

Plan

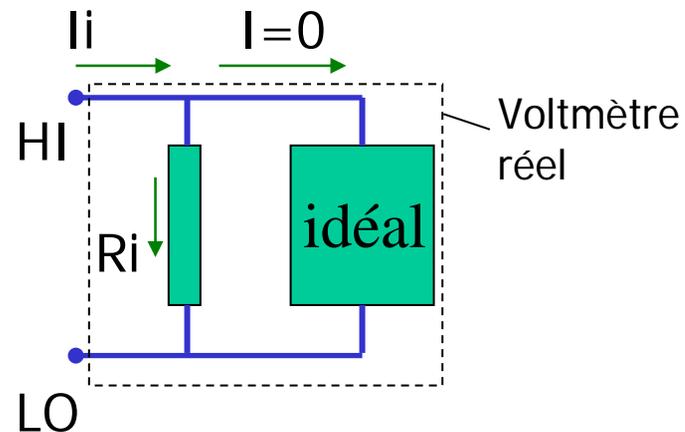
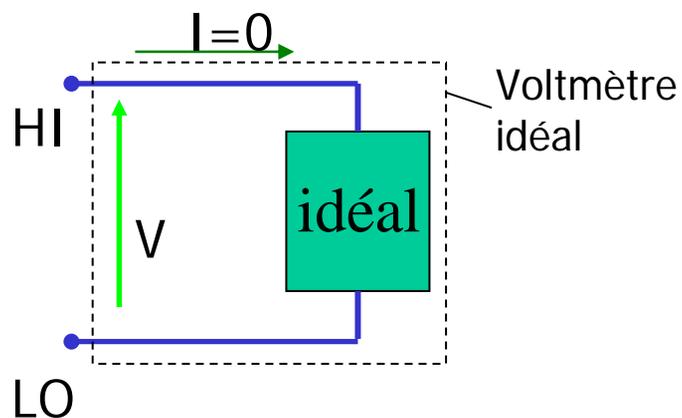
- 1 – caractéristiques communes
- 2 – Les multimètres analogiques
- 3 – Les multimètres numériques
- 4 – l'ohmmètre

LES MULTIMETRES (VOLTMETRE, AMPEREMETRE, OHMMETRE,..)



Caractéristiques communes

Voltmètre idéal et voltmètre réel



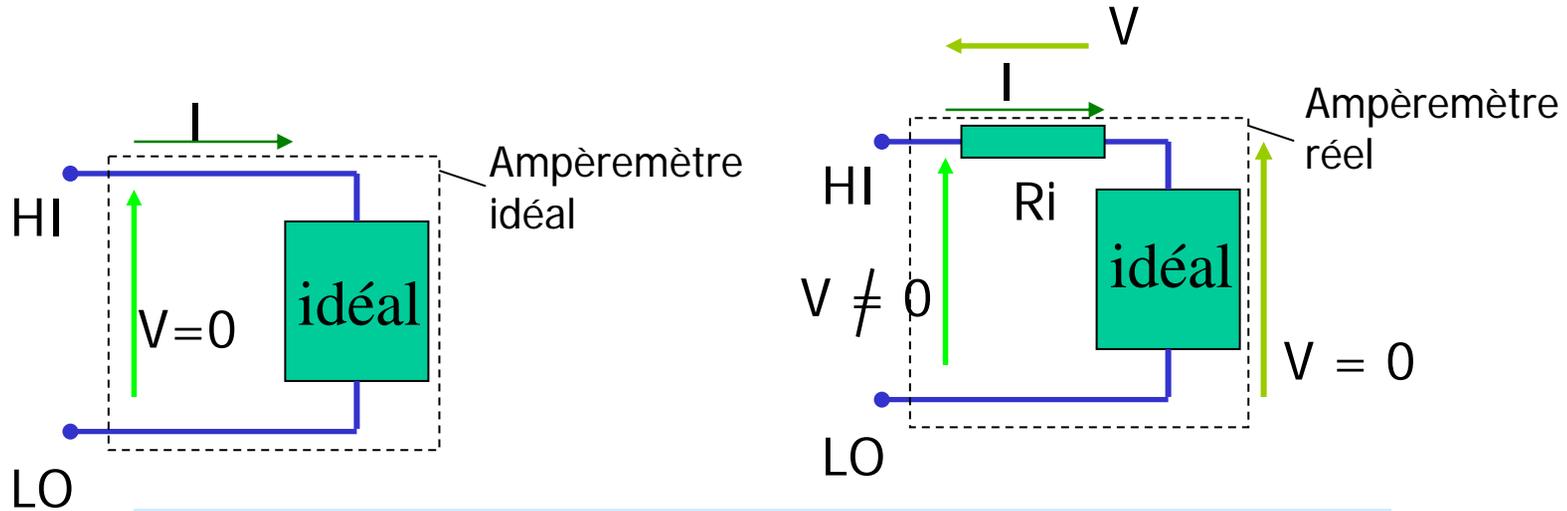
Ordre de grandeur de la résistance d'entrée R_i

$$100 \text{ k}\Omega \leq R_i \leq 10 \text{ G}\Omega$$



LES MULTIMETRES (VOLTMETRE, AMPEREMETRE, OHMMETRE,..)

Ampèremètre idéal et ampèremètre réel



Ordre de grandeur de la résistance d'entrée R_i

La fiche technique indique la chute de tension dans R_i pour un calibre donné:

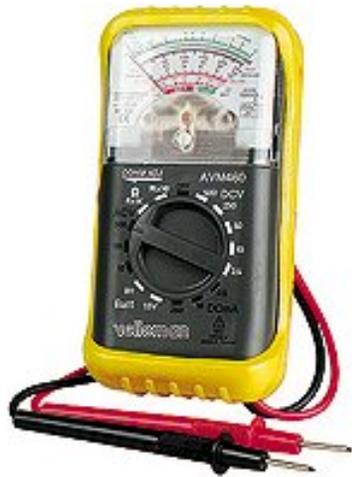
calibre 10 mA, chute de tension $V = 30 \text{ mV}$

$$R_i = 0,03 / 0,01 = 3 \text{ ohms}$$

2 - LES MULTIMETRES ANALOGIQUES

2.1. Introduction

D'habitude ils sont basés sur un afficheur magnétoélectrique

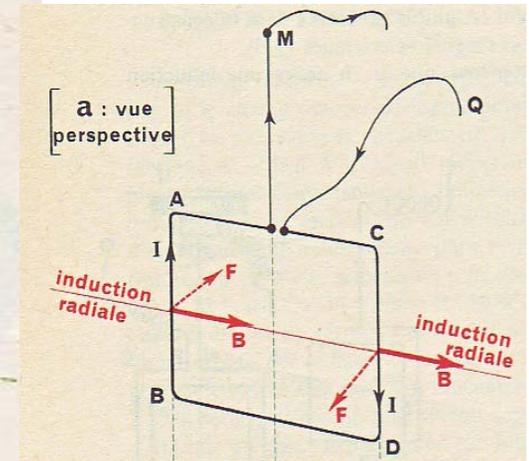
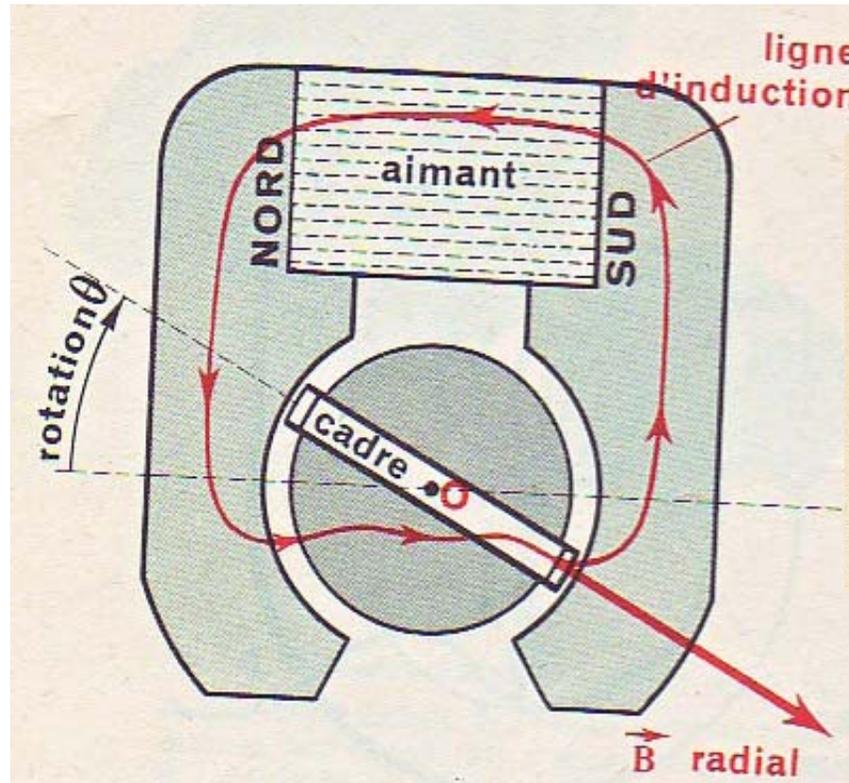


Applications :

Mesures de I, V en DC ou AC
Mesures de résistance
Test de continuité
Test de diodes
Test de transistor
Mesures L, C, fréquence...

LES MULTIMETRES (VOLTMETRE, AMPEREMETRE, OHMMETRE,..)

2.1. Afficheur magnétoélectrique (galvanomètre)



L'aiguille, fixée sur le cadre, se déplace si le courant dans la bobine sur le cadre mobile est suffisamment grand.

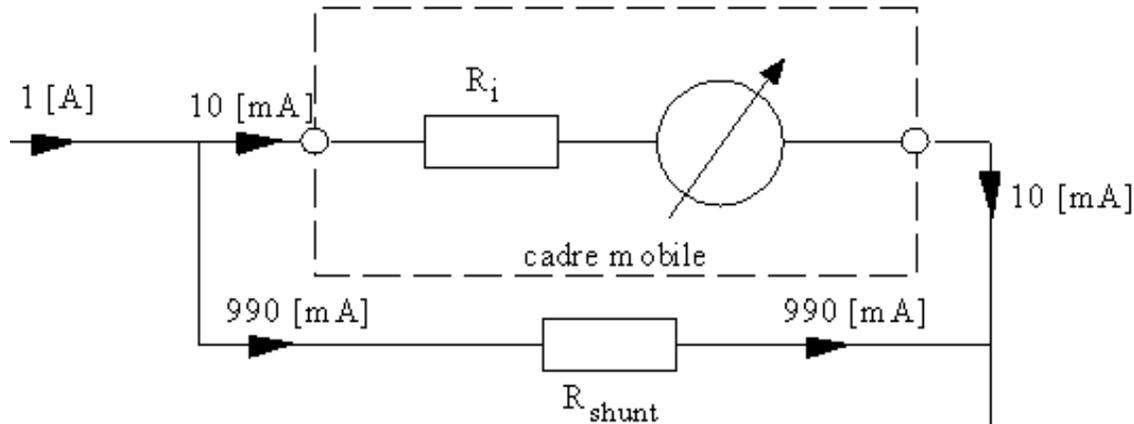
Remarque: Le galvanomètre a d'autres applications, comme par exemple les *scanners* qui dévient la lumière à l'aide d'un petit miroir mobile.

LES MULTIMETRES (VOLTMETRE, AMPEREMETRE, OHMMETRE,..)

Mesures de courant

Une résistance calibré, appelée résistance de 'shunt', est mis en parallèle avec le galvanomètre. Le galvanomètre mesure le courant qui le traverse et, en connaissant le rapport des résistances R_i / R_{shunt} , on conclut sur le courant à l'entrée.

En changeant de calibre on change en fait la résistance de shunt.



2.2. Caractéristiques principales.

a) Résistance d'entrée

Elle est généralement donnée en ohm par volt (ex: 20'000 Ω/V). Elle est donc dépendante du calibre.

ex: si $R_i = 20 \text{ k}\Omega/V$ pour le calibre 10V $\rightarrow R_i = 200 \text{ k}\Omega$
 le calibre 100V $\rightarrow R_i = 2 \text{ M}\Omega$

b) Classe (précision)

Elle indique la « précision » de la mesure en fonction du calibre d'après la relation: ou EMT est l'Ecart Maximal Toléré autour de la mesure X

$$\text{EMT} = \frac{\text{classe} \times \text{calibre}}{100}$$

Ex: pour un appareil de classe 1.5, l'EMT sur le calibre 10V est
 EMT=0.15V

Exemples de caractéristiques constructeur

Chauvin ARNOUX

CA 5001 8cal 100mV-1000VDC 1,5%
5Cal 10V-1000VAC 2,5%
20kohms/V 10%
BP 10Hz-100kHz
5Cal 5uA-15ADC 2,5%
4Cal 5mA-5A 2,5%
10kohms-1Mohms
test sonore

Questions ?

Peut on mesurer un signal sinusoïdal de période = $1\mu\text{S}$?

Peut on mesurer la valeur efficace d'un signal périodique carré?

3 - LES MULTIMETRES NUMERIQUES



3.1. Introduction

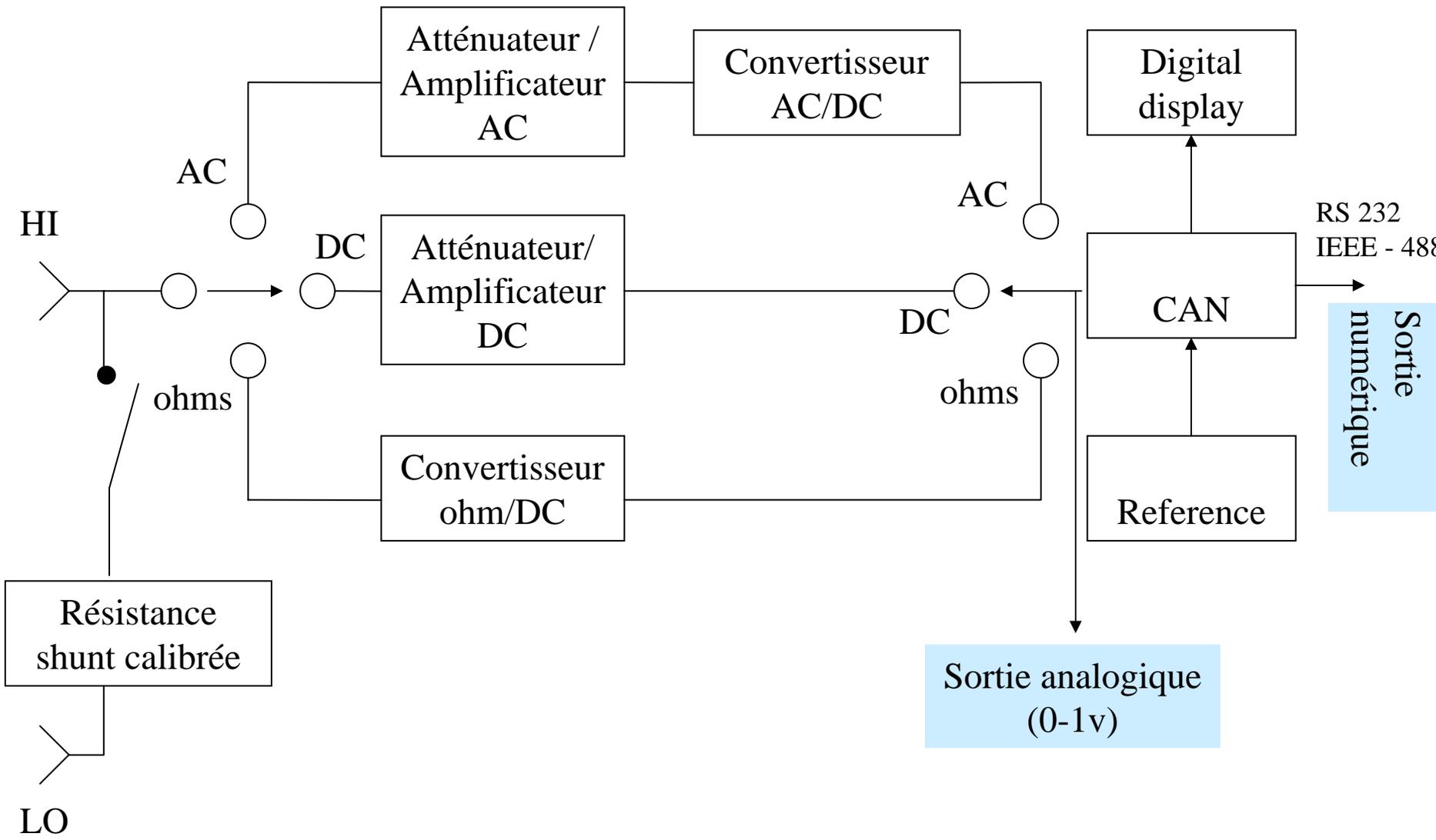
Ils convertissent le signal analogique à mesurer en grandeur numérique et restituent le résultat après traitement.

Les DMMs* assurent typiquement 5 fonctions de base:

- | | |
|-------------------------|----------|
| - tensions continues | DC volts |
| - tensions alternatives | AC volts |
| - courants continus | DC amps |
| - courants alternatifs | AC amps |
| - résistances | ohm |

* DMM = Digital Multi Meter

Schéma fonctionnel



3.2 La conversion analogique-numérique dans les DMMs.

- Approximations successives

Avec un 'successive approximation register', faire de la dichotomie du MSB au LSB, à chaque étape un CNA et un comparateur fixent la valeur du bit.

-Méthode à simple rampe

Générer une rampe de voltage pour comparaison avec l'entrée en utilisant un compteur un CNA et un comparateur.

- Méthode à double rampe

1. Charger un condensateur pendant p.ex. 100ms (50 et 60Hz)
2. Décharger à courant constant, mesurer temps de décharge à l'aide d'un compteur.

-Méthode flash

Un comparateur par VALEUR de sortie: très rapide (GHz), couteux (Donc 255 comparateurs pour un CAN de 8bits)

3.3 . Performances d'un multimètre numérique

3.3.1 Nombre de points (Affichage)

C'est le plus grand nombre qui peut être affiché par l'appareil de mesure, l'unité et la position de la virgule n'étant pas pris en compte.

Exemple: 10000 points → étendue 0000 - 9999

3.3.2 Nombre de chiffres ou digits (Affichage)

C'est le nombre maximal de chiffres affichables.

Exemples:

3 digits $\frac{1}{2}$ → étendue 0 000 – 1 999 → (2 000 points)

6 digits $\frac{1}{2}$ → étendue 0 000 000 – 1 999 999 → (2 000 000 points)

3.3.3 Résolution

C'est la plus petite variation de la grandeur à mesurer qui puisse être détectée par l'instrument. Elle s'exprime soit en nombre de digits, soit en %.

Exemple: cas d'un appareil 3 digits ½, si la plus petite variation représente 1 digit alors la résolution est $1/1999=0.05\%$

3.3.4 Sensibilité

C'est la plus petite variation de la grandeur à mesurer qui est détectable mais exprimée en valeur absolue (c'est-à-dire avec l'unité de la grandeur à mesurer)

Exemple : appareil 4 digits ½ de plus faible calibre 200mV, sa sensibilité sera de $10\mu V$

Résolution de 1 digit \implies 19999

200mV \implies

$$1 \rightarrow \frac{200 \cdot 10^{-3}}{19999} \approx 10^{-5} V = 10\mu V$$

Exemples de caractéristiques constructeur

Agilent 34401A Multimeter



Measure up to 1000 volts with 6 1/2 digits resolution

3Hz to 300kHz ac bandwidth

Accuracy Specifications: \pm (% of reading + % of range)[1]

Exemple: on trouve dans le tableau à la ligne

Mesure DC / calibre **10.00000 V**

0.0020 + 0.0005

On mesure une tension de 8,12345 volt, quelle est l'incertitude?

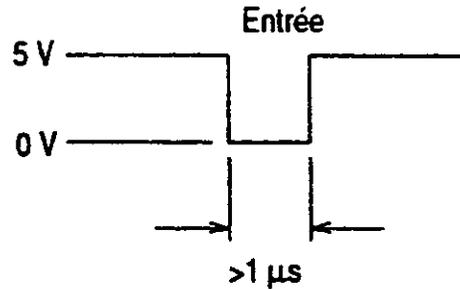
$$\text{EMT} = 0,0020 \times 8,12345 / 100 + 0,0005 \times 10 / 100$$

$$\text{EMT} = 0,00021 \text{ volt}$$

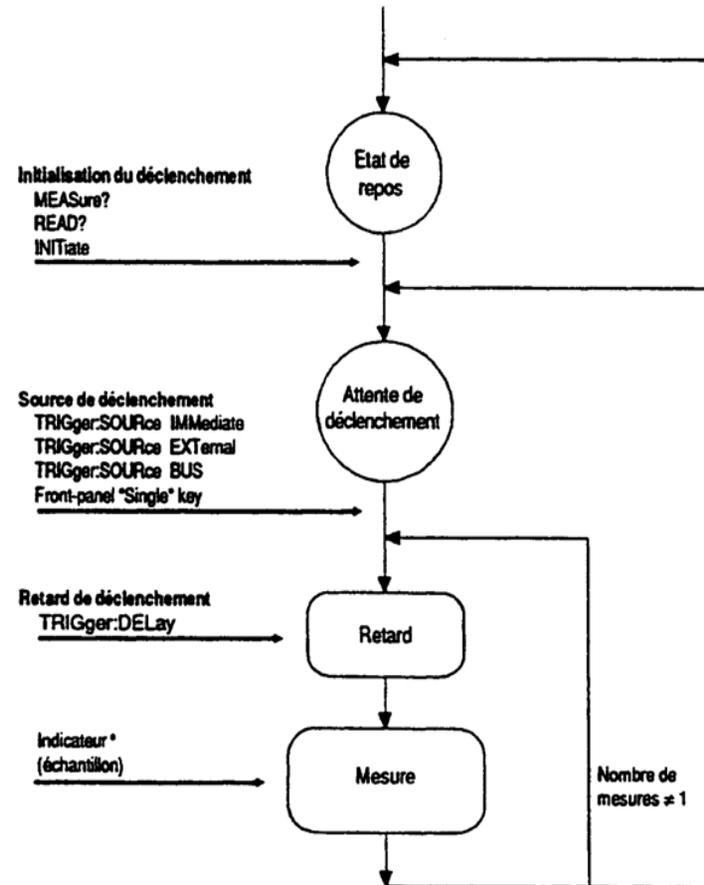
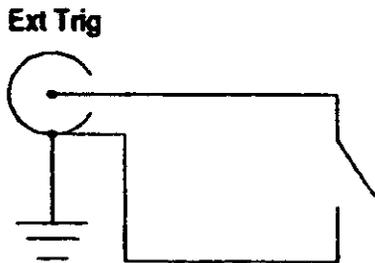
Spécifications d'un pulse de déclenchement

Borne de déclenchement externe

Vous pouvez déclencher le multimètre en appliquant une impulsion négative (vraie) sur la borne *Ext Trig* (external trigger : déclenchement externe) du panneau arrière. Pour utiliser cette borne depuis l'interface distante, vous devez sélectionner la source de déclenchement externe (**TRIGger : SOURce EXTErnal**).



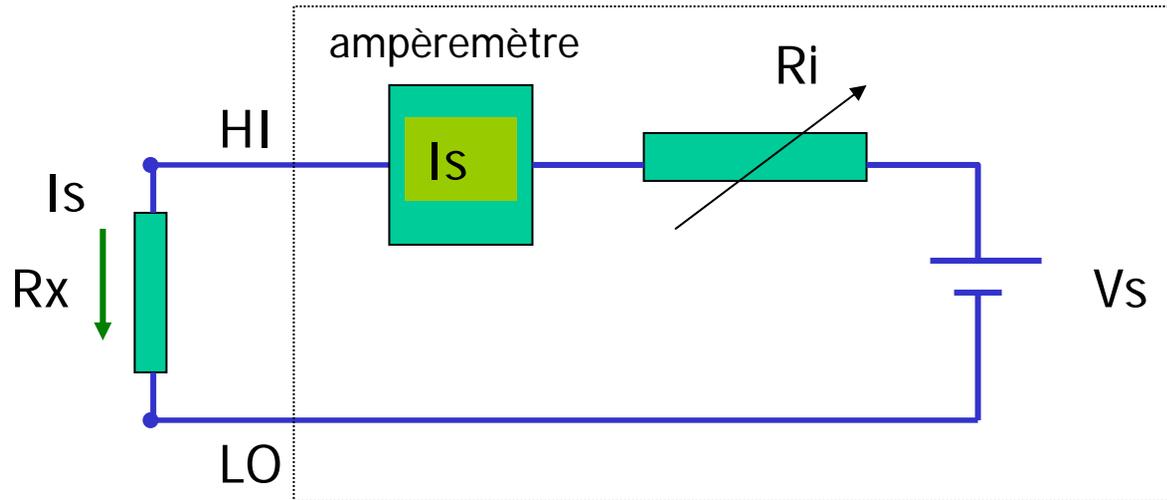
Pour générer un déclenchement externe sur l'entrée *Ext Trig*, vous pouvez utiliser un simple commutateur, comme montré ci-dessous.



4 - L'OHMMETRE

Principe

Source V mesure I



$$I_s = \frac{V_s}{R_i + R_x}$$



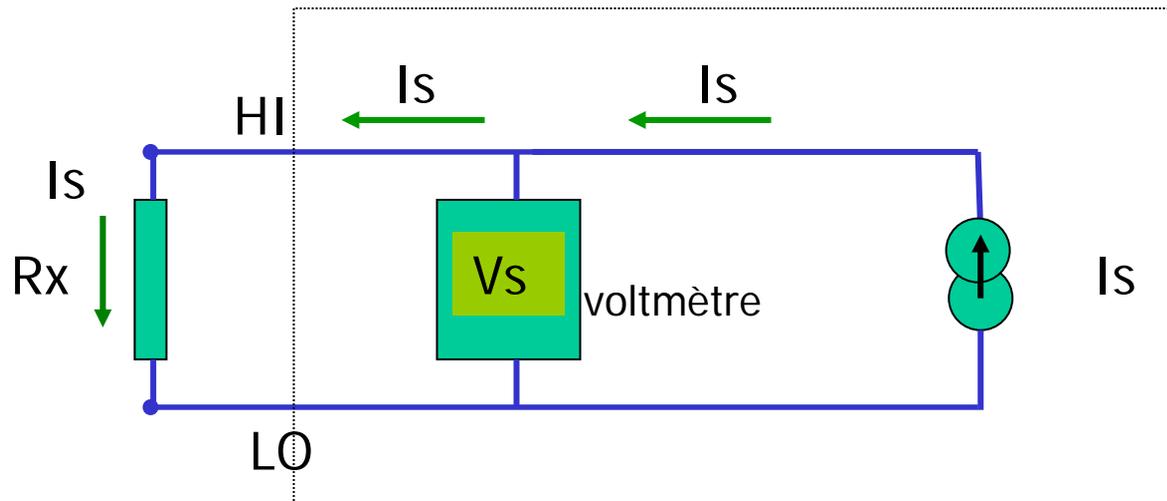
$$R_x = \frac{V_s - R_i I_s}{I_s}$$

Relation non
linéaire

4 - L'OHMMETRE

Source I mesure V

Montage 2 fils



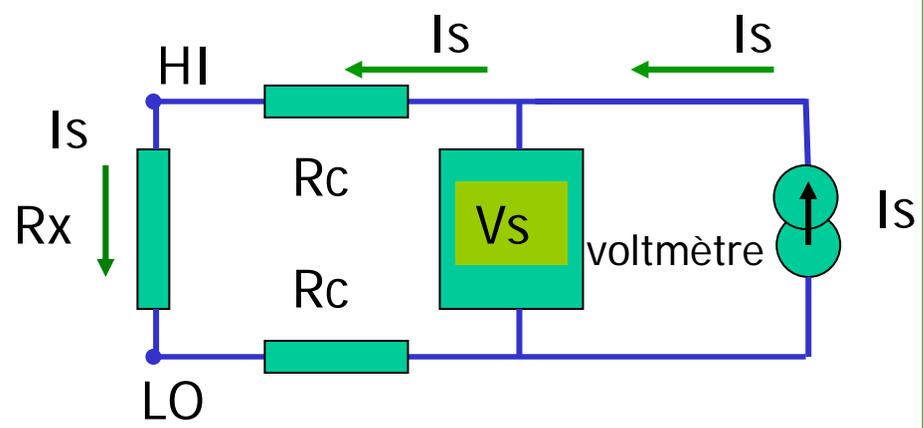
$$V_s = R_x \cdot I_s$$



$$R_x = \frac{V_s}{I_s}$$

Mesure de résistance de faible valeur

Montage 2 fils

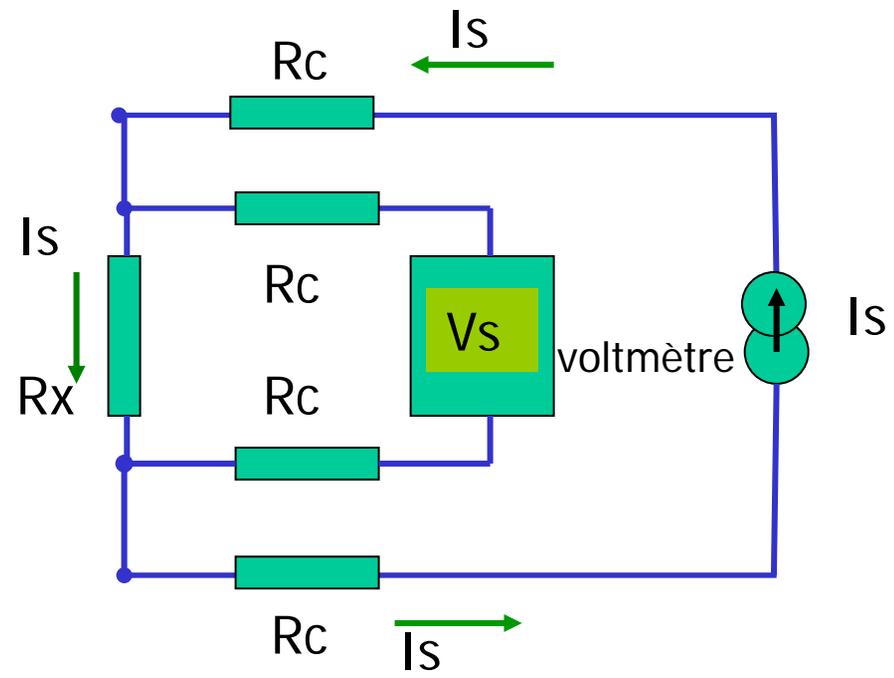


$$V_s = (R_x + 2 \cdot R_c) \cdot I_s$$



$$R_x = \frac{V_s - 2R_c \cdot I_s}{I_s}$$

Montage 4 fils



$$V_s = R_x \cdot I_s$$

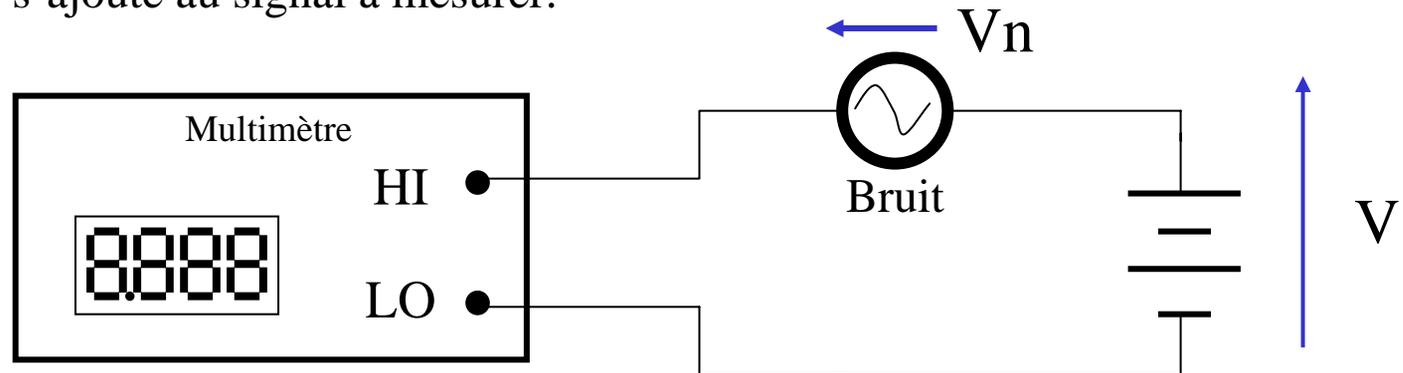


$$R_x = \frac{V_s}{I_s}$$

4. Le bruit dans les mesures à faibles niveaux

4.1 NMRR (Normal Mode Rejection Ratio)

Il détermine l'aptitude de l'appareil à rejeter ou atténuer le bruit prenant naissance entre les entrées LO et HI. Ce bruit est un signal parasite qui s'ajoute au signal à mesurer.

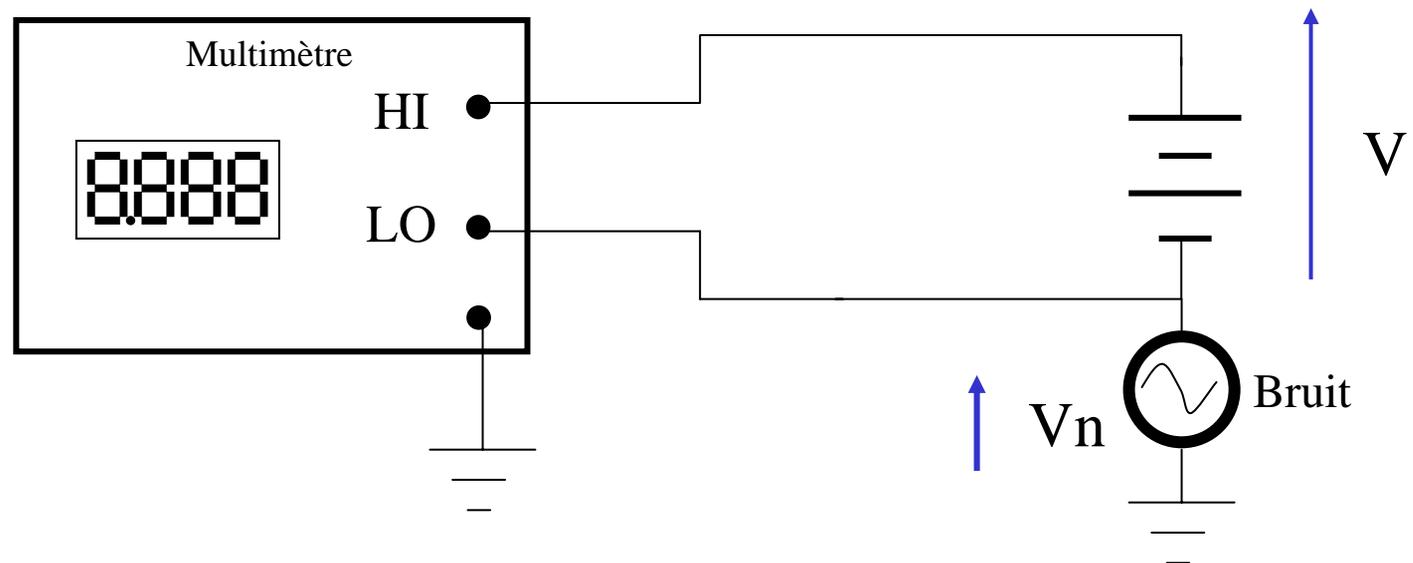


$$\text{NMRR} = 20 \log \left[\frac{\text{peak normal mode noise}}{\text{peak measurement deviation}} \right]$$

NB: Le NMRR est donné pour une fréquence spécifique ou une gamme de fréquence (typiquement 50-60Hz) et est généralement exprimé en dB.

4.2 CMRR (Common Mode Rejection Ratio)

Il détermine l'aptitude de l'appareil à rejeter ou atténuer le bruit prenant naissance entre les entrées LO et HI et le châssis (masse). Ce bruit est un signal parasite qui s'ajoute au signal à mesurer.
(Le CMRR est directement lié aux mesures différentielles)



NB: Le CMRR est donné pour une fréquence spécifique ou une gamme de fréquence (typiquement 50-60Hz)