

Chapitre 9

Technique de mesure et régulateurs

Objectifs

1. Connaître des notions de technique de mesure
2. Savoir comment traiter des signaux
3. Savoir expliquer les différents types de régulateurs
4. savoir qu'il y a plusieurs types de protocoles de communication qui fonctionnent de différentes manières

9.1 Technique de mesure

9.1.1 Transducer

Un transducer est un instrument qui est activé par l'énergie d'un système et qui fournit de l'énergie, généralement dans une autre forme, à un autre système.

Il y a deux sortes de transducer

- transducer de l'entrée ou senseur : thermocouple qui transforme de la chaleur en électricité
- transducer de la sortie ou actuateur : haut-parleur qui transforme de l'électricité en énergie acoustique

Dans ce chapitre nous nous limitons aux senseurs ou autrement dit nous nous limitons en technique de mesure. Les senseurs sont encore divisés en

- senseur passif : l'énergie prise à l'entrée est complètement transformée en énergie à la sortie
- senseur actif : dans ce cas-ci seulement une partie de l'énergie est transformée et il faut fournir une borne extra pour introduire de l'énergie extra

La différence pratique entre ces types se manifeste dans le projet du système de mesure.

9.1.2 Caractéristiques statiques

Pour évaluer les prestations d'un senseur on a besoin des critères qualitatifs. Des caractéristiques statiques décrivent le comportement d'un senseur pour des applications en courant directe.

1. Résolution :La résolution vous donne entre quelles limites la valeur réelle sera trouvé.
2. Precision :La precision vous donne le nombre de chiffres considérables qu'un instrument de mesure reflète.
3. Sensibilité statique :La sensibilité statique est le rapport entre le changement à la sortie et le changement à l'entrée. Préférable, elle est constante.En plus il faut faire attention à quelques choses d'importantes.Suppone que nous faisons un transducer qui mesure la pression et on le soumet à une différence de température.
 - Il peut avoir un changement de la valeur mesuré à la sortie bien que la pression même n'ait pas changée. Ceci est appelé **zerodrift**.Le degré d'inclinaison est déplacé.
 - La température peut avoir une influence sur la sensibilité de la mesure même.Ceci est appelé **dérive de facteur d'échelle**. La degré d'inclinaison de la courbe de sensibilité est changée. La figure ci dessous reflète les deux effets sur la courbe de sensibilité

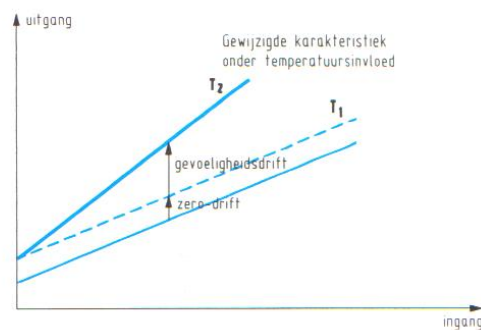


FIGURE 9.1 – source : regeltechniek1, Die Keure

4. Linearité :Un système est linéaire quand la courbe de calibration est une ligne droite.

5. Portée de l'entrée statique : C'est la portée pour laquelle le senseur a été construit.
6. Caractéristiques statiques non-linéaire :
 - Saturation : Beaucoup de systèmes présentent une saturation. Un système se comporte linéaire jusqu'à une certaine hauteur et ne changera plus quand on augmente la valeur à l'entrée (ou quand on la diminue).

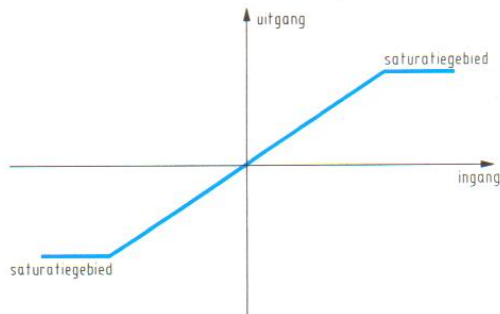


FIGURE 9.2 – source : regeltechniek1, Die Keure

- Zone morte : Ce sont des systèmes où la sortie changera après un certain changement de l'entrée.

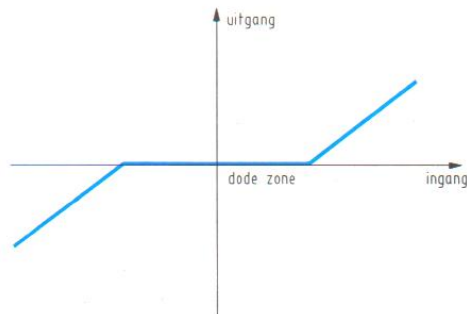


FIGURE 9.3 – source : regeltechniek1, Die Keure

- Bang bang : Un changement soudain du signal après un changement de signe est appelé bang bang. Par exemple les diaframes en métal très mince des senseurs de pression se comportent d'une telle manière.

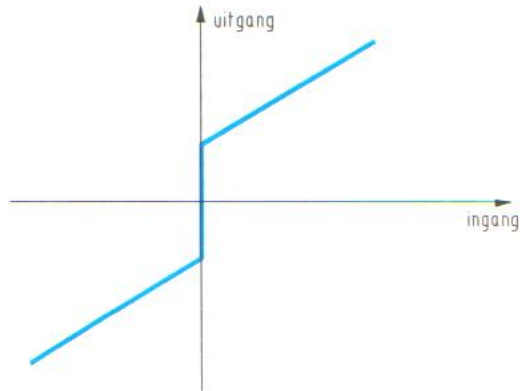


FIGURE 9.4 – source : regeltechniek1, Die Keure

- Hystérèse : Ceci a été évoqué dans le cours d'électricité. Le comportement change si l'entrée augmente ou diminue.

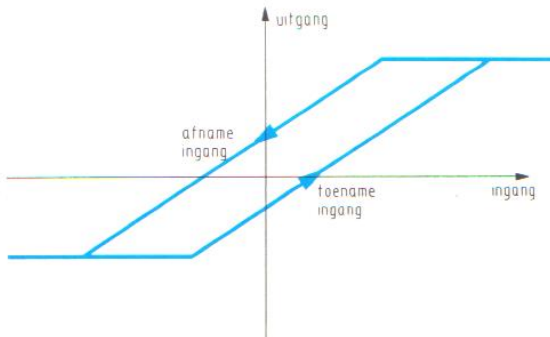


FIGURE 9.5 – source : regeltechniek1, Die Keure

9.1.3 Caractéristiques dynamiques

La réponse d'un senseur sera différente suivant la vitesse avec laquelle le variable mesurée change.

9.1.4 Types de senseurs

1. Senseurs de déplacement
 - potentiomètre resistif : rectiligne ou rotatif
 - bandes d'allongement résistives
 - senseurs de déplacement inductif
 - senseurs de déplacement capacitif
 - senseurs de déplacement piézo-elektrique
 - encodeur optique
2. Senseurs de vitesse
 - vitesse immédiate : tachimètre
 - vitesse moyene : effet de Hall
3. Senseur d'accélération
4. Senseur de Force
 - bande d'allongement
 - senseur de force piézo-elektrique
5. Senseur de pression
 - tube de Bourdon
 - mesure piézo-elektrique
6. Senseur de débit
 - metre turbine
 - mesure de débit électromagnétique
 - mesure de débit ultrason
 - corps de tourbillonnement(shredder)
7. Senseur de température
 - bimétal
 - thermocouple
 - thermomètre de résitance (Pt100)
 - thermisteur
 - senseur semi-conducteur
8. Mesure de niveau
 - mesure de bousculade
 - mesure de niveau capacitif
 - flotteur

9.2 Traitement de signaux

Le plupart des senseurs n'ont pas de caractéristique idéal. Pour cela les signaux de mesure doivent être adapté. On va transformer le signal mesuré un signal normalisé approprié pour manipulation ou transmission.

L'adaptation normalisée est de transformer le signal en un signal entre 4 et 20 mA

La raison est qu'avec 4 mA comme minimum d' un côté on peut filtrer du bruit et de l'autre côté s'est fait en point de vue de sécurité. Quand on met le

minimum à 0 mA et il y a rupture de fil, le système va réagir comme s'il avait atteint le minimum et commencera à régler. Ceci n'est pas correcte parce que quand le système a atteint sa consigne ou il faut régler en haut parce qu'elle se trouve dans son minimum, cette situation peut être problématique et même dangereuse.

9.2.1 Circuits

Transformation tension-courant ou amplificateur transadmittance

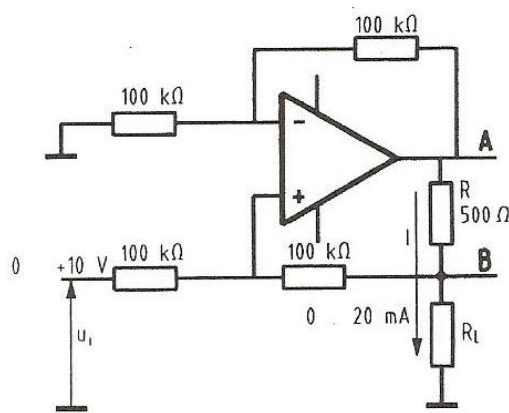


FIGURE 9.6 – source :Regeltechnik1, Die Keure

Nous calculons la fonction de transfert A la borne négative on obtient

$$i_- = i_{i1} + i_A = \frac{0 - u_-}{R} + \frac{u_A - u_-}{R} = 0$$

A la borne positive

$$i_+ = i_{i2} + i_B = \frac{10 - u_+}{R} + \frac{u_B - u_+}{R} = 0$$

Donc

$$\begin{aligned} u_- &= \frac{u_A}{2} \\ u_+ &= \frac{u_B + 10}{2} \\ u_+ &= u_- \end{aligned}$$

De ceci suit

$$u_A - u_B = 10$$

Donc entre les bornes A et B on obtient une tension de sortie qui est tout à fait la même que la tension d'entrée. Donc le courant dépendra de la résistance

entre les bornes A et B. La tension ne dépendra pas de la charge R_L au début mais quand elle augmentera trop la tension de saturation de l'amplificateur opérationnel sera atteinte, et l'amplificateur ne fonctionnera plus comme amplificateur de transmittance.

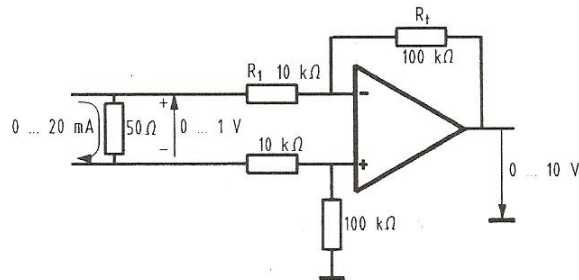
Transformation courant-tension ou amplificateur transimpédance

FIGURE 9.7 – source :Regeltechnik1, Die Keure

En fait ceci n'est plus qu'un amplificateur de différence. Quand on veut transformer une portée de 4-20mA à 0-10V il faut brancher la borne positive à une source.

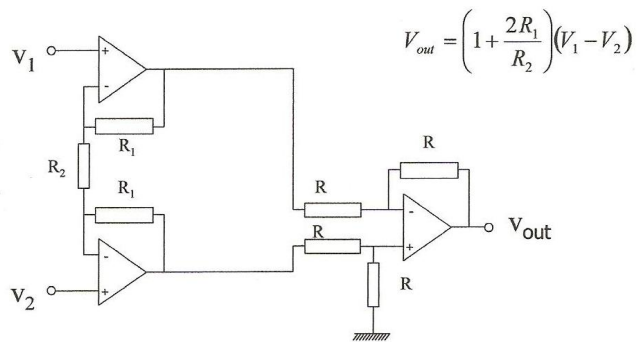
Amplificateur d'instrumentation

FIGURE 9.8 – source :Regeltechnik1, Die Keure

9.2.2 Problèmes d'interférence

Pour garantir la qualité du signal il faut tenir compte des milieux bruyant. Il y a plusieurs causes d'interférence.

1. Impédance de la sortie du senseur : Transducteurs avec impédance de sortie basse sont moins sensibles aux perturbations que ceux avec impédance de sortie haute.
2. Dérive : Des tensions offsets et biais courants ('bias current') qui varient lentement, qui suivent une différence de température, vieillissement ou tension d'alimentation. En choisissant une tension d'alimentation très stable et ne pas tolérer des fluctuations dans la température, on peut limiter ce dérive.
3. Thermocouples parasites : Un branchement ou soudure entre des métaux différents introduit des thermocouples involontaires. Chaque thermocouple va produire sa tension à chaque variation de température.
4. Pieds IC, interrupteurs, relais et connecteur : Chaque connexion produira son thermocouple.
5. Interférence électrostatique et magnétique : Capacités parasites qui existent entre conducteurs produisent un champ électrique qui peut être cause d'interférence. Aussi des champs magnétiques changeant près de conducteurs qui sont parcourus par le courant peuvent introduire des signaux de perturbations.
6. Circuit de terre : Circuits de terre se forment par contact dans un circuit avec la terre à plus qu'un point. Ceci ne serait pas un problème s'ils étaient mis au même potentiel zéro. En réalité la terre est un conducteur avec une résistance finie donc il y a du courant. Quand il y a du courant il y aura de la tension.

Que 'est ce qu' on va faire pour éviter des problèmes

1. Offseting : ceci veut dire que l'on va déplacer le niveau de la tension avec une certaine amplitude. ceci est nécessaire dans des applications comme
 - mesure de petites différences de tension
 - déplacement d'échelle
 - diminution de common-mode
 - réparation ou introduction de tension offset pour faire acquisition de données
2. Linéarisation : Le rapport entre la valeur mesurée et la tension à la sortie doit être proportionnel.
3. Filtering : Pour arrêter des perturbations et laisser passer des signaux on utilise des filtres électroniques.

9.3 Régulateurs

9.3.1 Régulateurs électroniques

Dans ce paragraphe sont donnés les schémas des régulateurs électroniques mais les calculs étaient faits dans le cours d'électronique.

Le régulateur P :

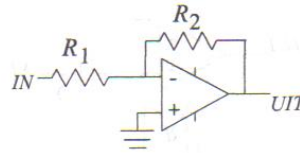


FIGURE 9.9 – source :Control engineering, W.Bolton

Le régulateur I :

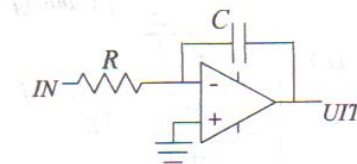


FIGURE 9.10 – source :Control engineering, W.Bolton

Le régulateur PI :

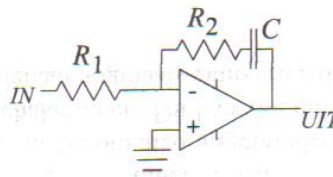


FIGURE 9.11 – source :Control engineering, W.Bolton

Le régulateur PD :

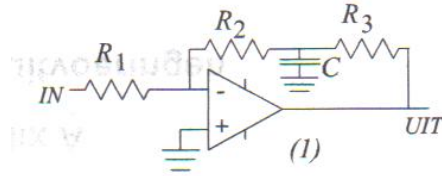


FIGURE 9.12 – source :Control engineering, W.Bolton

Le compensateur lead :

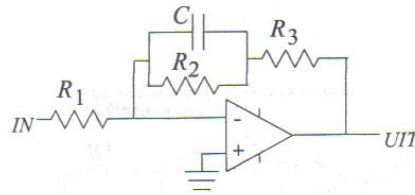


FIGURE 9.13 – source :Control engineering, W.Bolton

Le compensateur lag :

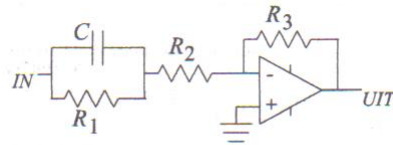


FIGURE 9.14 – source :Control engineering, W.Bolton

9.3.2 Régulateurs pneumatique

Le régulateur pneumatique P :

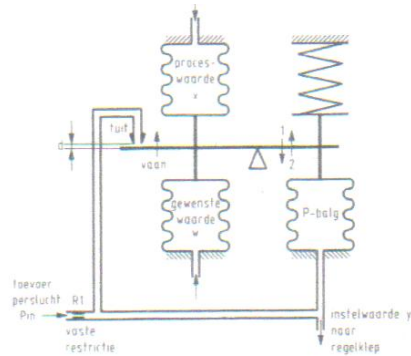


FIGURE 9.15 – source :Control engineering, W.Bolton

On a 4 éléments à la même distance d'une charnière . x est la valeur du processus . w est la consigne et y est la valeur de la sortie. Les ballons ont la même surface.

- Suppose $w > x$: La poutre bascule au verseur. Le fluide qui coule du verseur reçoit plus de résistance et plus de fluide coule au ballon P parce que le ressort tire au ballon de suite de ce basculement. Ceci dure jusqu'à ce que le système soit en équilibre.
- Suppose $w < x$: La poutre bascule dans l'autre sens. Le fluide reçoit moins de résistance et moins de fluide coule au ballon P. Le ressort pousse le ballon P dans sa position originale. Ceci dure jusqu'au moment où le système est de nouveau en équilibre.

Le régulateur pneumatique PI :

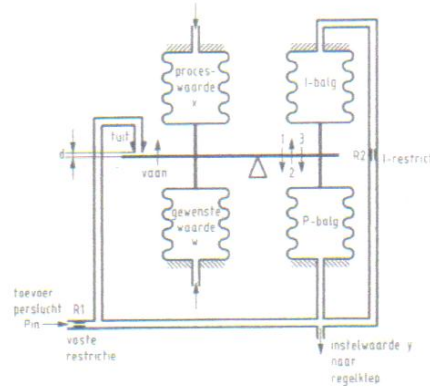


FIGURE 9.16 – source :Control engineering, W.Bolton

Le ressort est changé par un ballon qui sert de régulateur I. Quand il y a un déséquilibre entre x et w , le ballon I réagit. Mais maintenant la pression est distribuée entre P et I, donc aussi dans le cas de changement de la consigne il y aura équilibre. Restriction R2 sert pour ajuster le temps propre de l'intégrateur τ_i .

Le régulateur pneumatique PID :

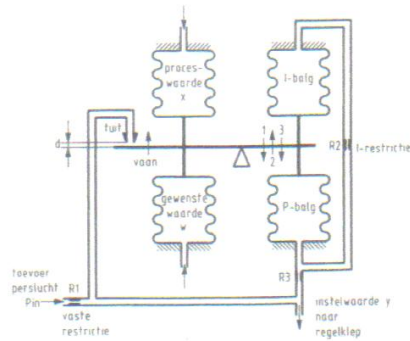


FIGURE 9.17 – source :Control engineering, W.Bolton

La restriction R3 sert comme régulateur D.

9.3.3 Régulateur hydraulique

Le régulateur hydraulique PI :

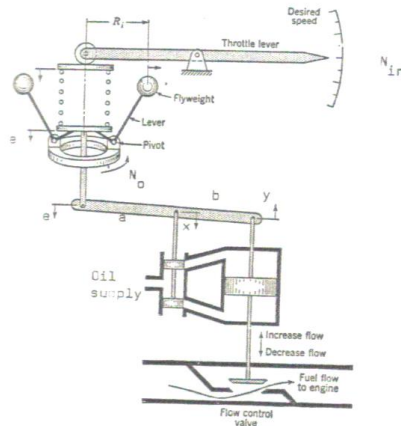


FIGURE 9.18 – source :Control engineering, W.Bolton

Le levier reflète le fonctionnement P et le réservoir le fonctionnement I. On régle ici l'alimentation de combustible au moteur. Si le moteur tourne trop vite les poids bougent à l'extérieur et le ressort est poussé et le levier montera en point e. Le réservoir au dessus va ouvrir. L'alimentation d'huile remplira la partie supérieure du réservoir jusqu'à moins d'alimentation de combustible au moteur. Le moteur tournera moins vite et les poids bougent à l'intérieur et l'alimentation ouvre de nouveau.

9.4 Communication de données et les protocols

Le mot **communication de données** est vraiment complet. On veut transmettre des données d'un point à l'autre.

9.4.1 Notions générales

Le transfert de données se passe de deux différentes manières, digital, ce qui est le plus moderne ou analogue. La transmission se passe par fil ou sans fil.

Transmission de manière digitale

- serieel : données sont transmises bit par bit par le même conducteur, l'avantage est qu'on n'a besoin que d'un fil.
- parallèle : les bits seront transmis au même moment ce qui est plus rapide mais le nombre de fils est plus grand. (nombre fils = nombre bits).
- connection simplex : transmission dans une seule direction d'envoyeur à destinataire

- connection half duplex : transmission en deux directions mais une seule direction á chaque fois.
 - connection full duplex : transmission en deux directions simultanément
- Les données digitales peuvent être transmises de deux manières
- synchrone : les données sont transmises á l'aide d'une horloge interne, par exemple á flanc descendant les données sont lues. Il faut prévoir un fil pour l'horloge.
 - asynchrone : Il n'y a pas d'horloge interne donc on n'a pas besoin de fil en plus mais il faut faire des conventions sur le nombre de bits. (bit start, bit stop,...)

Si il n'y a que deux participants dans la transmission on parle de connection peer to peer ou point to point.

S'il y a plusieurs participants on appelle les différentes manières de connecter la topologie du réseau. Ainsi on a les topologies étoile, bus, bus, arbre... Signaux sont aussi transmis sans fil. Dans ce cas les signaux á basse fréquence ne peuvent pas être transmis directement. Il faut les moduler d'abord. Moduler veut dire qu'on va laisser porter l'onde du signal par une onde porteuse. L'onde porteuse est d'haute fréquence et avec cette onde on peut transmettre l'onde de basse fréquence á haute fréquence.

On peut moduler de différentes manières, deux pour des signaux analogues et quatre pour les signaux digitales.

- modulation d'amplitude (AM) : On changera l'amplitude d'un signal á haute fréquence au rythme du signal á basse fréquence.

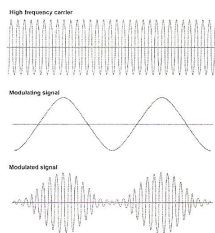


FIGURE 9.19 – AM modulation (source : Datacommunication, RTC)

- modulation de fréquence (FM) : On changera la fréquence d'un signal á haute fréquence au rythme du signal á basse fréquence.

Pour moduler des signaux digitales on peut utiliser trois méthodes différentes

Amplitude Shift Keying : l'amplitude du signal modulé est adaptée, la petite amplitude est le zéro et la grande amplitude est le un.

Frequency Shift Keying : la fréquence du signal modulé est adaptée, une petite amplitude est le zéro et une grande amplitude est le un.

Phase Shift Keying : La phase du signal modulé est adaptée. 0 est 180° en contre phase de 1. On fait encore la différence entre 2PSK, 4PSK et 8PSK ce qui crée

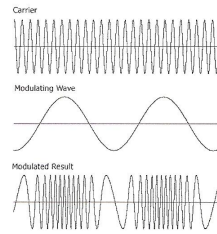


FIGURE 9.20 – FM modulation(source :'Datacommunicatie' RTC)

2,4 en 8 différentes déphasages..

Il existe encore QAM ce que veut dire Quadrature Amplitude Modulation et c'est en fait une combinaison d'amplitude et phase shift modulation.

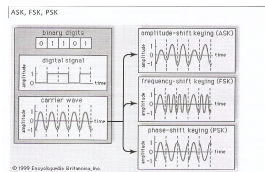


FIGURE 9.21 – source : 'Datacommunicatie' RTC

9.4.2 Câblage

Comme révélera plus tard la structure des couches, le choix de connection jouera un rôle dans les protocoles. Ceci est appelé la couche physique.

- fil de cuivre : sensible pour des perturbations mais très bien pour courtes distances.
- unshielded twisted pair : par twist les fils les perturbations vont s'éliminer après chaque twist.
- shielded twisted pair : possède une feuille de métal supplémentaire contre des perturbations externes.
- coax : le câble ground est tissé complètement autour du conducteur et il est encore moins sensible pour des perturbations (TV, video,...)
- fibre de verre : de cette manière des très grandes distances peuvent être comblées sans amplifier les signaux et fibre de verre n'est pas très sensible aux radiations EM externes. Très rapide en transmission et avec une bande passante très grande, mais très chère.

Le choix de câblage dépend de la distance qu'on veut combler. On parle de

- distance courte : moins que 30cm (RS232)
- distance courte : moins que 6m On augmentera la tension (12V ;RS 485)) et appliquer des cables blindés.
- distance longue : moins que 1200m. Il faut appliquer des systèmes pour éviter des reflections.
- distance très longue : superieur de 1200m. Dés ici on va moduler les signaux.

9.4.3 Notions importantes

Impedance de remplacement

Un cable de transmission peut être décrite avec le circuit ci dessous

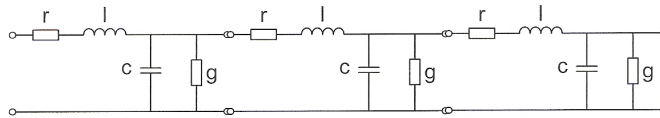


FIGURE 9.22 – impedance de remplacement (source : 'datacommunicatie' RTC)

Avec

- l : inductance par unité de longueur (H/m)
- c : capacité par par unité de longueur (F/m)
- r : résistance en série par unité de longueur (ohm/m)
- g : conductance parralèle par unité de longueur (S/m)
- Z_0 : impedance de remplacement caractéristique par unité de longueur (ohm)

$$Z_0 = \sqrt{\frac{r + j\omega l}{g + j\omega c}}$$

La formule ci dessus est impedance de remplacement caractéristique d'un cable de communication.¹ Dans le cas des cables idéals (sans pertes) ceci devient

$$Z_0 = \sqrt{\frac{l}{c}}$$

De ces formules on peut deduire le notion de reflection. La reflection est le phénomène qu'un cable de transmission va retourner le signal envoyé de la source. Donc le signal retourne du recepneur à l'émetteur. Parce que le circuit est fermé, le signal à la fin du circuit crée une tension. Cette tension réagira de nouveau comme source de signal.

La valeur de l'impédance à la fin est Z_t et au début ce sera l'impédance de remplacement Z_0 . Le coefficient de reflection sera par définition

$$\rho = \frac{Z_t - Z_0}{Z_t + Z_0}$$

1. Cette formule est deduite d'un système d' équations différentielles qui sont deduit des lois de Kirchoff. Mais ceci n'est plus le but de ce cours ci.

Ainsi on arrive à trois situations possibles

- $Z_t = Z_0$: pas de réflexion
- $Z_t = 0$: il y a réflexion mais le signal est inversé (court circuit du câble)
- $Z_t = \infty$: il y a réflexion avec la même polarité (circuit ouvert)

Baudrate

La vitesse des données d'une transmission digitale est exprimé en bits par seconde (BPS). A l'époque cette vitesse était exprimé en baud, ce qui était plutôt la période du signal. En conséquence des techniques de modulations ce période pouvait indiquer 4 ou 8 bits ce qui pouvait résulter en confusion.

Perturbations et détections d'erreurs

Dans le cas de transmission de données il y a plusieurs causes de perturbations du transmission.

- Bruit : conséquence si les signaux de données sont trop petit vis à vis les signaux de perturbations des sources externes (ex. moteurs, interrupteurs,...)
- Distorsion électrique : à cause d'une bande passante limitée, il est impossible de transmettre tous les harmoniques d'une onde carrée. La conséquence est que l'information reçue est déformée. Autant qu'on peut reconnaître le un et le zéro il n'y a pas de problème.
- Diaphonie : c'est le phénomène qu'un câble transmet de l'information à l'autre. Par exemple deux câbles qui sont mis trop proche de l'un l'autre. On peut éviter ceci par blindage des câbles.
- Collision : quand trop d'utilisateurs veulent utiliser la bus.

Il faut prévenir et éventuellement éviter ces problèmes.

Un exemple d'adaptation pour éviter le bruit est d'utiliser des circuits différentiels. Cette technique est utilisée pour combler des distances de plus de 6m. On utilise le gnd et en plus deux lignes de l'émetteur au récepteur. Un câble est utilisé pour le signal normal et l'autre pour le même signal mais inversé. Une perturbation rest en phase mais le signal original peut être reconstruit.

D'autres exemples dans le cas de communication série sont

- Bitstuffing : dans le cas de communication série l'horloge du récepteur doit être en phase avec celui de l'émetteur. L'horloge est synchronisé sur les flancs montants ou descendants des bits entrants. Quand trop de mêmes bits entrent la synchronisation peut rater. On peut éviter ceci par envoyer un bit inversé après un certain nombre de bits.
- Bitbanging : avec cette méthode on va générer dans la programmation étape par étape et bit par bit les données et l'horloge sur les pins respectifs en prenant compte le protocole.(!).
- Dedicated hardware : systèmes modernes ont plusieurs modules matériels à bord qui peuvent prendre en charge la communication complète. Ils sont mis à point dès le début du programme. (bv. : startbit, stopbit,...)

Si nous voulons être sûr que les données sont correctes il faut appliquer des systèmes de detection et corrections. Les méthodes suivantes sont beaucoup appliquées

- bit de parité : dans un byte on met un bit extra ainsi le recep{t}eur peut constater que le caractère envoyé est le même que le caractère reçu. Deux methodes
- even parity : nombre de 1 est impair le bit de parité sera 1 et le nombre de 1 devient pair.
- odd parity : nombre de 1 est impair le bit de parité sera 1 et le nombre de 1 devient impair.

Problème est que l'on ne peut que détecter un nombre de erreurs impair. Quand il y a deux bits fauts on ne peut pas détecter l'erreur.

- CRC : (Cyclic Redundancy Check) Un paquet de données est divisé par un chiffre connu. Le reste de la division est transmis. A l'autre côté la division est refait et les deux restes sont comparés. Si les résultats sont differents on demande de refaire la transmission de données.
- LRC en VRC (Vertical Redundancy Check-Longitudinal Redunancy Check) : C'est une méthode comparable avec la bit de parité mais elle est faite sur la transmission complète et pas sur un seul caractère.

9.4.4 OSI

Comme toujours un développement commence en chaos parce que plusieurs gens travaillent sur un idée comparable. Pour créer de l'ordre dans le chaos de l'utilisation de réseaux on a commencé de travailler sur un modèle standardisé. En 1984 le ISO a produit son modèle qu'on a appelé le OSI. OSI veut dire Open Systems Interconnection. Ce modèl est un guide parce que même le protocol de communication le plus utilisé TCP IP (Transmission Control Protocol/InternetProtocol)écarte un peu.

Le modèle OSI consiste de sept couches pour activer la transmission de donn{ees}. Cettes couches sont

1. Application :c'est tout á fait l'application que l'on utilise (computerspel, WORD,...)
2. Presentation :en faite le système d'opération(operating system). L'information qui vient de la couche d'application est traduit dans un code standardisé.
3. Session :responsable pour la communication entre émetteur et recep{t}eur
4. Transport :l'ensemble de dates est divisé en paquet qu'on peut transmettre. Les paquets sont transmis en ordre et controlé.
5. Network : calcule la meilleure voie pour transmettre les données. Niveau de routers et IPadresses
6. Datalink : les paquets sont divisés en frames et le contrôle d'erreur ajouté. Niveau des switch et des MACadresses.
7. Physical : le niveau physique du matériel (ex : cables...)

Chaque couche affecte quelque chose avec les données et met une en-tête (eng :header) aux données avec l'information relevante de ce qui est fait avec les données..

Exemple : envoyer un email.

1. Application :hotmail outlook
2. Présentation :convertir email en ASCII
3. Session : communication entre PC émetteur et PC receuteur
4. Transport :l'ensemble des données est divisé en paquets qu'on peut envoyer avec le contrôle correct
5. Network : la meilleure voie pour envoyer les données au récepteur.
6. Datalink : les paquets sont divisés en cadres avec contrôle d'erreur ajouté.
7. Physical :?? rien à faire, peut-être optimalisation du câblage

9.4.5 Exemple de protocole :HART et SCADA

HART

HART (Highway Adressable Remote Transducer) utilisé en deux modes

- master-slave mode : chaque composant dans le champs (controlleurs, actuateurs,..)dans le circuit est contrôlé par le master(PLC,DCS,..) et ne réagira que sur sa commande
- burst mode : communication plus rapide. Chaque composant du champs va envoyer un message continu. Il n'y a que quelques composants HART qui le permettent.

HARTcommunication fonctionne sur Frequency Shift Keying. Le grand avantage est qu'on peut travailler avec plusieurs composantes sur la même ligne et les commander et adapter digitalement.

SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) est un logiciel pour commander des processus.Ceci signifie qu' on peut collecter,envoyer,adapter et visualiser des signaux de différentes machines dans des processus industrielles très grands. SCADA a trois fonctions de base

1. envoyer des instructions à des systèmes de contrôle physique
2. donner de l'information sur les différentes mesures
3. fonctionnement de système d'alarme

9.5 Systèmes de communication (bus)

Le but d'un bus d'ordinateur est de transférer des données entre l'ordinateur et l'appareillage périphérique.

L'appareillage périphérique direct sont les cartes que l'on peut tamponner dans un rack d'ordinateur.

Des cartes possibles

1. Extension de mémoire
2. Carte video
3. Carte disque ou bande
4. Carte de réseau
5. Carte parallèle ou en série
6. Carte de mesure digitale ou analogue

Comment des données peuvent-elles être traitées? Il y a quatre possibilités

1. Input/output programmé :Le programme va lire le registre d'état de la carte I/O et si nécessaire exécuter les traitements I/O.
2. Interrupts :Une ou plusieurs lignes d'interruption sont prévues sur un bus.Un I/O activera, si nécessaire, ces lignes. Le processeur interrompera le programme qui est occupé, gardera le nécessaire et après l'interrupt continuera le programme.
3. DMA :Une carte I/O contient un contrôleur DMA qui sait ou il faut sauvegarder ou chercher les données.Dans ce cas le processeur n'est pas chargé.
4. I/O processeur :Ce processeur exécute les tâches I/O.

Il y a deux types de bus,en série ou en parallèle.

- Parallèle :Chaque bit a sa ligne physique.On a besoin de beaucoup de lignes pour exécuter la communication mais la vitesse de transfert est élevée.
- En série :Maintenant on n'a pas besoin de beaucoup de câble mais la vitesse de transfert est basse.

9.5.1 Bus d'ordinateur

Dans ce cours, on ne donne qu'un petit échantillon de ce qui existe comme types de bus fréquemment utilisés.

- RS-232-C
- RS485/422
- Inter C bus
- IEEE-488bus

RS 232

Le bus sérielle RS232 est soumis aux normes.

- signal émis :
 - binaire 0 : +5 jusqu'à +15Vdc
 - binaire 1 : -5 tot -15Vdc
- signal reçu
 - binaire 0 : +3 jusqu'à +13Vdc

- binaire 1 : -3 jusqu'à -13Vdc
- dataformat :startbit=binaire 0 ; stopbit=binaire 1 et la parité de choix.

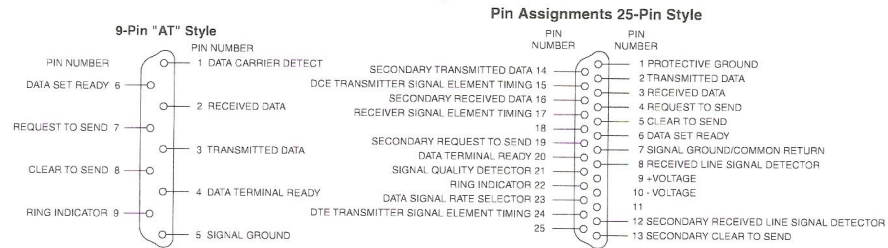


FIGURE 9.23 – RS232pin configuration

9.5.2 Bus de champ

Dans ce paragraphe nous parlerons des bus de champs, c'est à dire la communication entre des ordinateurs (PLC) et des capteurs/transmetteurs.

- ASibus :Actuator Sensor Interface.C' est un câble à deux âmes avec des connections spécifiques.Ce câble envoie des messages de commande et de données.C'est la puce interface ASI qui contient la force de ce système.Dans cette puce, les données parallèles des capteurs sont transformées dans des données en série, qui arrivent au gérant ASI (Ceci est en fait le PLC).
- Bitbus :Le transfert est très rapide avec une connection RS-485 avec protocol SDLC.Ce bus est bien approprié pour la communication dans des applications industrielles.
- CANbus :Controller Area Network,est appliqué dans l'industrie automobile.Le protocole est de type CSMA/CD-BA.
- FIPbus :Factory Instrumentation Protocol ; Pour l'automatisation industrielle,on utilise la fibre de verre ou cable twisté.Le protocole est basé sur le fait que les applications ont un comportement cyclique.
- Inter C bus :Le principe est basé sur la communication synchrone et pour cela on a besoin de deux signaux : signal de données(SDA) et clock(CLK).Ce système est facile à utiliser pour de grandes distances.
- Interbus-S :La communication des données est hiérarchisée.
- Profibus :Process Field Bus modélisé OSI.

9.5.3 Cartes de séparation

Tout le problème de communication et celle de sécurité intrinsèque, que nous allons étudier en détail dans le chapitre suivant, est traitée par utilisation des cartes de séparation.(ang. :marshall). Cette carte de séparation a comme but de, comme suggère le terme, séparer la zone de sécurité intrinsèque et la zone sûre. La zone de sécurité intrinsèque c'est la chambre de contrôle et l'environnement direct et la zone sûre (zone Ex) c'est la zone où il y a risque d'explosion.

La séparation se fait par l'utilisation de ces marshall et il existe deux types de marshall, à savoir la barrière zener et la séparation galvanique.

Séparation galvanique

En plus de protéger contre des explosions la séparation galvanique va protéger les circuits de mesure et de contrôle contre la déformation de signaux et les piques de courant. Ces modules vont aussi arranger la transformation, standardiser et diviser les signaux de mesure et de contrôle.

Comment ça fonctionne? La séparation est prévue par un transformateur avec lequel la tension de mesure est transmise de façon sûre à la logique de contrôle. La tension DC doit être transformée à la primaire en une tension AC et à la secondaire l'action inverse se produit. Les signaux des capteurs sont transformés en des signaux utilisables comme par exemple le signal Pt100 est

transformé en 4-20mA ou une tension 0-10V en 4-20mA ou l'inverse. Des signaux analogues peuvent être amplifiés certainement s'il faut concilier des grandes distances. Dans un environnement industriel il y a beaucoup de possibilité de bruit de haute fréquence qu'on peut filtrer.

Barrière zener

Les barrières zener évitent la transmission de courants de niveau excessif de la zone de sécurité intrinsèque dans la zone sécurisée. Cette solution est choisie si la séparation galvanique n'est pas nécessaire ou est prévue d'une autre manière. Les conditionneurs encastrés s'occupent de la protection de la transmission de signaux spécialement quand des courants de compensation qui résultent de la boucle de terre apparaissent. Il faut contrôler que la barrière zener soit alimentée de façon externe.

Comment ça fonctionne? Il y a deux types de barrière zener c'est à dire la barrière simple (single) et la barrière double.

barrière simple (single) : La barrière simple limite le courant et la tension

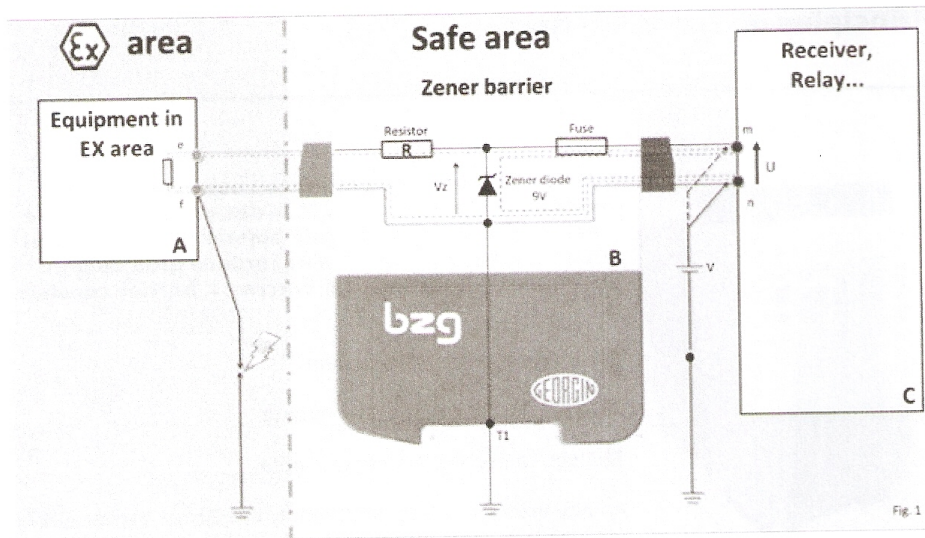


FIGURE 9.24 – bron : <http://www.sensorland.com/HowPage120.html>

et il n'y a pas de séparation galvanique. S'il se produit une faute entre m et n, la diode zener, qui est protégée elle-même par un fusible, va limiter la tension qui peut apparaître dans la zone Ex et la résistance limite le courant.

S'il se forme une faute entre m, n et la terre, les points e et f relatifs vis-à-vis la terre ne vont jamais dépasser la tension zener si la barrière est mise à la terre correctement.

barrière double :

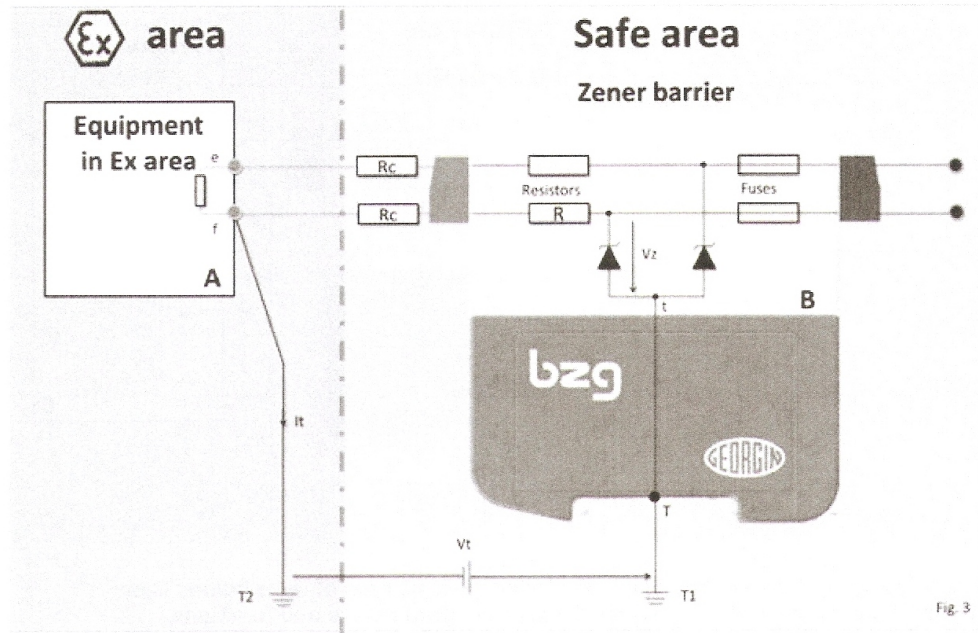


FIGURE 9.25 – bron :<http://www.sensorland.com/HowPage120.html>

L'avantage de ce type est que dans le cas d'une erreur de mise à terre, le courant de boucle est plus limité.

- single : $I_t \leq \frac{V_t}{R_c}$
- double : $I_t \leq \frac{V_t + V_z}{R_c + R}$