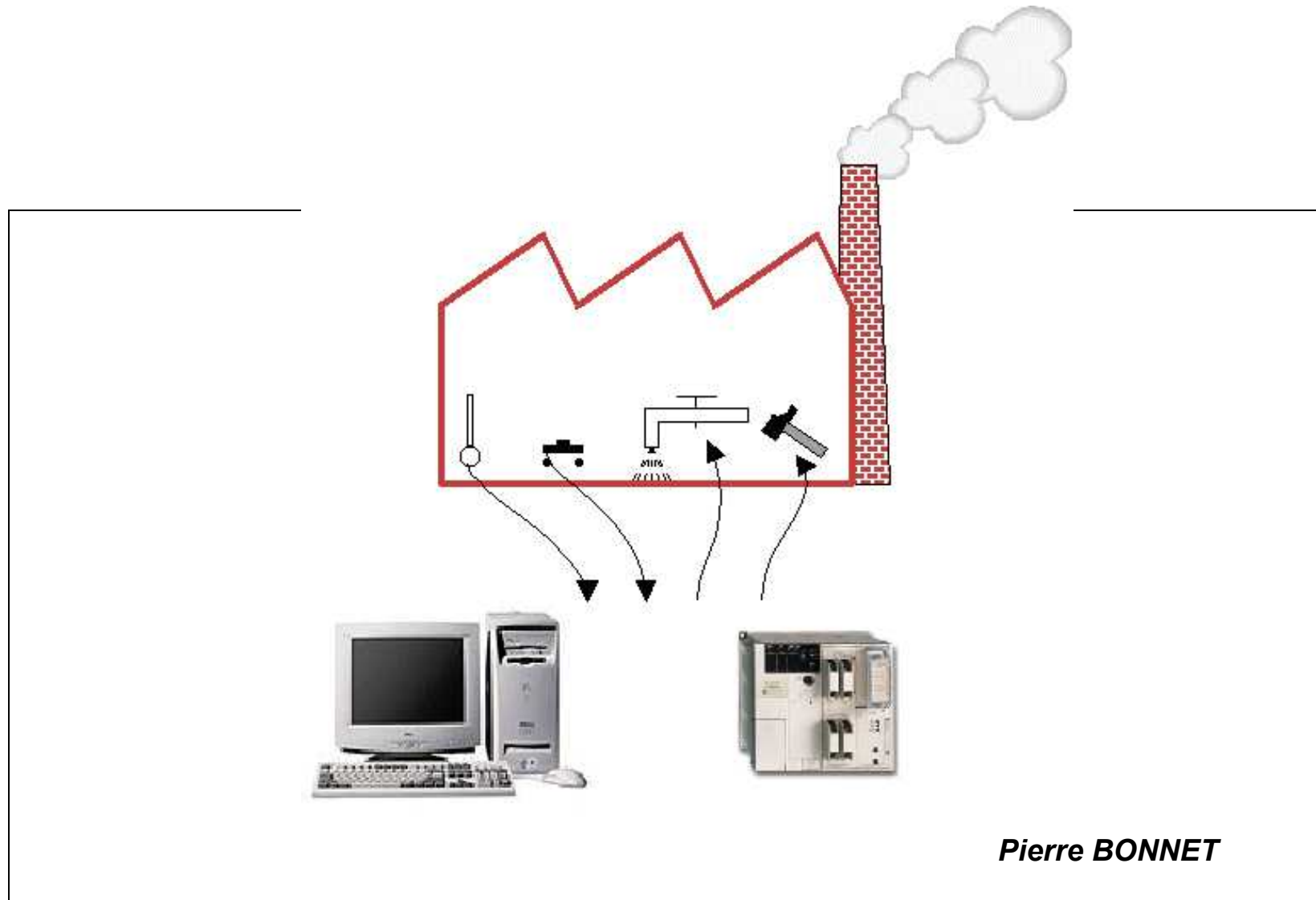


CAPTEURS - CHAINES DE MESURES



Plan du Cours

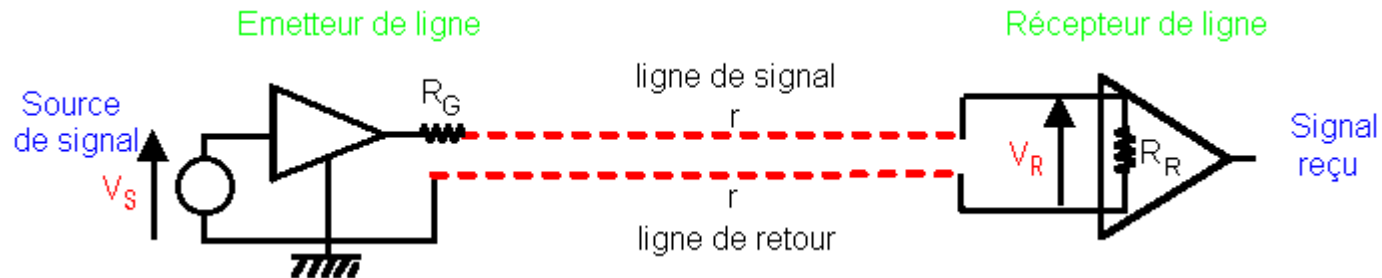
Propriétés générales des capteurs

- Notion de mesure
- Notion de capteur: principes, classes, caractéristiques générales
- Caractéristiques en régime statique
- Caractéristiques en régime dynamique
- Conditionnement et électronique de mesure
- Conversion numérique
- Transport, perturbations, protection, Isolation des signaux

Transport des signaux

LIGNE DE TRANSMISSION

Pertes Ohmiques



$$\Rightarrow V_R = V_G \frac{R_R}{R_G + 2r + R_R}$$

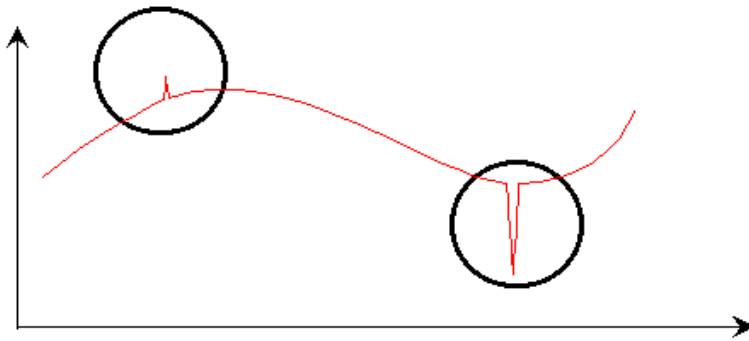
⇒ La perte ohmique provoque un affaiblissement du signal reçu

- ⇒ La perte ohmique est d'autant plus faible que
- la résistance de la ligne est faible
 - l'impédance du récepteur est forte

Transport des signaux

Perturbation du Signal

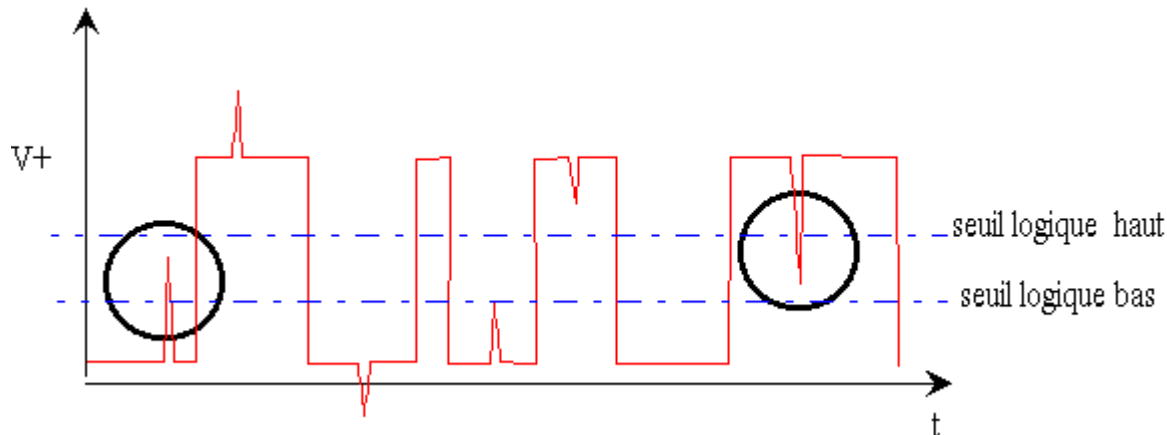
Signal analogique



⇒ toute perturbation provoque une erreur sur le signal analogique

⇒ la perturbation est admissible si elle est inférieure à la précision admissible (évaluée par rapport au pas de quantification)

Signal logique

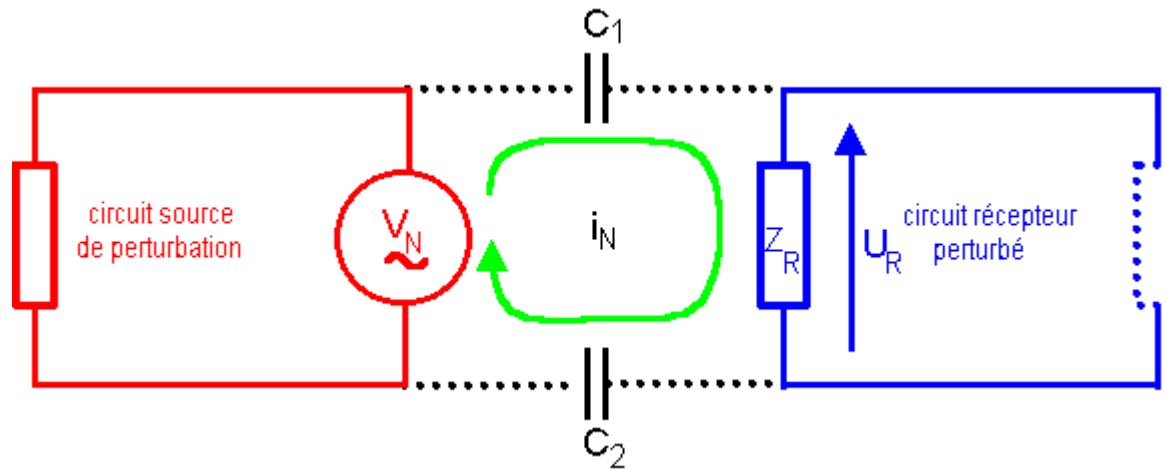


⇒ la perturbation n'a d'influence que pour une amplitude dépassant les seuils de basculement de la logique

Transport des signaux

Perturbation du Signal

Perturbation par couplage capacitif



⇒ la source perturbatrice a pour fréquence ω

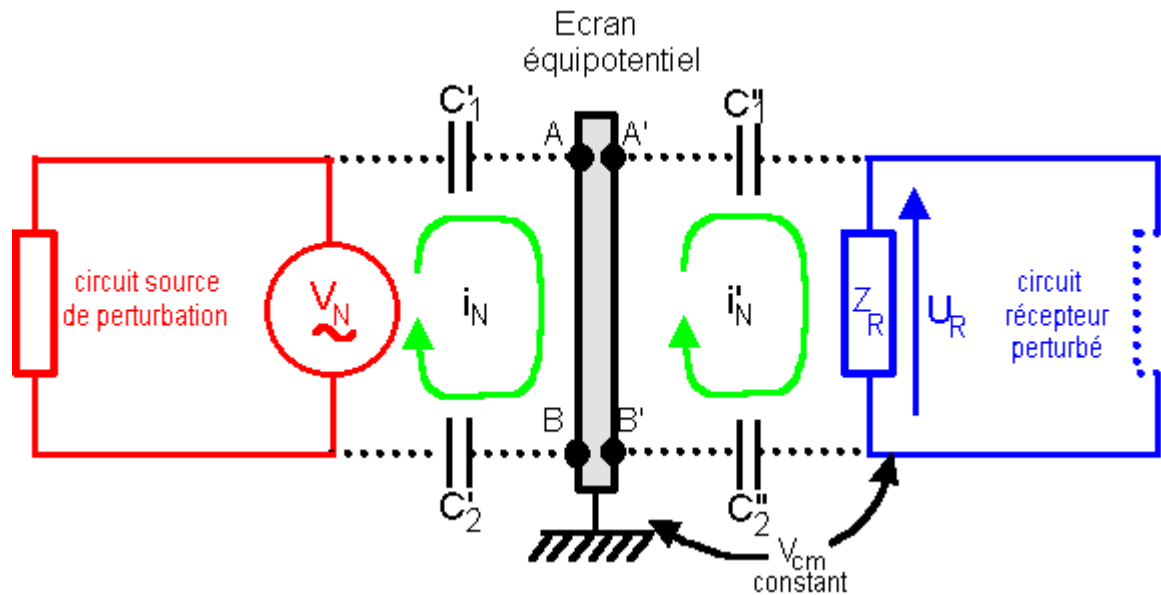
$$i_N = \frac{V_N}{Z_R + Z_C} \text{ avec } Z_C = \frac{1}{j C \omega} \text{ et } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

⇒ éloigner la source perturbatrice

Transport des signaux

Perturbation du Signal

Blindage capacitif

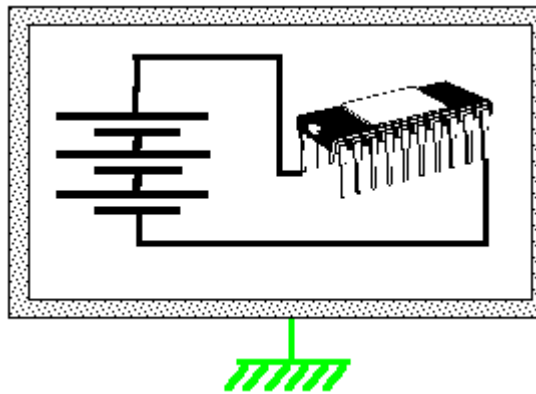


- ⇒ Le blindage est réalisé en matériau conducteur
- ⇒ Le blindage n'est efficace que s'il est relié à un potentiel constant par rapport au circuit à protéger

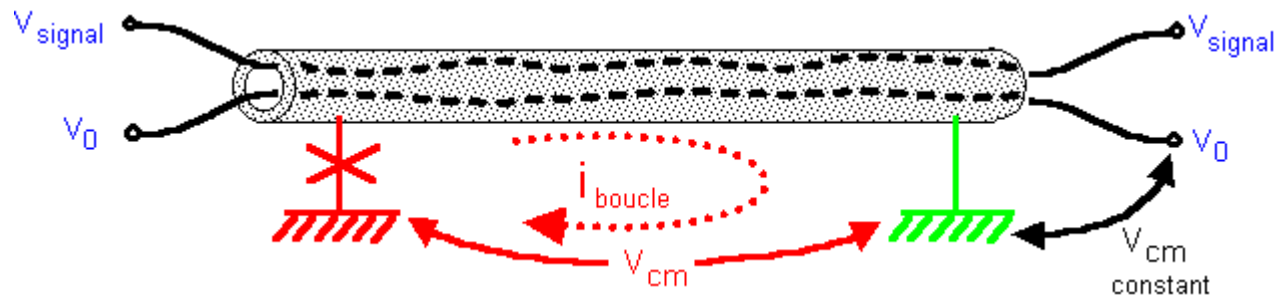
Transport des signaux

Perturbation du Signal

Blindage capacitif d'un élément isolé



Blindage capacitif d'une liaison

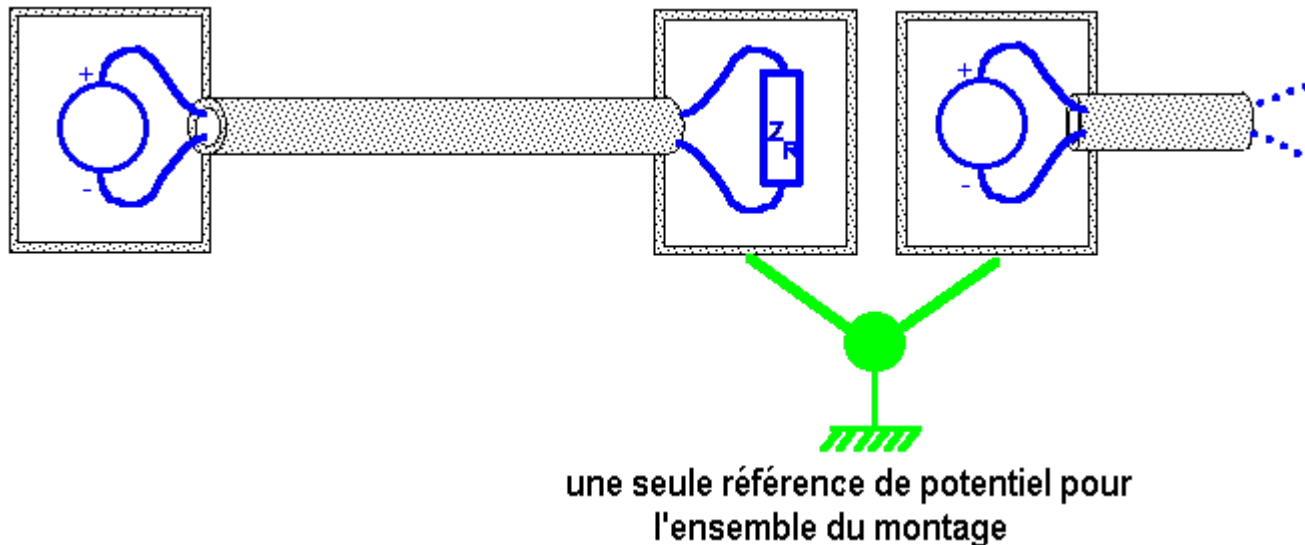


⇒ un seul point de référence pour le montage

Transport des signaux

Perturbation du Signal

Blindage capacitif d'un ensemble

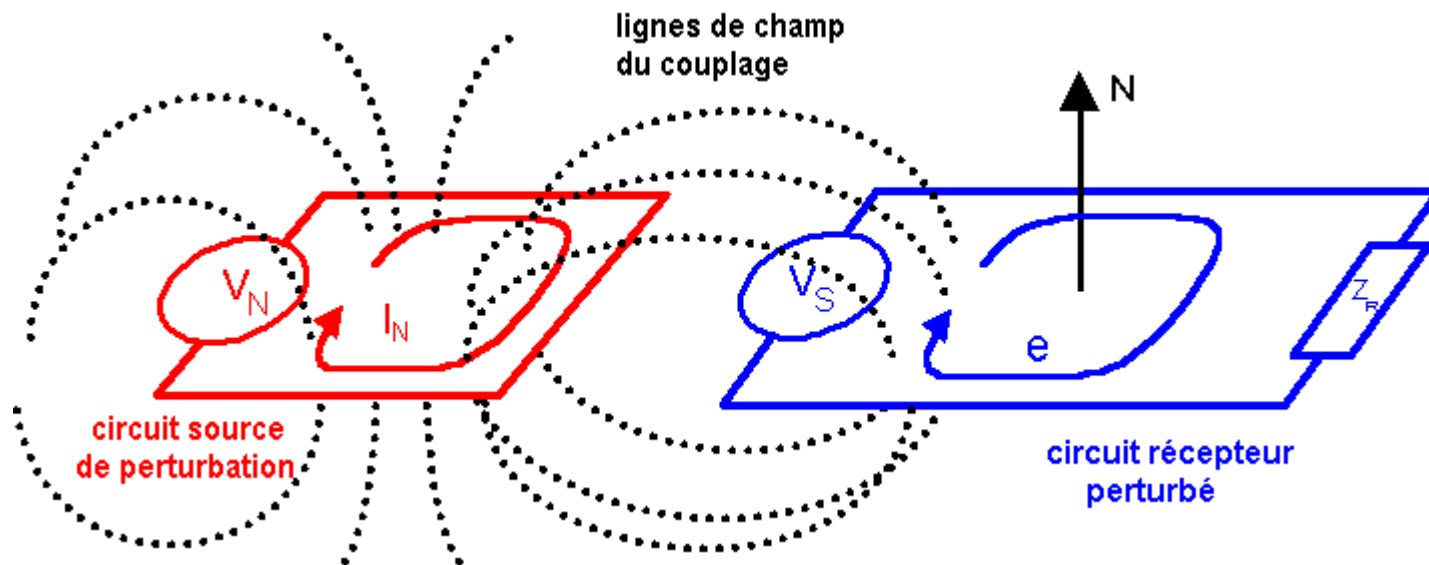


⇒ le point de référence unique de référence de l'ensemble des blindages est appelé **nœud de masse**

Transport des signaux

Perturbation du Signal

Perturbation par couplage magnétique



⇒ la source perturbatrice est une source alternative

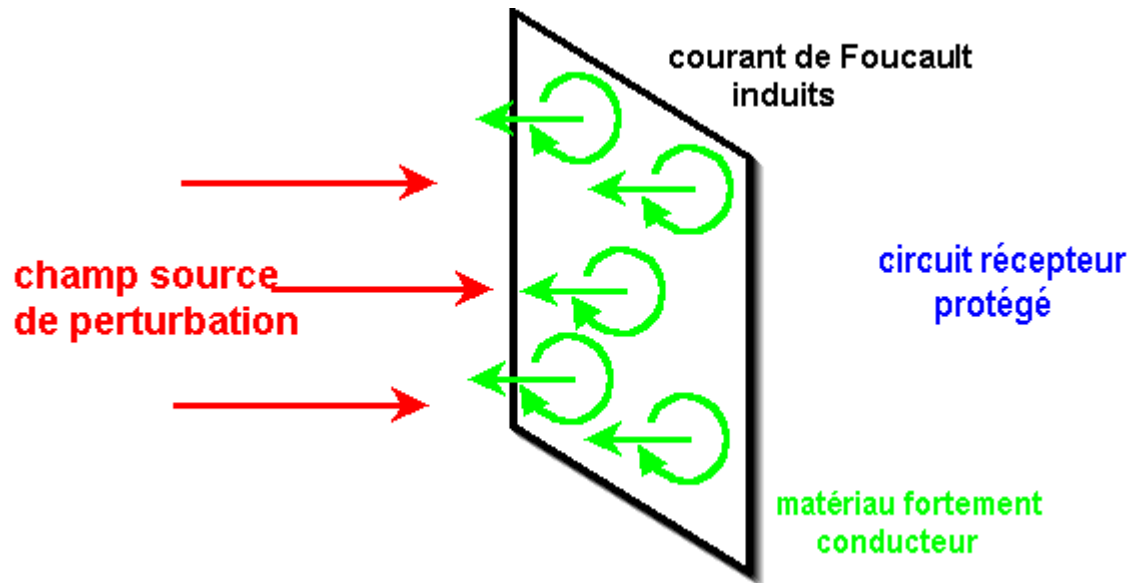
⇒ le circuit récepteur est le siège d'une f.e.m. Induite :

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \quad \text{avec} \quad \Phi = \vec{B} \cdot \vec{S}$$

Transport des signaux

Perturbation du Signal

Blindage magnétique

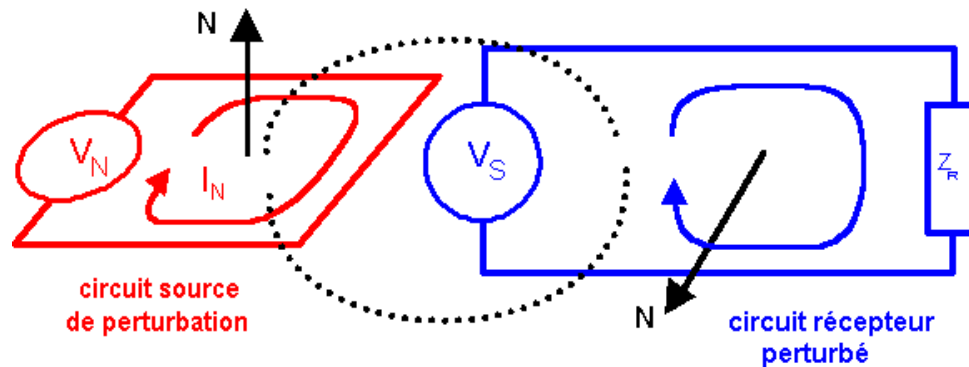


- ⇒ le blindage magnétique est réalisé par un matériau conducteur
- ⇒ une forte perméabilité magnétique permet de conduire les lignes de champ et d'éviter les fuites magnétiques

Transport des signaux

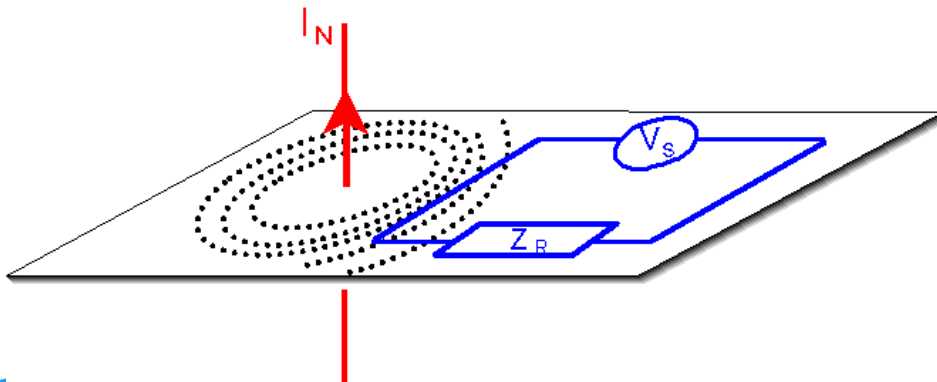
Perturbation du Signal

Orientation des circuits



⇒ les circuits magnétiques à surface non-nulle doivent être disposés perpendiculairement aux circuits perturbateurs

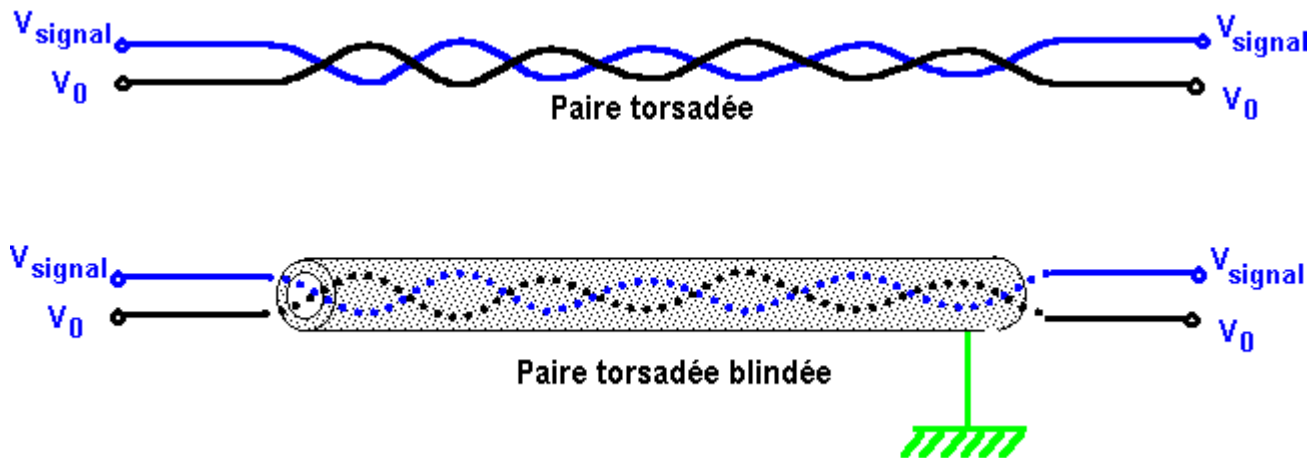
Orientation des conducteurs



Transport des signaux

Perturbation du Signal

Circuits à surface moyenne nulle

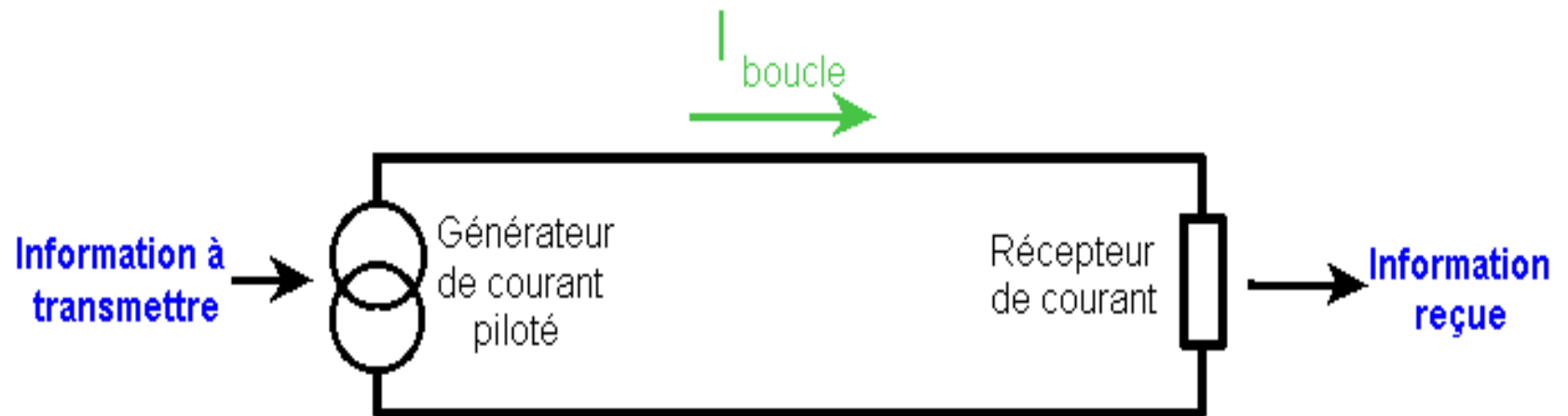


- ⇒ les mêmes règles sont à appliquer aux circuits perturbateurs:
- câblage par paires (triplets ou quadruplets pour les réseaux à courants triphasés)
 - torsade des paires

Transport des signaux

Boucle de courant

Principe



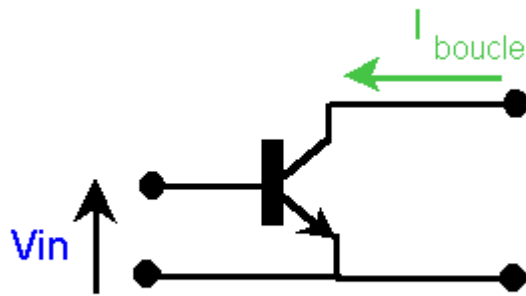
- ⇒ La tension aux bornes du générateur et du récepteur est définie par les propriétés de ces fonctions
- ⇒ La tension de boucle n'a aucune influence sur la valeur de l'information transmise

Transport des signaux

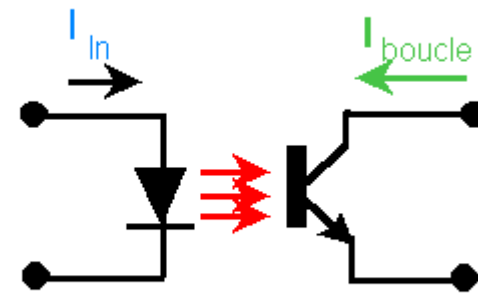
Boucle de courant

Exemples d'émetteur et de récepteur de boucle

Emetteurs de boucle

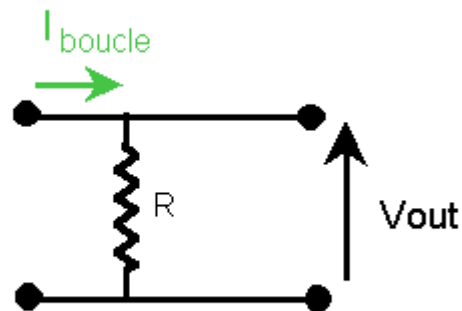


Emetteur analogique non-isolé

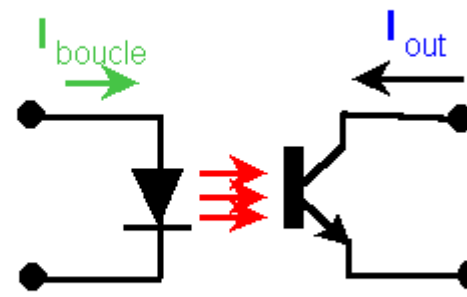


Emetteur analogique isolé galvaniquement

Recepteurs de boucle



Recepteur de courant
à tension de boucle variable



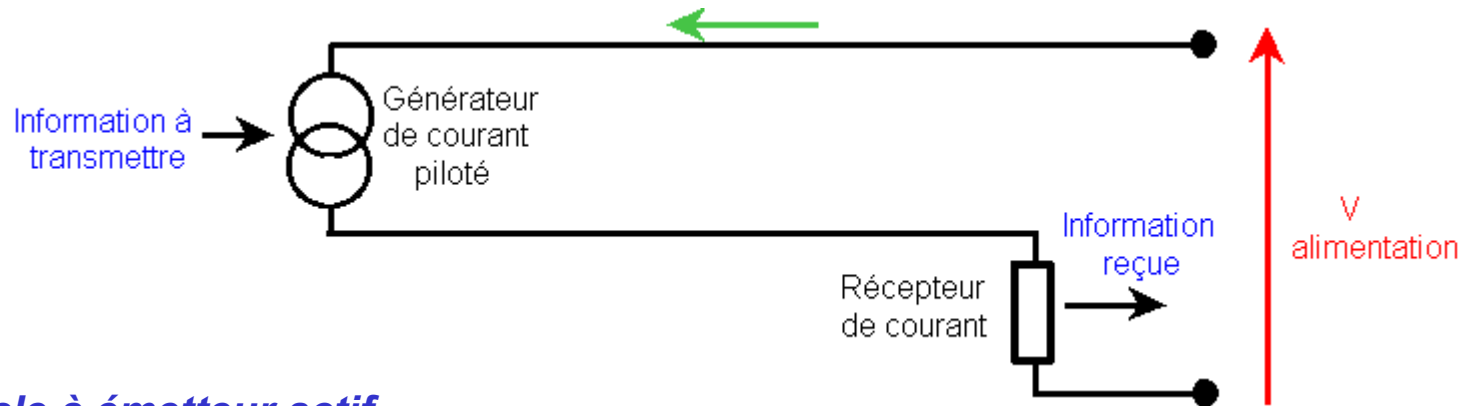
Récepteur opto-isolé
à tension constante

Transport des signaux

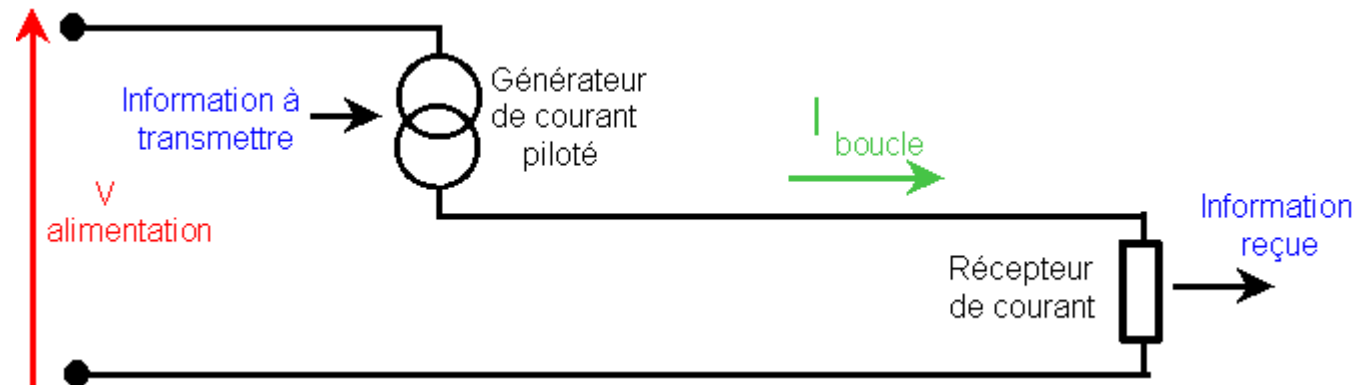
Boucle de courant

Boucles avec alimentation

Boucle à émetteur passif



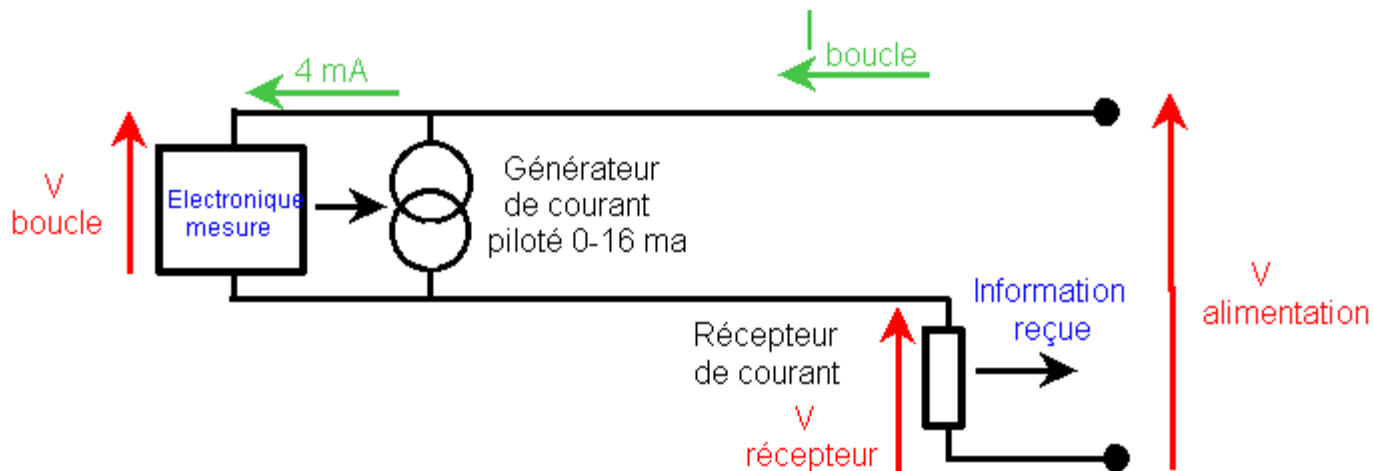
Boucle à émetteur actif



Transport des signaux

Boucle de courant

Boucle auto-alimentée 4-20mA



- ⇒ Courant d'auto-alimentation disponible d'au moins de 4mA, ce qui permet d'alimenter le conditionneur de signal du capteur
- ⇒ Le capteur est isolé de sa masse locale
- ⇒ Même principe pour les actionneurs auto-alimentés (servo-valve, petit actionneur électrique...)
- ⇒ Sécurité de transmission (rupture, court-circuit)

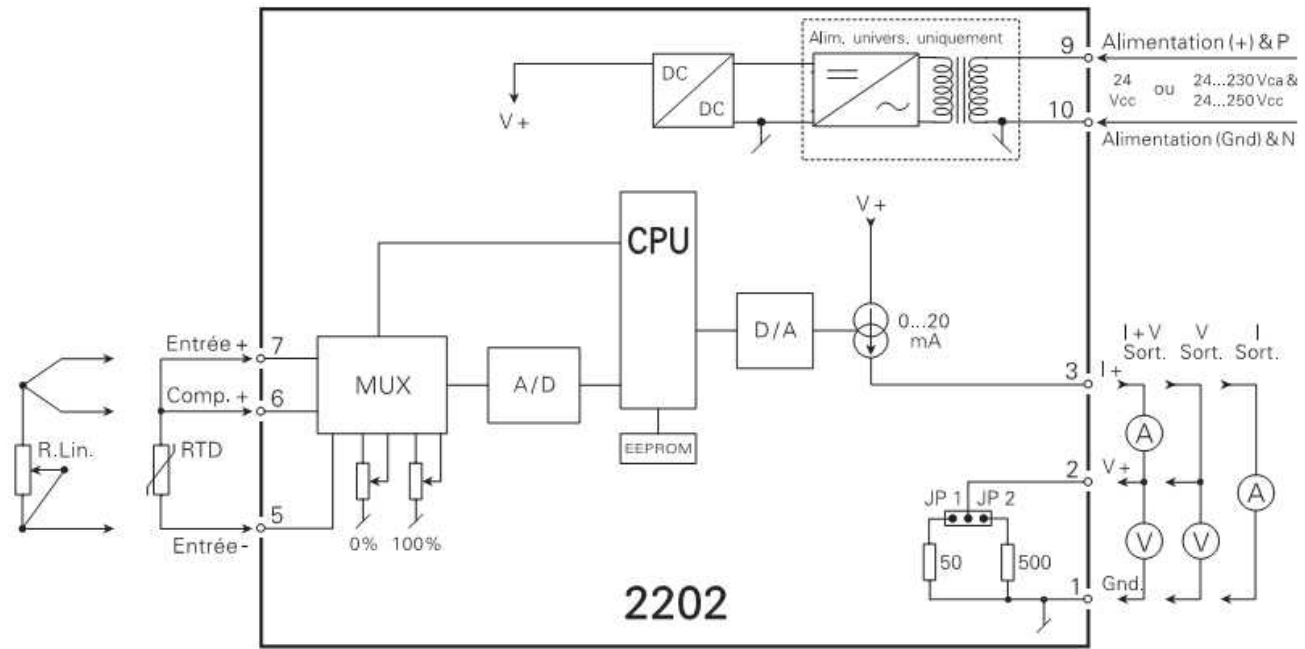
Transport des signaux

Boucle de courant

Convertisseur PT100-Boucle de courant numérisé



Schéma de principe :



- Entrée Pt100, Pt1000, Ni100 ou Ohm
- Compensation de la résistance de ligne
- Sortie analogique linéarisée
- Alimentation 24 Vcc ou universelle



Transport des signaux

Boucle de courant

Convertisseur PT100-Boucle de courant numérisé (suite)

- Spécifications électriques :
- Tension d'alimentation 10...35 Vcc
- Temps de chauffe < 5 min.
- Rapport signal / bruit Min. 60 dB
- Dynamique du signal d'entrée 17 bit
- Dynamique du signal de sortie 16 bit
- Temps de réponse (0...90%,100...10%) < 165 ms
- Coefficient de température échelle > 100°C $\pm 0,01\%$ de l'EC/°Camb.
- Erreur de linéarité < 0,1% de l'EC
- Résistance de ligne par fil max. 10 Ω
- Courant de capteur > 0,2 mA < 0,4 mA
- Précision de base < $\pm 0,3^\circ\text{C}$
- Indication de rupture de capteur Haut d'échelle / bas d'échelle
- Charge (max.) (Valim. - 10) / 0,02 [Ω]
- Stabilité de charge < 0,01% de l'EC / 100 Ω
- Limite de courant < 28 mA

Transport des signaux

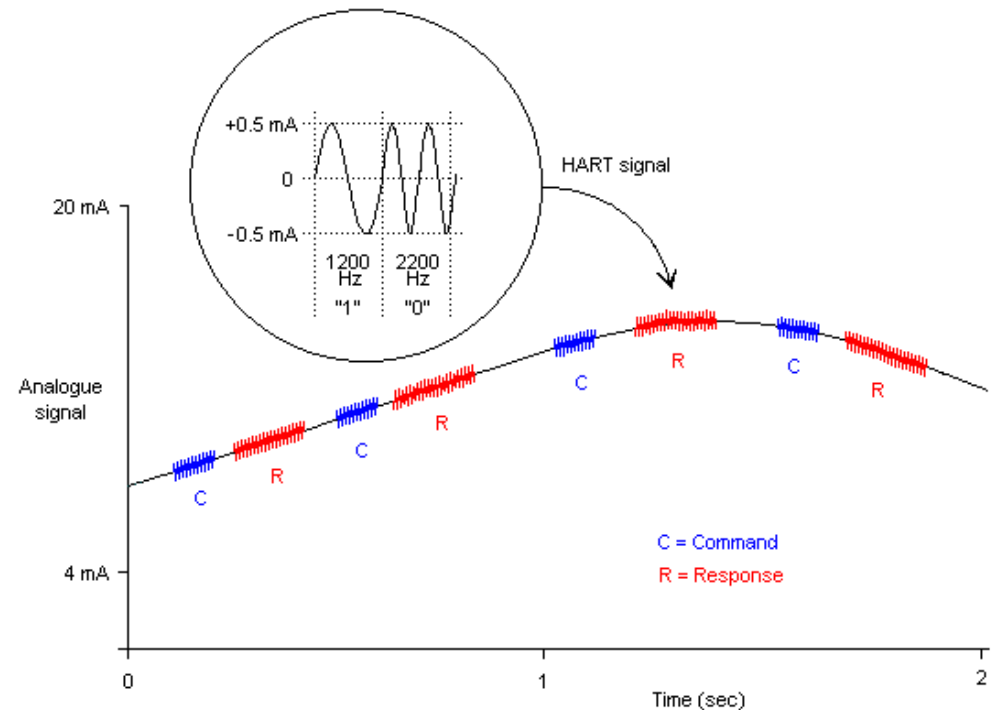
Boucle de courant

Boucle auto-alimentée 4-20mA numérisée



www.hartcomm.org

www.romilly.co.uk

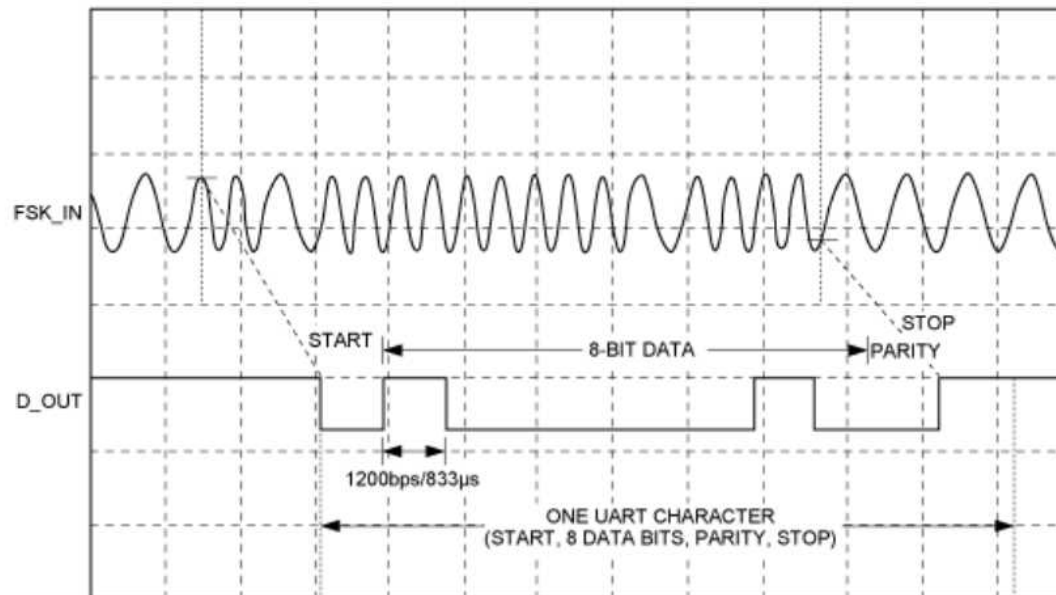


- **H**ighway **A**dressable **R**emote **T**ransducer
- Superposition d'un signal numérique à valeur moyenne nulle (modulation FSK à 1200 bauds) sur le signal de boucle de courant
- Compatibilité avec la boucle de courant analogique 4-20mA (séparation fréquentielle du signal de mesure)
- Possibilité de mesure en mode numérique
- Paramétrage à distance du capteur

Transport des signaux

Boucle de courant

Boucle auto-alimentée 4-20mA numérisée



La modulation FSK permet le transport des informations numériques sous forme d'octets en format série classique (1 start, 8 bits data, Parité, stop)

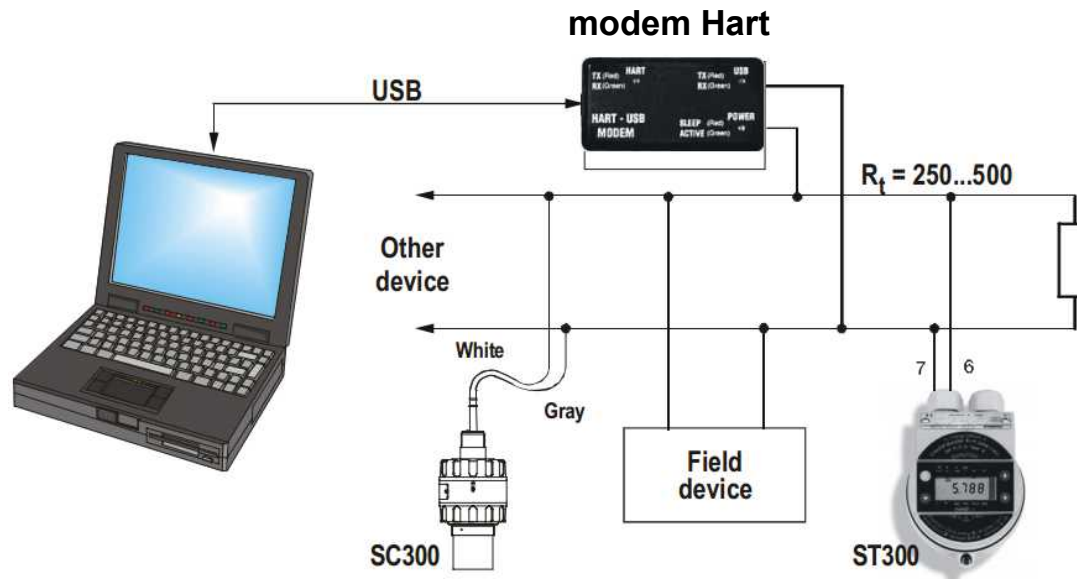
www.hartcomm.org

www.romilly.co.uk

Transport des signaux

Boucle de courant

Boucle auto-alimentée 4-20mA numérisée



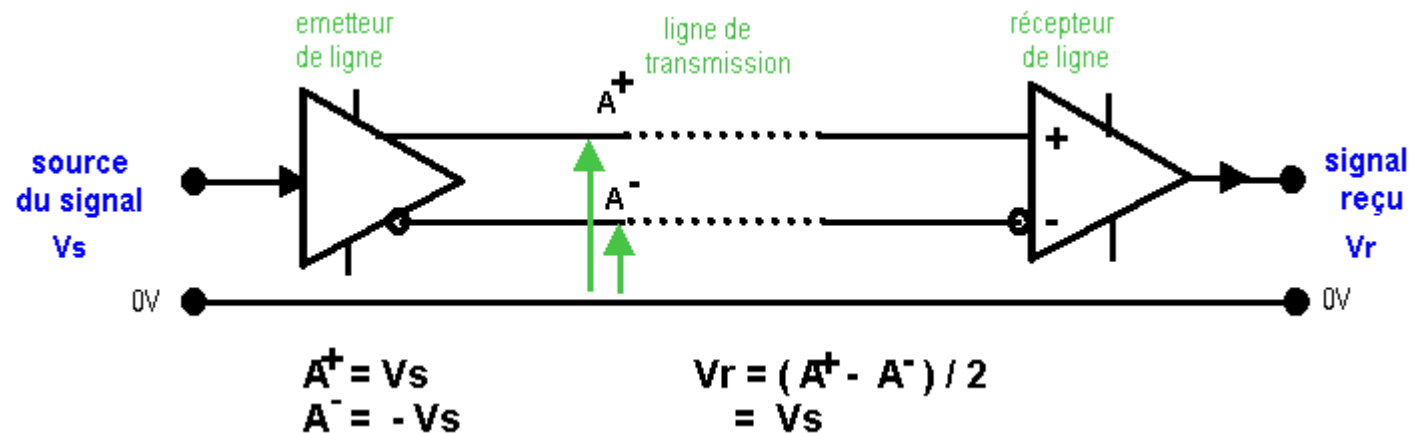
Plusieurs appareils peuvent être mis sur la même boucle de courant; dans une telle utilisation, la valeur analogique du courant de boucle n'est plus significative !

Ce montage permet de transformer la boucle en BUS de communication numérique à modulation FSK (bonne robustesse en milieu perturbé).

Transport des signaux

Transmission Différentielle

Principe de la transmission différentielle analogique

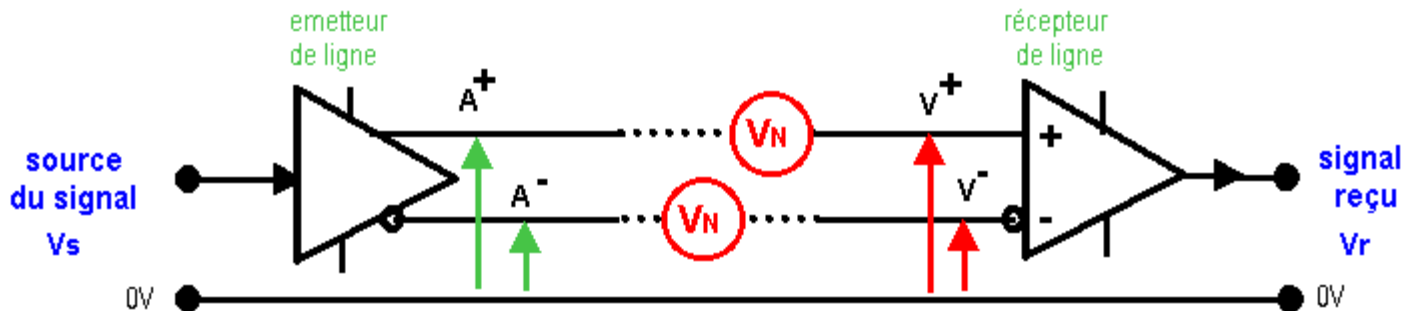


⇒ la ligne de transmission est généralement une paire torsadée blindée pour assurer un maximum d'immunité au bruit

Transport des signaux

Transmission Différentielle

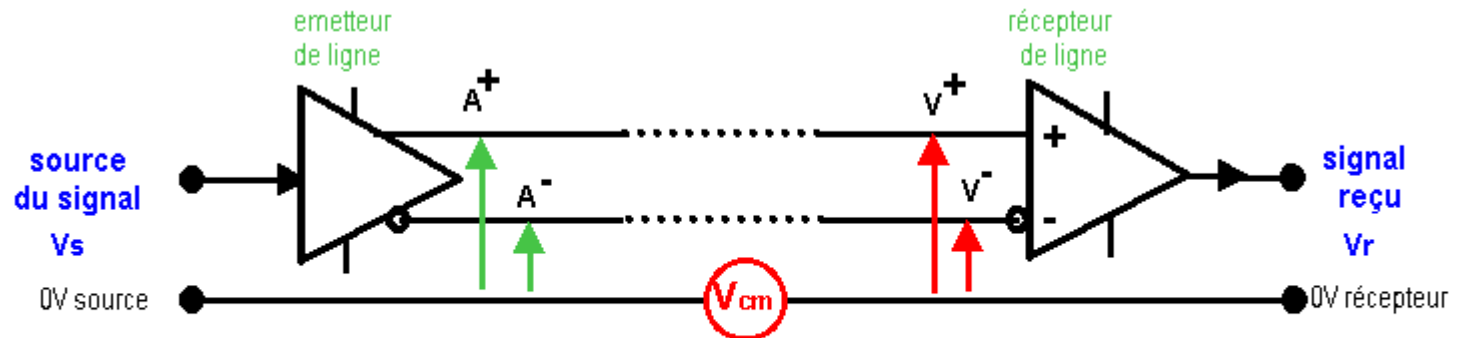
Transmission différentielle perturbée



$$A^+ = V_s$$
$$A^- = -V_s$$

$$V_r = (V^+ - V^-) / 2$$
$$= ((A^+ + V_N) - (A^- + V_N)) / 2$$
$$= V_s$$

Perturbation de mode commun



$$A^+ = V_s$$
$$A^- = -V_s$$

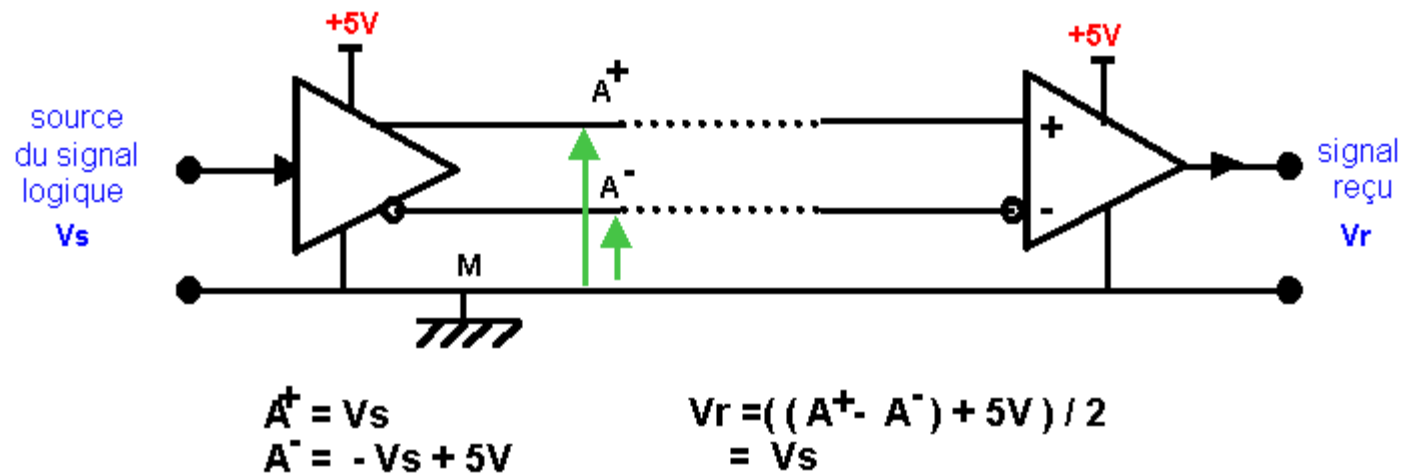
$$V_r = (V^+ - V^-) / 2$$
$$= ((A^+ - V_{cm}) - (A^- - V_{cm})) / 2$$
$$= V_s$$

⇒ la transmission différentielle est insensible aux sources de mode commun
(notion de rejet de mode commun)

Transport des signaux

Transmission Différentielle

Transmission pour signaux numériques

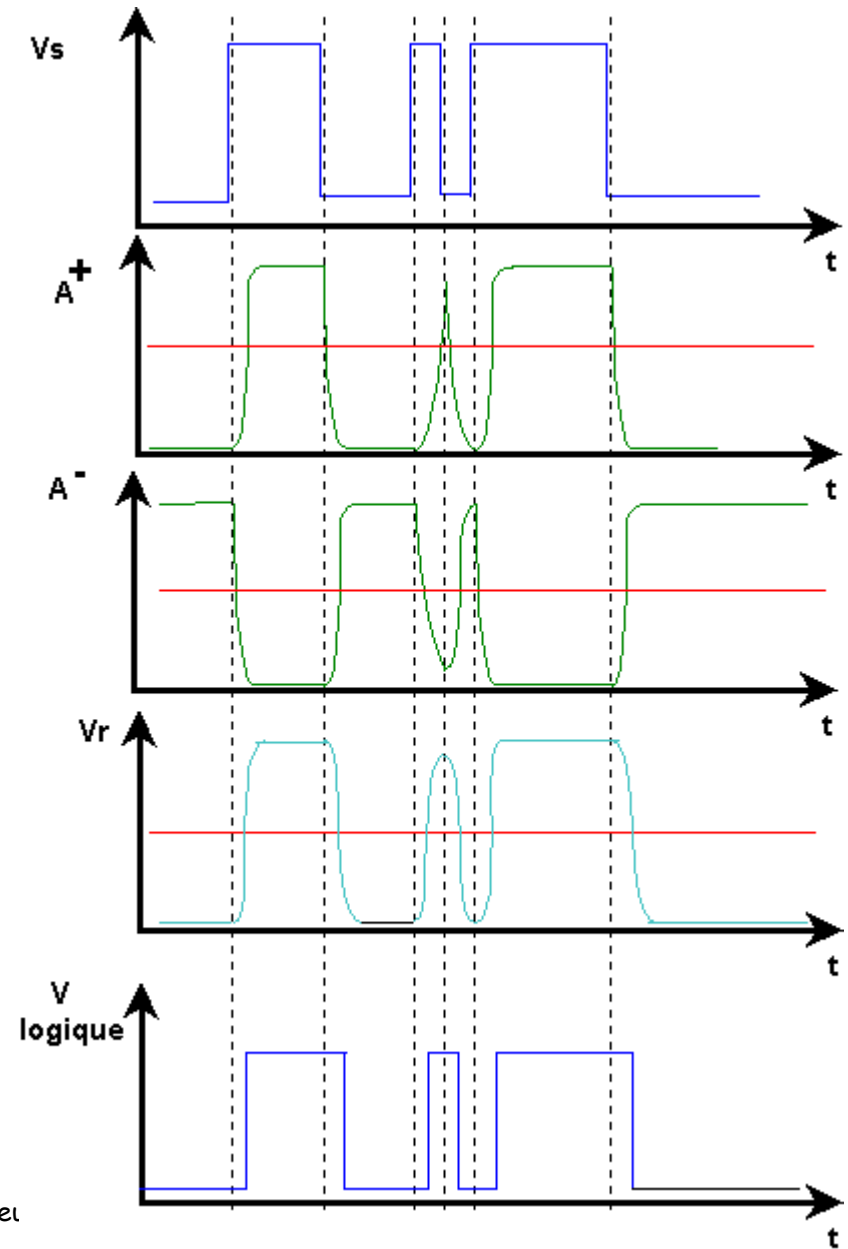


⇒ la transmission différentielle pour signaux logiques utilise une tension d'alimentation unique

Transport des signaux

Transmission Différentielle

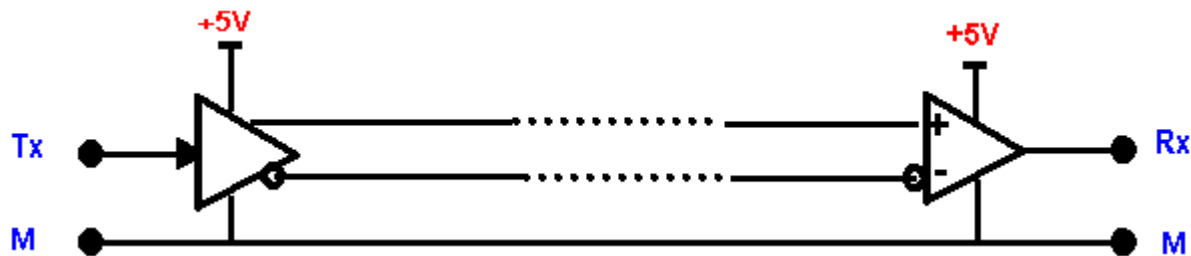
⇒ la transmission différentielle symétrise le signal reconstruit



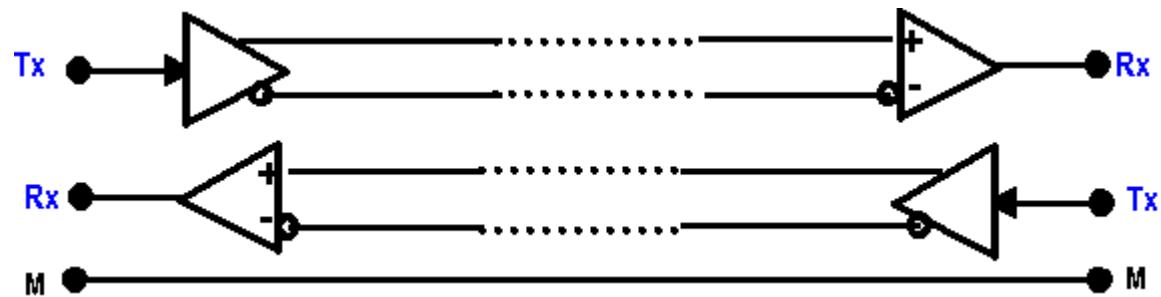
Transport des signaux

Transmission Différentielle Numérique

Transmission unidirectionnelle point à point ⇒ **NORME RS 422**



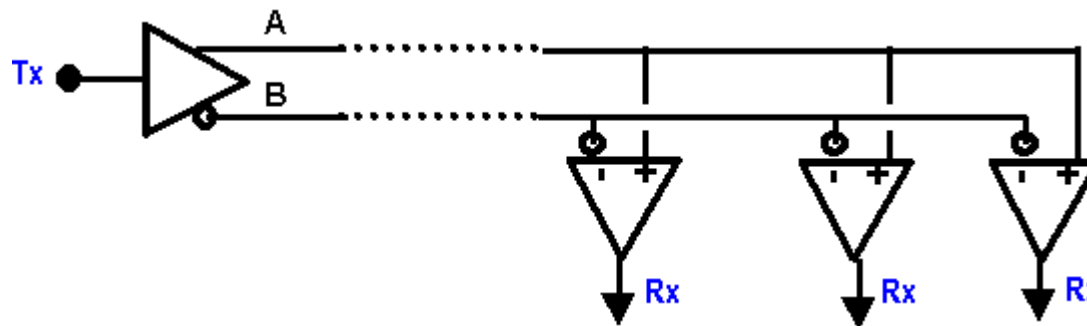
Transmission bidirectionnelle full duplex dite 4 fils



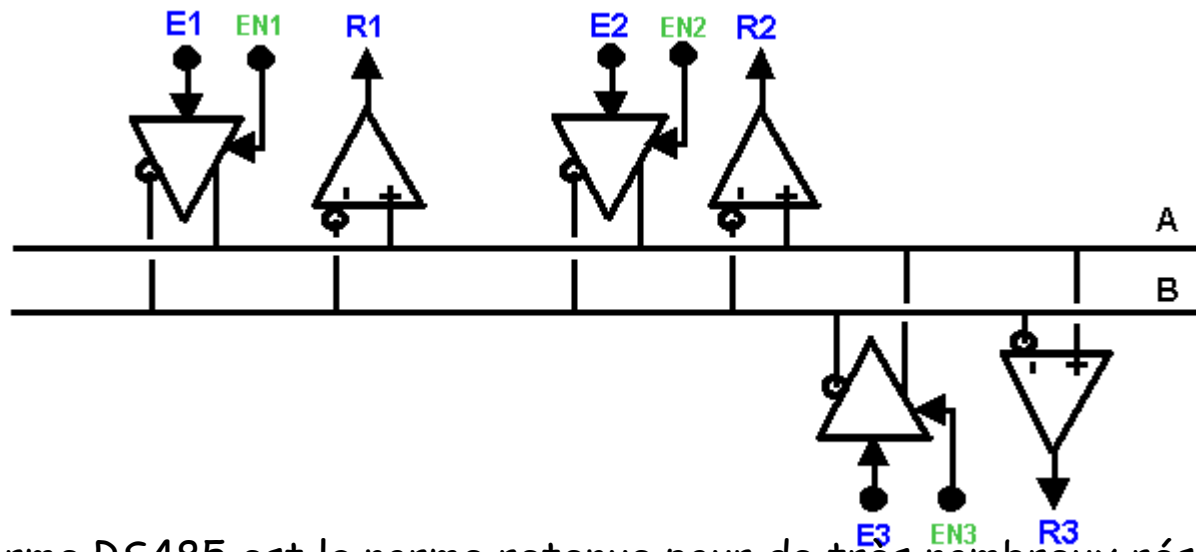
Transport des signaux

Transmission Différentielle Numérique

Transmission unidirectionnelle réseau \Rightarrow **NORME RS 485**



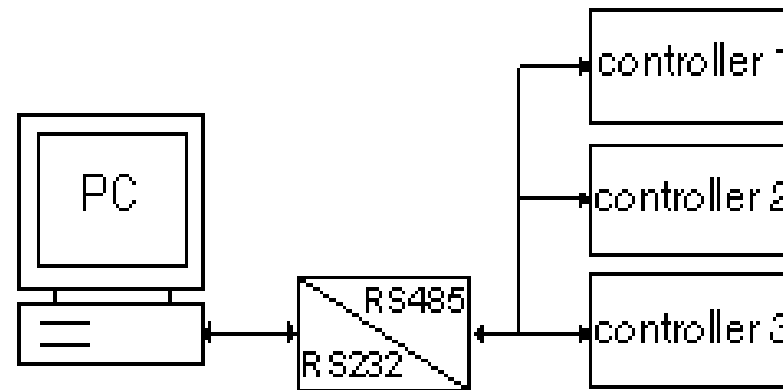
Transmission bidirectionnelle réseau half duplex dite 2 fils



\Rightarrow la norme RS485 est la norme retenue pour de très nombreux réseaux de terrain (Modbus, Profibus...)

Transport des signaux

Transmission Différentielle Numérique



Convertisseur RS232 --> RS485 sur rail DIN

Convertisseur RS232 --> RS485 isolé type « bouchon »



Transport des signaux

Transmission Différentielle Numérique

Exemple industriel: Modules Adams



Module maître côté PC

1-ch RTD Input Module



Module esclave côté process

Liaison RS485



Main Features

- Built-in Watchdog Timer
- Isolation Voltage 3000 VDC
- Sampling Rate 10 sample/sec
- Accuracy +/- 0.1% or better

Certifications

