

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

I L'électrotechnique

1- Définition :

L'**électrotechnique** est une filière qui est liée aux applications pratiques de l'électricité, telles que : la production, le transport, la distribution, le traitement, la transformation, la gestion et l'utilisation de l'énergie électrique.

2- Fondements de l'électrotechnique

- **Production et consommation de l'énergie électrique**

On utilise l'énergie primaire (potentielle de pesanteur, nucléaire, thermique...) que l'on transforme en énergie mécanique (rotation dans une turbine) qui elle-même est transformée, dans une centrale électrique en énergie électrique via un générateur électrique. Le courant électrique est produit sous forme continue ou alternatif monophasé ou triphasé.

- **Transport de l'énergie électrique**

L'électricité est transportée sur des longues distances, à travers des câbles électriques On choisit généralement un courant alternatif à très haute tension en triphasé. Le choix d'une tension élevée permet d'abaisser l'intensité du signal et donc, de réduire les pertes par effet Joule dissipée dans le câble durant le transport.

- **Traitement**

Le traitement de l'énergie électrique peut se faire à des fins de gestion et de sécurité : il s'agit de l'appareillage électrique, ou de la conversion d'énergie : machine électrique, transformateur électrique, électronique de puissance, en sont les principaux constituants.

3- La puissance électrique :

Puissance apparente

La puissance apparente est une caractéristique de construction des machines électriques. Celles-ci sont prévues pour un fonctionnement sous une tension nominale **Un** déterminé par l'isolation de la machine, et avec un courant nominal **In** déterminé par les possibilités de refroidissement

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Puissance active :

La **puissance active est définie comme étant la valeur moyenne de la puissance instantanée**. Elle dépend des valeurs efficaces de la tension, du courant et du déphasage φ entre les deux grandeurs ; $P = UI \cos\varphi$. La puissance active absorbée par un récepteur est toujours positive.

La puissance réactive :

Par analogie avec la puissance active $P = UI \cos\varphi$, la puissance réactive est donnée par la relation $P_r = U I \sin\varphi$

Le signe de la puissance réactive est fonction de l'angle de déphasage produit par le récepteur considéré :

- La puissance réactive est positive pour un récepteur inductif ($\varphi > 0$),
- La puissance réactive est négative Pour un récepteur capacitif ($\varphi < 0$).

Dans une installation à composants inductifs, la puissance réactive est positive, elle est consommée sur le réseau qui alimente cette installation.

Par contre, les condensateurs fournissent de la puissance réactive au réseau puisque la puissance réactive est négative.

4- Machines électriques

Une machine électrique est un dispositif qui transforme l'énergie électrique en travail en se basant sur les lois de l'électromagnétisme:

- Les machines électriques qui produisent de l'énergie électrique à partir d'une énergie mécanique sont appelées génératrices, dynamos ou alternateurs suivant la technologie utilisée.
- Les machines électriques qui produisent une énergie mécanique à partir d'une énergie électrique sont appelées moteurs.

Machine à courant continu

Est une machine qui fonctionne avec le courant continu, elle est utilisée généralement dans les micromoteurs.

Machines à courant alternatif

On distingue essentiellement : Machines synchrones et machines asynchrones

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Machines synchrones

Est une machine dont la vitesse de rotation est proportionnelle à la fréquence du courant qui la traverse.

Machines synchrones

Dans une telle machine la vitesse de rotation n'est pas proportionnelle à la fréquence du courant qui la traverse.

5- Les composants électrotechniques :

Les diodes, les transistors de puissance, Thyristor et Triac, l'IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)

Remarque :

Le transistor IGBT est constitué du transistor MOSFET et du transistor bipolaire, ce composant est utilisé dans le domaine des moyennes et fortes puissances au-delà de 600V, jusqu'à 3000V, voire 6000V.

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

II Télécommunication

2.1 Utilisation du concept cellulaire

Le concept de cellulaire fut un tournant majeur dans la résolution du problème de congestion spectrale et celui de la capacité utilisateur. Il consiste à remplacer l'unique transmetteur à grande puissance (grande cellule) par plusieurs transmetteurs de faible puissance (petites cellules) chacun assurant la couverture à une petite portion de la zone à servir. A chaque station de base est allouée une portion du nombre total de canaux disponibles et qui est différente pour les stations adjacentes, ainsi tout le spectre disponible est alloué à un petit nombre de stations de bases voisines tout en minimisant l'interférence entre les stations.

2.2. Réutilisation de fréquence

Pour un système cellulaire possédant un total de S canaux duplex disponibles et si les S canaux sont divisés en N cellules disjointes de k canaux ($k < S$) chacune, alors le nombre total des canaux disponibles peut être exprimé par :

$$S = k * N$$

Les N cellules qui utilisent l'ensemble des fréquences disponibles est appelé motif (cluster). Si le motif est reproduit M fois dans le système, le nombre total des canaux duplex, C , peut être pris comme mesure de la capacité et est donné par :

$$C = M * k * N = M * S$$

A cause du fait que la géométrie hexagonale a exactement six équidistants voisins et pour assurer une connexion sans vide entre les cellules adjacentes, le nombre de cellules par cluster, N , ne peut avoir que des valeurs satisfaisant l'équation :

$$N = i^2 + ij + j^2$$

Où i et j sont des entiers non-négatifs.

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

2.3. Stratégies d'attribution des canaux

Dans le cas de la stratégie fixe, on alloue à chaque cellule un ensemble prédéterminé de canaux. Un appel ne peut être fait à partir de la cellule que dans le cas où il existe un canal libre dans le cas contraire l'appel est tout simplement bloqué.

Pour la stratégie dynamique, les canaux ne sont pas alloués d'une manière permanente. A chaque requête d'un appel, la station de base demande un canal au MSC, ce dernier alloue un canal selon un algorithme qui prend en considération la vraisemblance de blocage dans la cellule, la distance de réutilisation du canal, et bien d'autres fonctions ayant trait au coût.

2.4. Itinérance (hand off)

Quand un mobile, en cours de conversation, entre dans une cellule différente, le MSC transfère automatiquement l'appel à un autre canal de la nouvelle station de base (hand off).Le traitement du hand off est une tâche importante du system radio cellulaire

Plusieurs problèmes sont soulevés en pratique, notamment pour les véhicules rapides qui traversent la cellule en quelques secondes, pendant que les piétons peuvent ne jamais avoir besoin de hand off pendant un appel. Une solution consiste à utiliser des antennes élevées (souvent sur le même immeuble ou tour) avec des niveaux de puissance différents, et fournir ainsi des grandes cellules et des petites. On parle de l'approche à cellule parapluie, et qui consiste donc à offrir une grande zone de couverture aux utilisateurs se mouvant à grande vitesse et des zones plus petites pour les autres(Fig. 1.1).

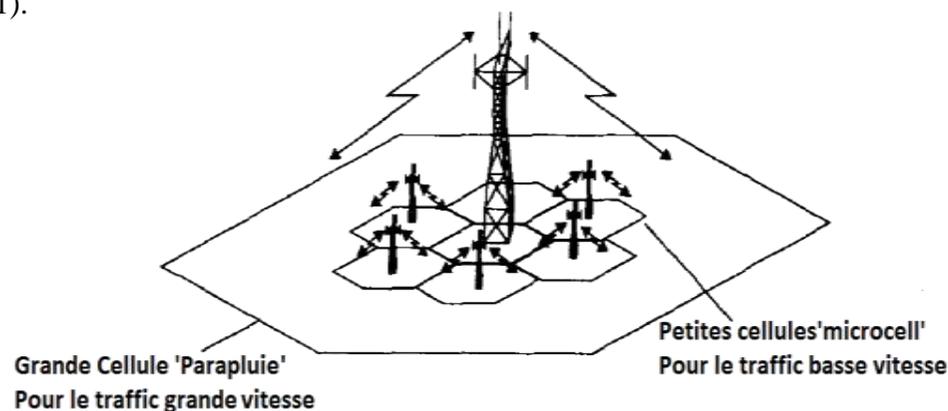


Fig. 1.1

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Une caractéristique des nouveaux systèmes cellulaires est leur capacité à faire des décisions de hand off en se basant sur une grande variété de métriques autres que la force du signal. L'interférence co-canal et l'interférence du canal adjacent peuvent être utilisées avec la force du signal pour fournir un algorithme multidimensionnel pour déterminer le moment d'effectuer le hand off.

2.5 Diminution des interférences

Les interférences sont le principal facteur limitant les performances des systèmes radio cellulaires. L'interférence est plus accrue en zone urbaine (*nous avons étudié le cas de Béjaia*) à cause d'un plus grand niveau de bruit RF et l'existence de beaucoup de stations de bases. Pour diminuer cette interférence, nous avons procédé à une séparation physique d'une distance minimale qui assure l'isolation suffisante de la propagation. Cette interférence, notée Q , devient une fonction du rayon de la cellule R et la distance D entre les centres des cellules co-canal les plus proches.

$$Q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

Si i_0 est le nombre de cellules co-canal, alors le ratio signal/interférence (S/I) est donné par :

$$\frac{S}{I} = \frac{S}{\sum_{i=1}^{i_0} I_i}$$

Où S représente la puissance du signal de la BTS de la cellule, et I_i est la puissance interférence causée par l' i ème cellule co-canal.

La puissance moyenne P_r reçue à une distance d de l'antenne est approximativement donnée par :

$$\text{Ou} \quad P_r = P_0 \left(\frac{d}{d_0} \right)^{-n}$$

$$P_r \text{ (dBm)} = P_0 \text{ (dBm)} - 10n \log \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Où P_0 est la puissance reçue à une distance référence proche de l'antenne. Et n , l'exposant path loss.

En supposant les puissances de transmission dans toutes les stations de bases sont identiques ainsi que l'exposant path loss à travers toute la zone de couverture, S/I pour un mobile vaut approximativement :

$$\frac{S}{I} = \frac{P_0 R^{-n}}{\sum_{i=1}^{i_0} (D_i)^{-n}}$$

2.6 Capacité de systèmes

Si on considère seulement la première couche de cellules interférentes, et si toutes ces cellules sont équidistantes de la station de base désirée, cette formule peut se simplifier en :

$$\frac{S}{I} = \frac{(D/R)^n}{i_0} = \frac{(\sqrt{3N})^n}{i_0}$$

Equation qui relie le ratio S/I au cluster N .

Pour le cas d'un cluster de 7, avec le mobile se trouvant sur la frontière de la cellule, alors on peut voir que le mobile est à une distance $D-R$ des deux cellules co-canal les plus proches et approximativement à $D+R/2$, D , $D-R/2$ et $D+R$ des autres cellules Fig. 1.3]. L'équation (Eq.1)

Peut être approximée par :

$$\frac{S}{I} = \frac{R^{-n}}{2(D-R)^{-n} + 2(D+R)^{-n} + 2D^{-n}}$$

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Nous avons ainsi obtenu le schéma type pour la zone urbaine subdivisée en petites zones

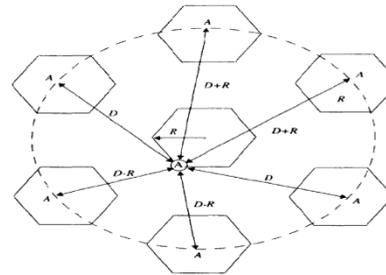


Fig. 1.2

Pour $N=7$, le ratio Q vaut 4.6, donc le cas le plus mauvais de S/I est approximativement 53,36 (17,27 dB), tandis que une valeur exacte en utilisant l'équation (Eq.1) donne la valeur 17,8 dB]. Ainsi pour un cluster de 7 cellules, le rapport S/I est légèrement inférieur à 18 dB.

2.7 Contrôle de puissance pour réduire l'interférence

En pratique, dans les systèmes de communication radio cellulaires, les niveaux de puissances transmis par chaque unité utilisateur sont sous un contrôle constant par les stations de bases. Ce qui assure que chaque mobile utilise le minimum de puissance pour garder une liaison de qualité sur le canal montant. Ceci prolonge la durée de vie de l'unité de l'utilisateur et permet de réduire considérablement le ratio S/I du canal montant dans le système.

Le contrôle de puissance prend une grande importance dans les systèmes à étalement de spectres comme le CDMA, dans lesquels tous les utilisateurs dans toutes les cellules partagent le même canal radio.

2.8 Amélioration de la capacité des systèmes cellulaires

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

Avec l'augmentation de la demande aux services, le nombre de canaux assignés aux cellules devient insuffisant pour supporter tous les utilisateurs. Aussi, des techniques de partitionnement de cellule et de sectorisation sont utilisées en pratique pour étendre les capacités des systèmes cellulaires. Le partitionnement des cellules permet la croissance du nombre de cellules et la sectorisation utilise des antennes directionnelles pour de plus amples contrôles de l'interférence et la réutilisation de fréquence des canaux.

III Introduction aux réseaux mobiles

3.1 Introduction a la 3G :

L'UMTS est un réseau mobile de troisième génération capable d'offrir des bénéfices significatifs à l'utilisateur en termes de services à valeur ajoutée, tels que l'accès Internet à haut vitesse, le téléchargement de fichiers (*audio et vidéo*) ou alors la visiophonie.

L'UMTS se base principalement sur la technique d'accès multiple large bande WCDMA pour y offrir ce type de service. Le système universel UMTS a été choisi dans le but de faire une distinction avec les systèmes de première et de deuxième génération qui sont considérés comme des systèmes axés principalement sur le service de la voix. Dans ce chapitre, nous allons présenter les concepts de base de l'UMTS et puis nous verrons son architecture en général. Nous verrons également les protocoles radio de l'interface d'accès, la description des canaux de transport ainsi que la gestion des ressources radio.

La R99 prépare l'évolution vers la solution cible tout IP en introduisant dès les débuts de l'UMTS un transport convergent des flux voix et données. Les versions ultérieures de la norme UMTS intègrent une évolution encore plus nette vers une architecture de type NGN. Nous allons présenter à la fin de ce chapitre, la Release 4 qui est la première étape vers un cœur de réseau tout IP, et la Release 5 finalise cette évolution

3.2-la quatrième génération d'un réseau mobile :

Les services de communications mobiles sont en train de suivre la même évolution que celle des services fixes, c'est-à-dire une transition accélérée vers l'accès à très haut débit. Ce sont les réseaux de La norme LTE (Long Term Evolution), aussi dénommée 4G qui permettent de

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

répondre aux demandes croissantes des usages mobiles, tant en termes de qualité des services offerts que de capacité d'écoulement du trafic par les réseaux.

Ces fréquences sont destinées au déploiement de réseaux mobiles à très haut débit, pour apporter au consommateur une capacité et une qualité de services supérieures aux offres actuelles d'internet mobile. La technologie LTE « Long Term Evolution » offre aux utilisateurs des débits de plusieurs dizaines de Mbit/s, largement supérieurs aux performances des technologies 3G et 3G+ actuellement déployées, ainsi que des latences plus faibles favorisant une meilleure interactivité.

Avec le 4G, on se dirige vers la transmission de toutes les informations. Voix et donnée. Par IP, le même protocole qu'on utilise sur Internet. Pour les fournisseurs, c'est plus facile et moins cher à gérer. Ça facilite aussi le développement d'applications multimédias. Cette génération permet des vitesses de téléchargement plus rapides et des temps de latence plus courts.

Selon les critères de l'Union internationale des télécommunications (UIT), qui établit les normes pour les réseaux cellulaires, le vrai 4G devrait offrir des vitesses de téléchargement de 100 Mbit/s pour un utilisateur en mouvement et de 1 Gbit/s en mode stationnaire. [12]

3.3-Le but de la 4G :

Les principaux objectifs visés par les réseaux de 4^{ème} génération sont les suivants :

- Assurer la continuité de la session en cours.
- Réduire les délais et le trafic de signalisation.
- Fournir une meilleure qualité de service.
- Optimiser l'utilisation des ressources.
- Réduire le délai de relève, le délai de bout-en-bout, la gigue et la perte de paquets.
- Minimiser le cout de signalisation.

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

3-4-Qualité de service dans le réseau 4G :

Le développement du réseau Internet et le nombre d'utilisateurs pouvant se connectés à ce réseau imposent le recours des niveaux importants de QoS. Dans cette perspective, plusieurs groupes de travail ont vu le jour pour les réseaux 4G. Les nouveaux besoins en terme de mobilité des utilisateurs et la croissance des réseaux ont fait migrer le problème vers la technologie des réseaux sans fil. [21]

3.5-Les standards utilisés d'un réseau 4 G :

le WIMAX :

Le WiMAX mobile (Standard IEEE 802.16e) est la version qui apporte la mobilité au WiMAX fixe tout en restant interopérable avec celui-ci. A partir d'une station de base (BS) vers des clients mobiles (MS) se déplaçant à moins de 120 km/h en passant d'une antenne à l'autre, l'IEEE 802.16e prévoit la transmission de données à des débits allant jusqu'à 30 Mb/s sur une zone de couverture d'un rayon inférieur à 3,5 km.

3.5 Conclusion

Pour bénéficier des services de cette technologie, les équipements mobiles devront intégrer un composant dédié. Au niveau de l'interface physique, IEEE 802.16e utilise la méthode d'accès OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) qui permet d'adapter les canaux de manière dynamique.

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

IV. Automatique

4.1 . Introduction

L'Automatique est une discipline scientifique qui vise à conférer à un système, des propriétés souhaitées et ce sans intervention humaine (fonctionnement autonome).

4.1.Introduction

4.2 Fonctions principales de l'automatique:

-Surveillance et Sécurité:

Ces fonctions de type tout/rien sont réalisées par des automates programmables. Exemples : fin de course d'un chariot, débranchement de l'objet de commande en cas de problème, etc.

Asservissement et Régulation:

Dans la plupart des installations industrielles, il est nécessaire de maintenir des grandeurs physiques constantes (exp: vitesse, débit, température,...). On parle alors de **régulation**.

On parle d'**asservissement** ou de poursuite, quand la réponse d'un système varie selon les variations de l'entrée de commande (exemple, exécution d'une tâche par un bras de robot).

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

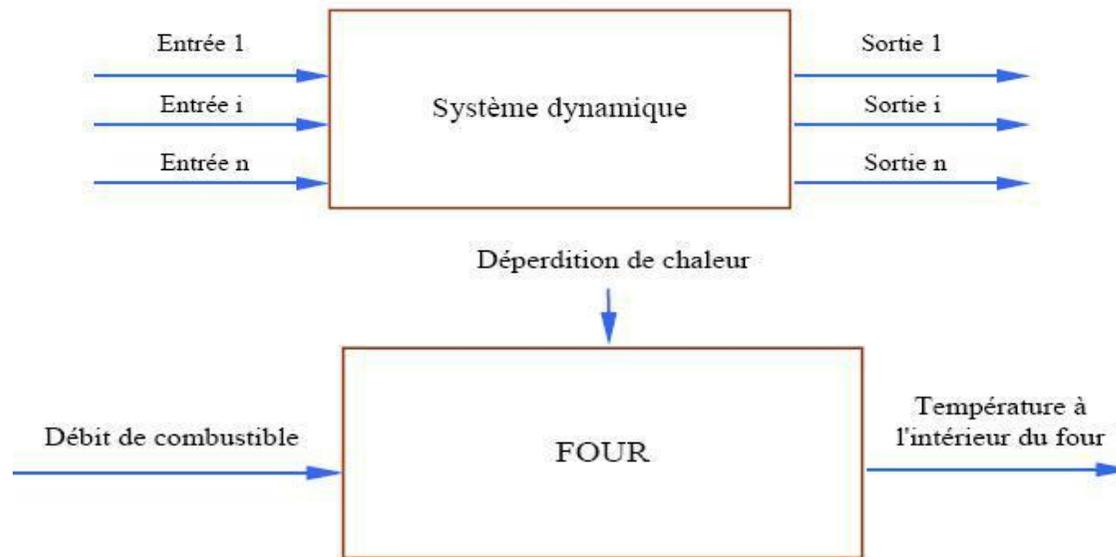
4.3. Notion de Système

Définition:

Un système est une combinaison de composants interconnectés pour réaliser une tâche. Chaque composant est un organe fonctionnel de nature mécanique, électrique, hydraulique, chimique, etc. Le comportement complet d'un système réel est généralement décrit par plusieurs grandeurs physiques (entrées ou sorties).

Par exemple pour un four on pourrait relever les grandeurs suivantes :

- entrée de commande : débit de combustible
- entrée de perturbation : déperdition de chaleur
- sortie : température à l'intérieur du four.



ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

4.4 Classification des systèmes

1-Continuité:

Systeme continu: toutes les grandeurs qui le caractérisent sont de nature continue.
L'information est disponible à tout instant.

Systeme échantillonné (discret): l'information n'est disponible qu'à des instants bien déterminés ($T, 2T, 3T, \dots$).

2-Linéarité:

Systeme linéaire : la relation entre l'entrée et la sortie est une équation différentielle linéaire à coefficients constants.

Systeme non linéaire : caractérisé par des équations non linéaires (exemples: saturation, tout/rien, zone morte, ...).

3-Système statique/dynamique:

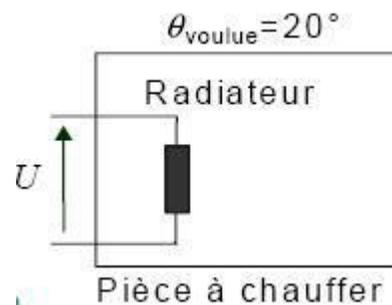
un système est dit statique si son évolution ne dépend pas du temps. Contrairement au système dynamique dont le comportement dépend de son passé.

4.5 Système en Boucle Ouverte

Un système est dit en boucle ouverte *si la sortie n'a aucun effet sur l'entrée*.

Avantage : simplicité.

Inconvénient : mauvais comportement en présence des perturbations. Pour une même tension U , la température risque de varier en fonction de celle de l'environnement.

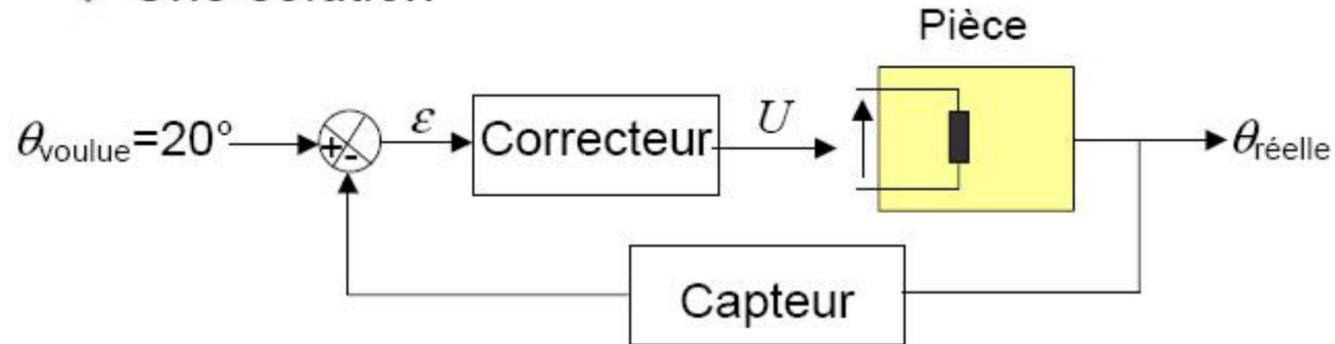


ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

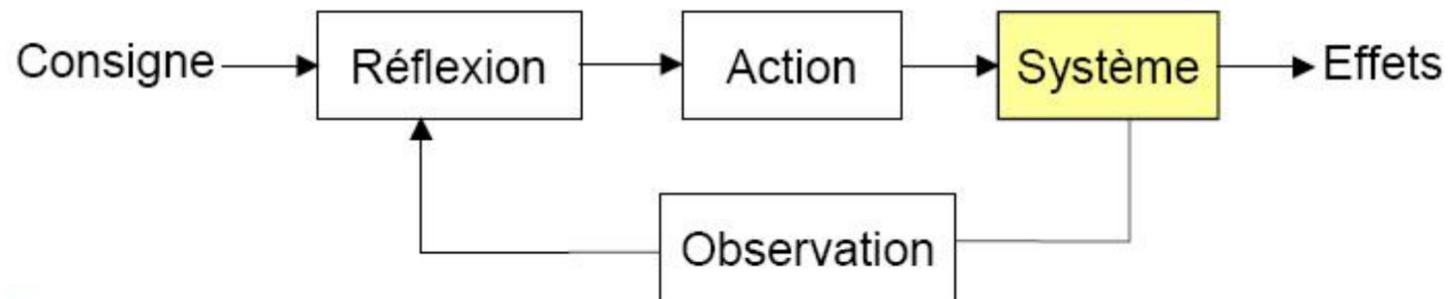
4.6 Système en Boucle Fermée et Notion de Régulation

❑ Exemple : régulation de température

◆ Une solution



❑ Analogie avec l'homme



ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

4.7 Synthèse d'un Système Asservi

Les étapes de conception d'un système automatique sont les suivantes:

- 1- Analyse et compréhension du fonctionnement du système en question.
- 2- Modélisation mathématique du système et calcul de sa fonction de transfert.
- 3- Analyse de son comportement (précision, rapidité,...).
- 4- Conception et calcul du régulateur.
- 5- Implantation pratique: analogique (*en général, à base des amplificateurs opérationnels*) ou numérique (*par calculateur*).

4.8. Commande Numérique

L'évolution de la commande numérique est étroitement liée à celle des calculateurs.

- 1950s : idée d'exploiter l'ordinateur en automatique, pour certaines réalisations spatiales et militaires. Mais, coût ↑, fiabilité ↓, performances ↓.

-1965 : apparition des mini-ordinateurs → Gros industriels.

- 1972 : Apparition des micro-processeurs → Banalisation.

-Nos jours : plusieurs types de calculateurs (micro-processeurs, micro-contrôleurs, DSP, kits dSpace, PLD, FPGA,...)et généralisation de la commande numérique (... , voitures, appareils domestiques et même les jouets pour enfants).

Avantages:

- Souplesse : reprogrammer au lieu de refaire la réalisation.
- Capacités de décision : implémentation d'algorithmes plus sophistiqués et intelligence
- Simulation et commande à distance.
- Rejection de bruit, fiabilité, très faible coût,...

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

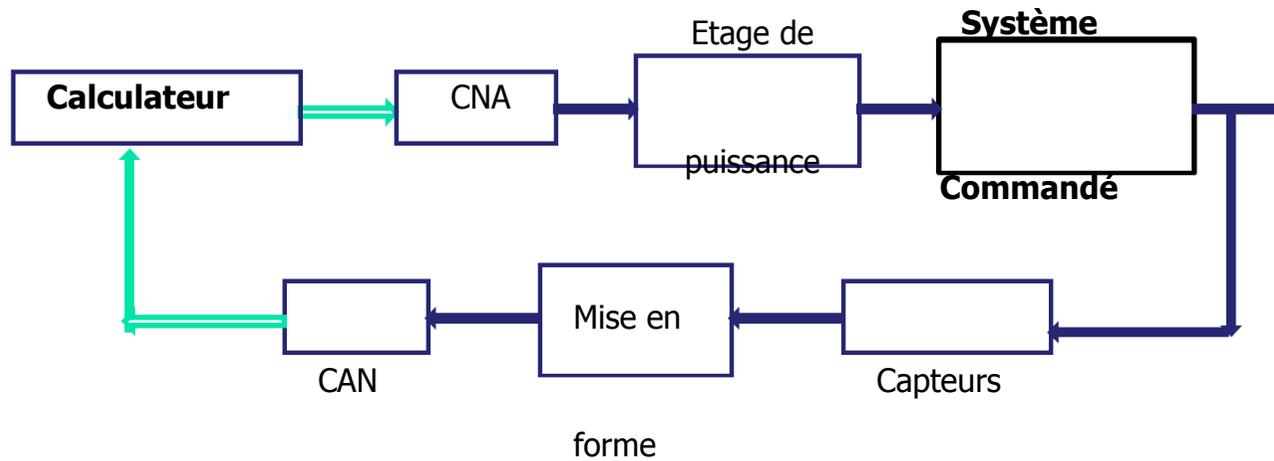


Schéma de la commande numérique

CAN : convertisseur analogique numérique de résolution : 8, 12, 16 bits,

CNA : convertisseur numérique analogique.

Calculateur: micro-contrôleur, DSP, Micro-ordinateur, Automate,...

Mise en forme: amplification, filtrage,

Capteurs: tachymètre pour la vitesse, thermomètre pour la température, ...

[Tapez un texte]

ETAT DE L'ART DU GENIE ELECTRIQUE

V. Conclusion

L'évolution de l'automatique à travers le temps est liée → besoins et exigences, théorie des systèmes, calculateurs, informatiques et outils de conception.

De nos jours : - Dispositifs très sophistiqués dédiés à l'automatisation.

Outils de simulation et de conception.

Spécialisation dans les techniques de commande.

Intelligence artificielle.