قد يغيّر سرعة التدفق داخل الأنبوب، وبالتالي يؤثر على الاستقرار والدقة.
- تأثير على التوصيلية الكهربائية
  - العدادات المغناطيسية تحتاج سائل موصل للكهرباء.
  - الموصلية نفسها تتغير مع الحرارة (عادة تزيد الموصلية مع ارتفاع الحرارة)، ما قد يؤثر على حساسية العداد ودقة القراءة.
- تأثير على مكوّنات العداد
  - الأقطاب (Electrodes) والملفات (Coils) قد تتأثر بالتمدد الحراري.
  - وحدة الاستشعار (Sensor Tube) إذا تغيّر معامل المرونة فيها، يؤدي إلى انحراف في "الصفر" (Zero Drift) وبالتالي خطأ في القراءة.

العوامل المؤثرة على الدقة والخطأ المسموح به

2. تأثير الضغط:

1. تغير كثافة السائل: عند زيادة الضغط، تزداد كثافة السائل قليلاً (حسب طبيعته)، مما يمكن أن يؤثر على القياس في الأنظمة التي تعتمد على الكثافة لحساب الكمية

> لتحقيق قياس دقيق في ظل ظروف متغيرة من درجة الحرارة والضغط، يتم عادةً تعويض هذه التأثيرات باستخدام أجهزة تصحيح تلقائية أو بإجراء معايرة دورية للأجهزة في ظروف التشغيل المتوقعة

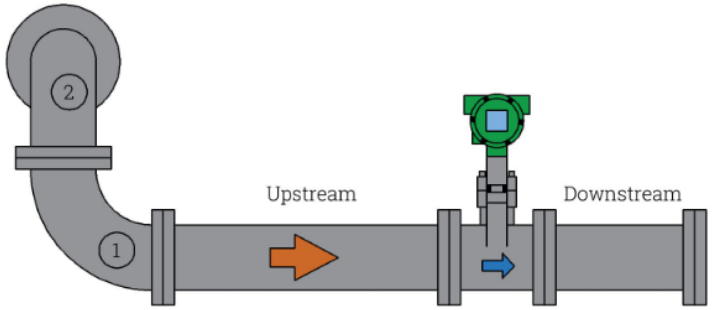
الضغط وتأثيره

- يسبب تغير الضغط في العملية تأثيرًا على دقة القراءة؛ زيادة الضغط قد تؤدي إلى قراءة أقل من القيمة الحقيقية (انحراف سلبي)،
- و انخفاض الضغط يمكن أن يؤدي إلى قراءة أكبر من القيمة الفعلية (انحراف إيجابي).
- انخفاض الضغط قد يسبب ظاهرة التجويف وتلف السطح المعدني لأنبوب الاستشعار، مما يضعف دقة الجهاز مع مرور الوقت.
- يجب ملاحظة أن العدادات الكهرومغناطيسية عادة لا تتأثر بالضغط بشكل مباشر كما في بعض تقنيات التدفق الأخرى، لكن التغيرات الكبيرة في الضغط والبيئة التشغيلية قد تؤثر على النتائج

.

العوامل المؤثرة على الدقة والخطأ المسموح به

3. سرعة التدفق



- تؤثر سرعة تدفق السائل أيضًا على دقة القياس. في حالات التدفق البطيء جدًا أو السريع جدًا، يمكن أن يحدث انحراف في نتائج القياس، ما يستدعي تقنيات تصحيحية لضمان الخطأ المسموح به.

- تشكل الدوامات والتغيرات في التدفق: سرعة التدفق العالية قد تؤدي إلى تشكل اضطرابات أو دوامات في السائل، مما يؤدي إلى تغييرات في حركة السائل داخل الأداة وظهور قراءات غير مستقرة.

- في بعض أنواع أجهزة القياس الكهرومغناطيسية، قد تسبب السرعات العالية تغيرات في المجال المغناطيسي داخل الأداة، مما يؤثر على قراءة التدفق.

العوامل المؤثرة على الدقة والخطأ المسموح به

سرعة التدفق سرعة التدفق وتأثيرها

- تعتمد إشارة الجهد الكهربائي المتولد في مقياس التدفق المغناطيسي على سرعة السائل الموصّل الذي يمر عبر المجال المغناطيسي، فكلما زادت سرعة التدفق ازداد الجهد وتتغير دقة القياس.

- هناك حد أدنى للسرعة الأدنى (عادة حوالي 0.1 م/ث) و اقل من ذبك تقل دقة القياس بسبب تغيرات في إشارة الجهد وعدم استقرار القراءة.

- سرعة التدفق المستقرة والمناسبة تعزز الدقة، أما التدفق الضعيف أو المتقطع فيؤدي إلى عدم استقرار القراءة وبالتالي تقليل دقة الجهاز.

- بالإضافة إلى ذلك، تأثير سرعة التدفق يتضمن تأثير على توليد الجهد المغناطيسي المتناسب مع سرعة السائل، وهو عامل رئيسي في مبدأ عمل العدادات المغناطيسية

"العوامل المؤثرة على دقة عدادات التدفق الكهرومغناطيسية"

•**موصلية السائل(Fluid Conductivity)**
•إذا كانت الموصلية أقل من الحد الأدنى (عادة 5 ميكروسيمنز/سم)، تظهر قراءات غير مستقرة.

•**فقاعات الهواء أو المواد الصلبة(Air Bubbles & Solids)**
•وجود هواء أو شوائب في السائل يؤدي إلى انحراف في الإشارة الكهربائية.

•**التركيب(Installation Conditions)**
•عدم توفر أطوال مستقيمة كافية قبل وبعد العداد.
•تركيب العداد في مكان به اهتزازات أو اضطراب في الجريان.

•**السرعة غير المنتظمة للجريان(Flow Profile Distortion)**
•الانحناءات، الصمامات، أو المضخات القريبة تؤدي إلى جريان غير منتظم، وبالتالي خطأ في القراءة.

•**ترسيب أو تغطية الأقطاب(Electrode Coating)**
•تراكم الأوساخ أو المواد الكيميائية على الأقطاب يضعف الإشارة ويزيد الخطأ.

•

•**الضوضاء الكهربائية(Electrical Noise)**
•التداخل الكهرومغناطيسي من محركات أو أجهزة قريبة يؤثر على إشارة العداد.

•**درجة الحرارة والضغط(Temperature & Pressure)**
•بشكل غير مباشر: تغيّر خواص السائل (مثل اللزوجة أو الكثافة) قد يسبب خطأ صغير.

•**المعايرة والصيانة(Calibration & Maintenance)**
•عدم إجراء المعايرة الدورية أو استخدام العداد خارج ظروف التشغيل المحددة يؤدي إلى خطأ متزايد

المقياس المرجعي للتحقق

مقاييس التدفق المرجعية

(MASTER METERS)

- هي أجهزة قياس مرجعية موثوقة تُستخدم لمقارنة دقة أدوات القياس.
- تعمل هذه المقاييس على حساب تدفق السائل بشكل دقيق وفقًا للمعايير المترولوجية.
- يجب أن يكون دقة قياس Master meter أعلى من أدة القياس المراد التحقق منها

المقياس المرجعي للتحقق

خزانات الاختبار
(PROVER TANKS)

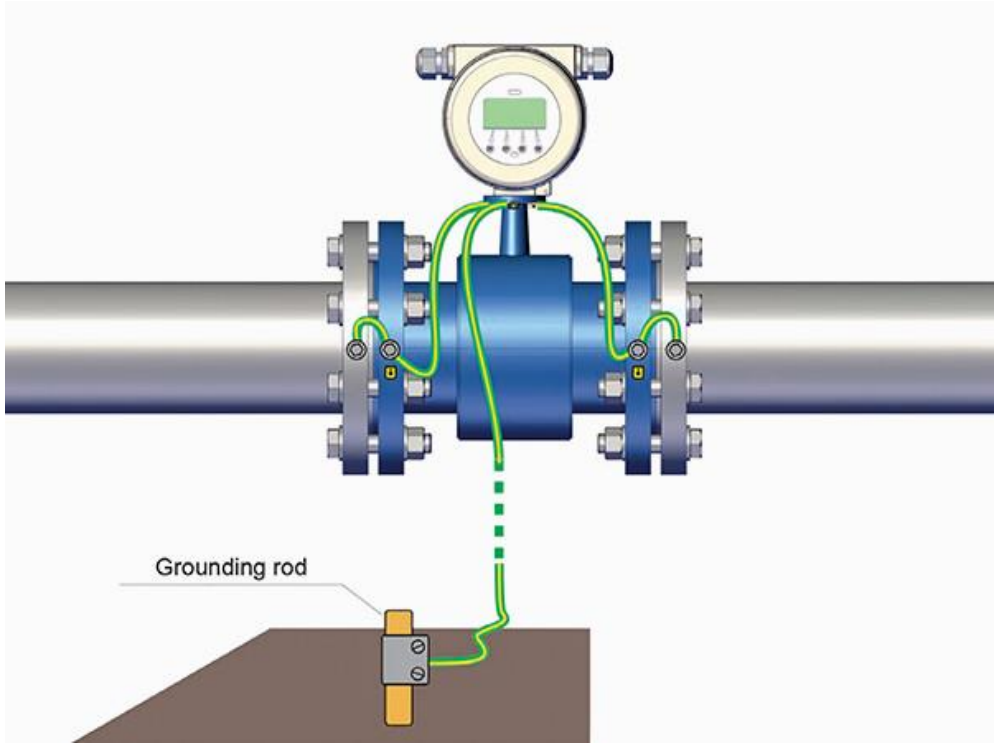
- تُستخدم لاختبار أدوات القياس التي تقيس كميات السوائل الكبيرة.
- تُستخدم بشكل خاص في التطبيقات التي تتطلب تحقق عالي الدقة للتدفقات الكبيرة.

ظـروف الـتـشـغـيل

ظروف التشغيل المقننة ل نظام مقياس التدفق المغناطيسي يتم تحديده بالخصائص التالية :

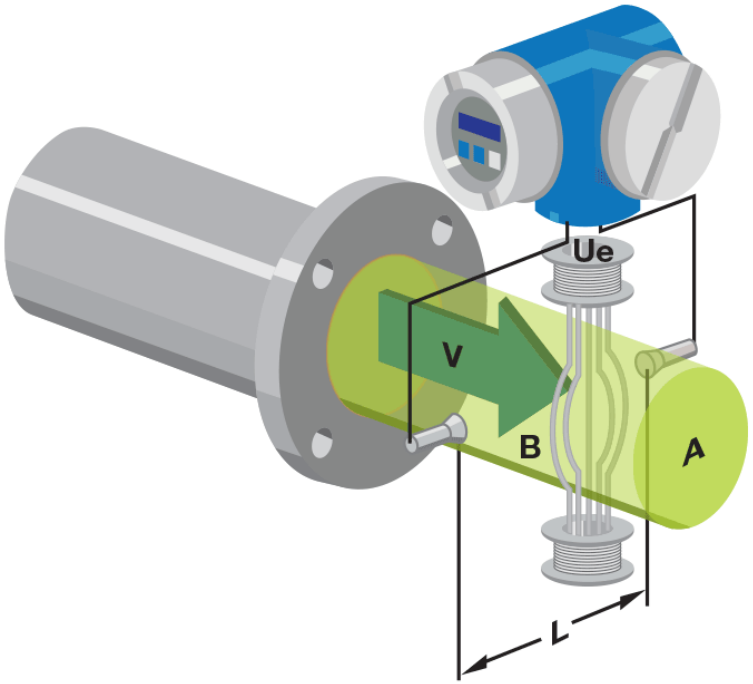
- ممتلئ بالكامل (FULL PIPE)يجب أن يكون الأنبوب مملوءًا بالسائل بالكامل دائمًا. القياس في أنبوب غير مملوء يؤدي إلى أخطاء كارثية ممكن ان يؤدي الى اضر ابات.
- مدى التدفق محدداً بأقل معدل تدفق ، و أقصى معدل تدفق .
- اسم أو نوع السائل أو خصائصه ذات العلاقة، عندما يكون بيان اسم أو نوع السائل غير كاف لتمييز السائل ، على سبيل المثال :
  - مدى اللزوجة ذات العلاقة باللزوجة الدنيا للسائل واللزوجة القصوى للسائل ،
  - مدى الكثافة المحددة بواسطة الكثافة الدنيا للسائل والكثافة القصوى للسائل ،
- مدى الضغط المحدد بواسطة أدنى ضغط للسائل و أقصى ضغط للسائل بناءً على بيانات الصانع
- الضغط: يجب أن يكون ضغط التشغيل أقل من الضغط الأقصى المسموح به للمقياس.
- مدى درجة الحرارة المحدد بواسطة أدنى درجة حرارة للسائل و أقصى درجة حرارة السائل

- يجب أن يكون المقياس مأرض (GROUNDING) بشكل سليم للسلامة الكهربائية وسلامة الاشارة



التحقق

خطوات التحقق المترولوجي لمقياس التدفق الكهرومغناطيسي



1. التحضير والتركيب

- تثبيت مقياس التدفق الكهرومغناطيسي بشكل صحيح في أنبوب العملية أو جهاز التحقق .
- توصيل مقياس التدفق الكهرومغناطيسي بمقياس مرجعي معتمد (مثل مقياس تدفق بالموجات فوق الصوتية) بنفس نظام الأنابيب للمقارنة.
- التأكد من حالة التدفق الصفري للمقياسين لمقارنة قراءات التدفق الصفري وضبط الانحياز الصفري إن لزم الأمر.

2. اختيار نقاط التحقق

- اختيار نقاط التحقق تغطي نطاق التدفق الكامل، بما في ذلك التدفق المنخفض والمتوسط والمرتفع.
- يجب أن تكون هذه النقاط موزعة بالتساوي وتمثل ظروف التشغيل المتوقعة.

3. قياس ومقارنة معدلات التدفق

- عند كل نقطة معايرة، ضبط التدفق (مثلاً عبر صمام التنظيم) وتسجيل قيم التدفق من المقياس الكهرومغناطيسي ومن مقياس المرجع في نفس الوقت.
- مقارنة القراءات للكشف مقدار الخطأ الموجود في المقياس.

التحقق

خطوات التحقق المترولوجي لمقياس التدفق الكهرومغناطيسي

4.التعديل والتصحيح

- في حالة وجود فروق، يتم تعديل عوامل التحقق أو انحياز الصفر لضبط المقياس الكهرومغناطيسي ليتطابق مع مقياس المرجع.
- تكرار القياسات والتعديلات حتى تتطابق القراءات ضمن حدود الخطأ المقبولة.

5.التحقق من الخطية والتكرار

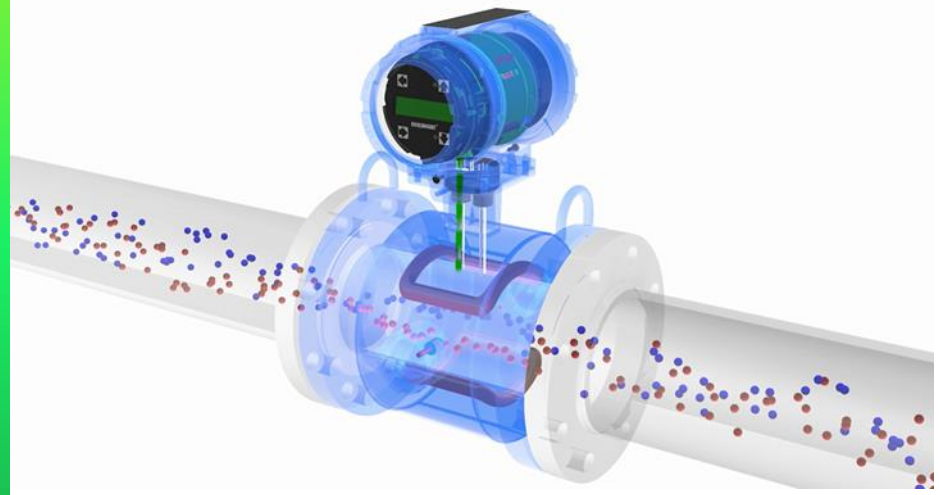
- إجراء قياسات متعددة عبر نطاق التدفق.
- تكرار القياسات عند نفس النقطة للتحقق من فحص التكرارية.
- تسجيل كافة البيانات لضمان ثبات القراءة.

6.التحقق من معايير الأداء

- التحقق من خطأ المقياس وتكراره مقابل حدود الدقة المسموح بها.
- فحص استقرار الإشارة وزمن الاستجابة إذا كان ذلك مطلوبًا.

7.توثيق وإصدار التقارير

- إعداد تقرير التحقق يحتوي على قراءات "كما وجد" و"كما ترك" والتعديلات التي أجريت. (يرجع الى تعليمات الهيئة المسؤولة)
- تأكيد حالة التحقق وضرورة الإصلاح أو الاستبدال إذا لزم الأمر.



دراسة حالة وتطبيقات عملية

- **التطبيق :أنظمة قياس الحليب والسوائل الرغوية الأخرى**

قياس كميات الحليب المُستخرَج أو الموزَّع بدقة لضمان العدالة بين المزارعين و مصانع الالبان.

- **إزالة الهواء:**

1. تتضمن أنظمة القياس جهاز إزالة الهواء عند نقطة النقل لضمان دقة القياس.
2. يمكن وضع جهاز إزالة الهواء في أماكن مختلفة وفقًا لطريقة تغذية النظام (الجاذبية، المضخات، التفريغ).
3. يجب ضمان ثبات مستوى خزان الهواء خلال عملية القياس.

- **المتطلبات التشغيلية:**

1. ضغط النظام يجب أن يبقى أعلى من الضغط الجوي، ويجب أن تكون التوصيلات محكمة لمنع دخول الهواء.
2. يجب ملء النظام بالكامل قبل القياس، وإذا لم يكن ذلك عمليًا، يتم حساب الكمية اللازمة لملئ في القياس الأول.

1.التخلص من الغازات:

1. جهاز إزالة الغاز ضروري لتفريغ الهواء أو الغاز من السوائل قبل دخولها العداد.
2. لا يجب أن يؤثر الهواء والغازات على القياس بأكثر من 1% للحليب والسوائل الرغوية أو 0.5% للسائل العادي.
3. الرغوة قد تؤدي إلى قياسات غير دقيقة.
   والحل هو استخدام فاصل الرغوة لضمان تدفق الحليب النق فقط .

- يجب ضمان إحكام التوصيلات في معدات الاستقبال.
- معدات التسليم تُصمم بحيث يبقى الضغط في أنابيب التوصيل إيجابيًا لضمان التدفق المستمر.

شكرا لحسن استماعكم

م. مهند عزموطي