

T 2000 conduite des processus industriels

surveillance régulation identification





1 - AUTOMATISATION DES PROCESSUS	3
LE PROCESSUS	3
DESCRIPTION D'UN PROCESSUS	3
GRANDEURS DECRIVANT UN PROCEDE	4
NOTION DE MODELE	4
SYSTEME D'ACQUISITION	5
SYSTEME DE COMMANDE SEQUENTIELLE	5
SYSTEME DE COMMANDE CONTINUE LOCALE	5
SYSTEME DE COMMANDE CONTINUE CENTRALISEE	5
2 - MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'AUTOMATISME	7
CONCEPTION DU SYSTEME	7
ANALYSE DU PROCESSUS	7
SYNTHESE DU SYSTEME	9
EXPLOITATION DU SYSTEME	9
CONCLUSION	10
3 - SOLUTION APPORTÉE PAR LA CHAINE NUMÉRIQUE D'AUTOMATISME T 2000	12
DANS LA CONCEPTION DU SYSTEME	12
ANALYSE DU PROCESSUS	12
SYNTHESE DU SYSTEME	12

4 - PROGRAMMATION D'APPLICATION DE LA CHAINE NUMÉRIQUE D'AUTOMATISME T 2000	16
ORGANISATION GÉNÉRALE	16
TRAVAIL DE TYPE I	17
TRAVAIL DE TYPE II	17
TRAVAIL DE FOND	18
FONCTION DE SUPROS	18
COPRES MESURE	19
CONSTITUTION DE LA TABLE STANDARD	19
CONSTITUTION DES TABLES CAPTEURS	19
CONSTITUTION DE LA BIBLIOTHEQUE DES TRAITEMENTS ELEMENTAIRES	22
CONSTITUTION DES CARTES DE VOIES	23
LE PUPITRE OPERATEUR	24
COPRES COMMANDE	26
LES SORTIES ANALOGIQUES	27
LA BIBLIOTHEQUE DES TRAITEMENTS ELEMENTAIRES	29
LES BRANCHES	31
LES ETATS D'UNE BRANCHE	37
LES BRANCHES TEMPORAIRES	37
PUPITRE OPERATEUR	38
DEFINITION D'UNE BRANCHE	40
AIDE A LA CONCEPTION DE LA STRUCTURE DE COMMANDE	41
IDENTIFICATION	41
CALCUL DES CORRECTEURS NUMERIQUES	42
SIMULATION DES BOUCLES	42
CONCLUSION	44
ANNEXE 1	45
ANNEXE 2	46-47-48-49
ANNEXE 3	50-51
ANNEXE 4	52

1 - AUTOMATISATION DES PROCESSUS

LE PROCESSUS

Un processus industriel est un ensemble d'équipements qui permettent d'obtenir des produits finis à partir de produits bruts et d'énergie ; cette transformation doit apporter un profit à son utilisateur.

Exemple : Un haut-fourneau produit de la fonte, avec comme matériaux d'origine le minerai, le coke et l'air et comme énergie principale le coke.

Description d'un processus

La première description d'un processus est une description physique.

Prenons un exemple simple :

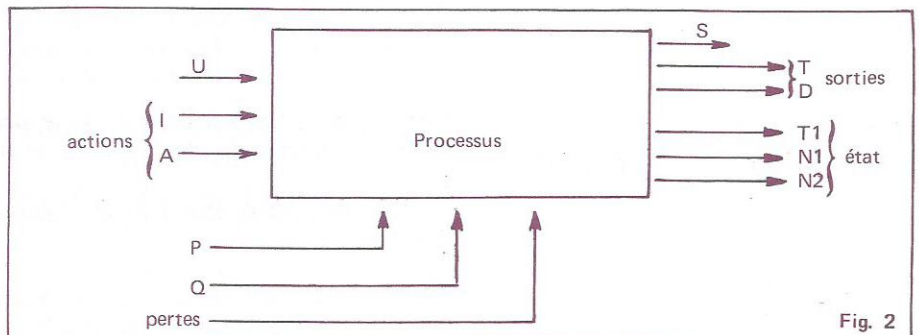
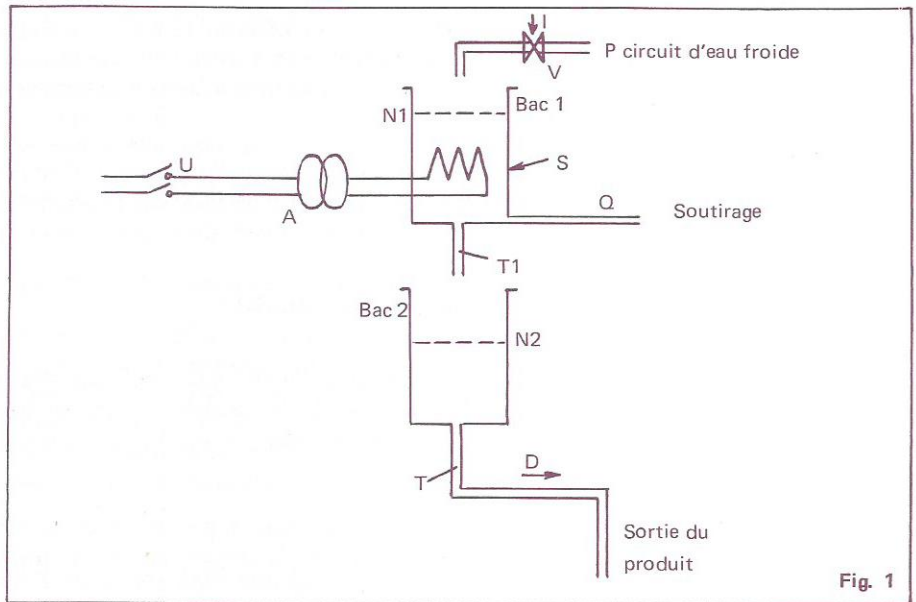
Un processus destiné à fournir un débit d'eau chaude (fig. 1)

Sa description physique : un bac 1 est alimenté par un circuit d'eau froide par l'intermédiaire d'une vanne V : ce bac est muni d'une résistance électrique alimentée par un autotransformateur : ce bac 1 s'écoule librement dans un bac 2.

Un soutirage est effectué directement sur le bac 1. Le but du processus est d'avoir un débit donné à la sortie du bac 2 à une température donnée.

Pour mieux décrire le procédé, il faut définir : les grandeurs suivantes :

- Grandeurs de sortie
- Grandeurs d'état
- Grandeurs d'entrée.



Grandeurs décrivant un procédé (fig. 2)

– Grandeurs de sortie :

Ce sont des grandeurs continues qui permettent, d'une manière générale, de juger la qualité du produit : le produit correspond-il aux objectifs fixés ?

Dans l'exemple ci-dessus, le débit **D** et la température **T** sont les grandeurs de sortie.

– Grandeurs d'état :

Ce sont des grandeurs continues qui permettent de prévoir à un instant donné, l'évolution ultérieure du système : dans l'exemple, la température T1 du bac 1 et les niveaux N1 et N2 sont des grandeurs d'état. Les grandeurs d'état et les grandeurs de sortie ne sont généralement pas indépendantes.

– Grandeurs d'entrées :

Ce sont des grandeurs indépendantes, qui se divisent en deux groupes :

- Celles que l'opérateur peut commander : nous les appelons **actions** : ici la position I de la vanne et la position A de l'autotransformateur.
- Celles que l'opérateur ne peut commander : nous les appelons **perturbations** : dans notre exemple, la pression d'alimentation P, le débit de soutirage Q, les pertes thermiques sont des perturbations.

Toutes ces variables sont continues ; nous pouvons définir d'autres variables du type booléen, variables d'état et d'actions, qui décrivent aussi le processus, par exemple :

Le niveau N1 immerge la résistance ou non.
L'autotransformateur est alimenté ou pas.

Nous appelons **Mesures** toutes les grandeurs qui sont prises comme images des grandeurs de sortie, d'état, de perturbations et d'actions. Remarquons que toutes celles-ci ne sont pas forcément accessibles à "la mesure".

Les **résultats** : nous rassemblons sous ce terme, toutes les grandeurs calculées à partir des mesures pour permettre à l'utilisateur d'apprécier le fonctionnement de son procédé : ce sont par exemples des bilans économiques, des valeurs de stock, ou des valeurs de critères divers.

Notion de modèle

Les grandeurs d'état suffisent pour décrire à chaque instant le fonctionnement du processus ; les grandeurs d'entrée (actions et perturbations) décrivent aussi l'état du processus à un instant donné si leurs évolutions antérieures sont connues.

En effet, ces deux types de variables ne sont pas indépendantes : elles sont reliées par des équations que nous appellerons **modèle mathématique**. La recherche du modèle s'appelle l'identification du processus : elle se fait soit par des méthodes analytiques, soit par des méthodes expérimentales. Suivant la qualité des résultats, le modèle sera dit "grossier" ou "fin".

SYSTÈME D'AUTOMATISATION

Pour assurer le fonctionnement du processus, on a désigné des opérateurs : leur mission est d'atteindre des objectifs de production et de productivité.

Les moyens élémentaires dont ils disposent sont les commandes des actions décrites plus haut.

Cependant, ils sont aidés dans leur travail par le système d'automatisation qui a pour but d'améliorer les performances :

- en allégeant les tâches routinières des opérateurs,
- en améliorant la "qualité" des produits,
- en augmentant les productions,
- en réduisant les coûts.

D'une manière plus générale, l'automatisation de la conduite des procédés a pour conséquences de redistribuer les tâches entre l'opérateur et le système, en confiant à l'opérateur le pouvoir de décision à un niveau de plus en plus élevé.

Système d'acquisition

C'est la partie essentielle des automatismes industriels, car elle en conditionne le fonctionnement ; elle consiste à mesurer différentes grandeurs sur le processus et à exploiter ces informations pour connaître l'état dans lequel se trouve le processus.

Suivant le degré d'automatisation, les mesures seront plus ou moins précises et nombreuses, et les résultats donnés à l'opérateur seront plus ou moins clairs : dans la gamme des possibilités, les deux extrêmes sont par exemple :

- la lecture d'une mesure sur un cadran
- l'impression d'un bilan donnant l'état actuel et la tendance d'évolution d'un rendement.

Dans le système d'acquisition, nous plaçons aussi la surveillance du processus : là, l'automatisme se borne à informer l'opérateur des cas de fonctionnement particuliers, ceux notamment qui lui demanderont une attention plus soutenue.

Système de commande séquentielle

Les informations traitées par l'automatisme sont booléennes et nous y incluons :

- Les systèmes de sécurité
- Les systèmes de démarrage et d'arrêt
- Les systèmes d'enchaînement d'opérations.

Toutes les commandes élémentaires ne sont plus à la charge de l'opérateur : il ne reste à celui-ci que des commandes globales et il reçoit en échange des compte-rendus.

Suivant le degré d'intervention de l'opérateur et suivant le type même du procédé, les systèmes de commande séquentielle seront plus ou moins complexes.

Système de commande continue locale

Ce degré d'automatisation correspond aux systèmes de régulation : leur but est d'affranchir le processus de toutes les variations aléatoires des perturbations : l'opérateur fixe l'état dans lequel doivent se trouver un certain nombre de variables de sortie et pour cela définit un certain nombre de "consignes". L'automatisme compare alors l'état réel, et détermine les actions élémentaires à appliquer, sans que l'opérateur ait à intervenir.

Système de commande continue centralisée

L'opérateur ne fixe que des objectifs généraux : ces objectifs généraux seront formulés sous forme de critères de qualité ou critères économiques ; une politique de commande ayant été fixée par l'utilisateur, l'automatisme calcule lui-même les actions ou les "consignes" à appliquer.

Dans un fonctionnement en "guide opérateur", l'opérateur choisit d'appliquer les consignes qui lui sont suggérées par l'automatisme ; dans un fonctionnement en commande directe, l'automatisme applique lui-même ces consignes, l'opérateur n'a en échange que les compte-rendus.

Il est à remarquer que, quel qu'il soit, un automatisme a aussi pour but d'augmenter la sûreté et la sécurité du fonctionnement du processus ; cet objectif sera généralement atteint :

2 - MISE EN PLACE D'UN SYSTÈME D'AUTOMATISME

CONCEPTION DU SYSTÈME

Analyse du processus

Le processus est construit, ou est projeté. Le premier travail dans la conception du système de conduite est l'analyse du processus.

Elle est faite par l'ingénieur spécialiste du processus. Elle consiste à trouver le modèle mathématique qui en décrit le fonctionnement.

A la phase initiale du projet, cette recherche est analytique. Cependant, "l'expérience" de l'ingénieur, la similitude avec des installations existantes, ou même l'étude expérimentale sur modèle réduit ou modèle réel permettront d'obtenir un modèle suffisant pour la détermination :

- de la structure d'acquisition
- de la structure de commande.

a - Acquisition

Le travail est de déterminer les points de mesures nécessaires pour obtenir une image satisfaisante de l'état du processus.

Le choix des traitements sera alors fait en fonction des caractéristiques particulières des mesures et des résultats que l'on veut obtenir.

b - Commande

Le problème de la commande est beaucoup plus vaste que celui de l'acquisition, car il est nécessaire de connaître le modèle à priori.

L'ingénieur doit choisir d'abord les actions qu'il va commander, dans le cadre de plusieurs solutions possibles.

Dans l'exemple de la page 3, pour régler le débit de sortie, l'opérateur a le choix entre :

- action sur la vanne (comme sur la figure)
- action sur la pression d'alimentation ou création d'une dérivation supplémentaire au bac 1. D'une manière générale, tout n'est pas commandé dans un processus réel, et les actions non utilisées sont alors considérées comme des perturbations.

Lorsque les actions sont déterminées, l'ingénieur doit concevoir les boucles de commande ; il fixe les relations qui relieront actions et mesures pour atteindre un objectif de précision, stabilité, etc... Les principales solutions possibles sont :

- Les boucles ouvertes :

L'action est appliquée à l'aide d'un "actionneur" commandé par un générateur de signal : l'opérateur a accès à des commandes élémentaires sur ce générateur.

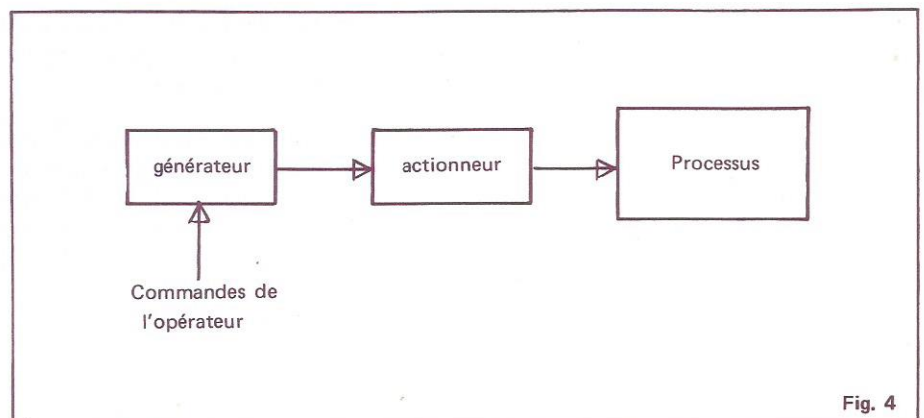
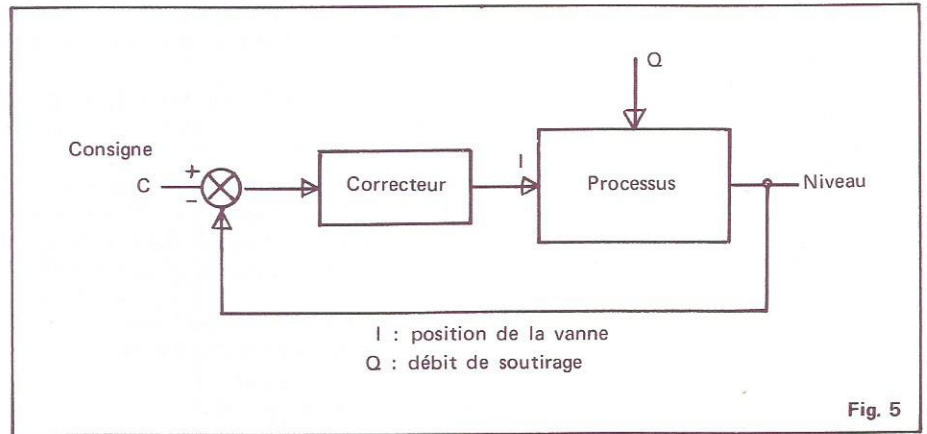


Fig. 4

– Les boucles fermées simples :

Une mesure du processus est comparée à une consigne : un correcteur déduit de l'erreur calculée l'action à appliquer.

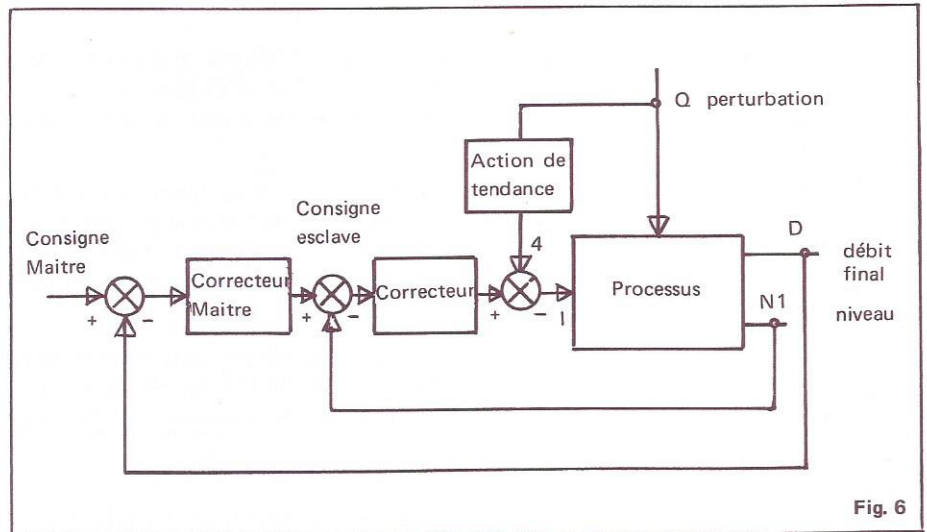
Exemple : régulation du niveau N1, en vue de s'affranchir de la perturbation due au soutirage.



– Les boucles fermées complexes :

Qui font intervenir les notions de boucles en arbres (correction de tendance), boucle maître-esclave, de rapport ou multivariable.

Exemple :



Le choix de ces boucles fait surtout intervenir les notions de **gain** dans les modèles mathématiques. Pour régler une variable, on prendra l'action qui a le plus d'influence sur cette mesure.

Par contre, les notions dynamiques (constantes de temps, ordres, amortissement, retard...) ainsi que les caractéristiques des mesures (bruit, amplitude des variations...) seront utilisées pour la détermination des **correcteurs**.

Synthèse du système

La réalisation du système d'automatisation demande d'abord la mise en place de tous les capteurs et actionneurs.

Pour la mise en oeuvre du système d'acquisition et de commande, un choix technologique est à faire entre une solution **câblée** et une solution **programmée**.

La solution câblée est la solution classique. Tout le système est décomposé en modules élémentaires, qui sont généralement analogiques. La configuration est faite par câblage et elle est donc figée.

Pour des raisons de facilité de maintenance, le nombre de modules différents est relativement restreint et les performances de calcul de ces organes limitent l'imbrication des boucles de commande et les algorithmes réalisables simplement sont peu nombreux.

La **solution programmée** est basée sur l'utilisation d'un ordinateur connecté aux entrées et aux sorties du processus par des périphériques spécialisés. Toutes les liaisons entre ces entrées-sorties et l'opérateur lui-même sont réalisées par programme. Suivant les performances du système de programmation et du matériel associé :

la précision et la complexité des algorithmes ne sont pas limitées, les gammes d'amplitude et de temps sont très larges,
les structures de commandes sont modifiables sans intervention directe sur le matériel,
d'autres fonctions d'automatisme, telles que l'identification sont facilement mises en place.

EXPLOITATION DU SYSTÈME

Une fois le système d'automatisation mis en place sur le processus, le rôle des opérateurs est de conduire l'installation en s'approchant au mieux des objectifs fixés.

Le principal problème à résoudre est le dialogue entre l'opérateur, et le système.

Il y a d'abord des informations venant du système vers l'opérateur, informations liées à la structure d'acquisition.

Les états, mesurés ou calculés, sont communiqués au moyen de visualisations ou d'impressions :

- visualisation analogique ou numérique de grandeurs
- apparition de signaux lumineux ou sonores, indiquant un fonctionnement normal ou des alarmes
- impression de messages, de compte-rendus ou d'alarmes
- impression de journaux périodiques ou à la demande décrivant l'état du processus
- impressions de bilans, permettant à l'opérateur d'obtenir les résultats généraux de l'exploitation du processus : rendements, états de stocks, données économiques:

La liaison dans le sens opérateur - système est aussi nécessaire :

- pour compléter les échanges décrits ci-dessus (acquittements d'alarme, fourniture de données extérieures au processus telles que les prix).
- pour donner les ordres de commandes au système, que ces commandes soient élémentaires ou globales.
- pour régler et ajuster le système d'automatisation. En effet, le processus peut évoluer, ou les connaissances de l'utilisateur peuvent s'accroître au cours du fonctionnement.

Une adaptation doit être faite afin de préserver ou d'améliorer l'efficacité des automatismes. On peut régler les coefficients des algorithmes utilisés et éventuellement, modifier les structures de commande.

Le dialogue opérateur - système doit se faire suivant une procédure simple tout en assurant une sûreté de fonctionnement pour le système.

Une solution câblée du problème d'automatisme limite la facilité d'exploitation. En effet, la réalisation de fonctions très diverses est difficile avec du matériel classique et le prix de revient croît rapidement avec la complexité.

Avec une solution programmée, le symbolisme dans le dialogue opérateur - système n'est pas limité. Les résultats et les commandes sont faits en un langage clair, souvent proche du langage propre de l'opérateur. La présentation et les formats d'impression sont tels que la compilation des résultats est simple et rapide.

La gamme des périphériques de communications est très étendue et ceux-ci apportent tous les avantages d'une centralisation des informations en rassemblant en un seul poste de commande :

- la sortie des résultats et des compte-rendus d'exploitation
- la surveillance du fonctionnement
- les commandes vers le processus
- les réglages et adaptation du système.

D'autres types de périphériques commandés par le calculateur de conduite peuvent présenter les données élaborées par le système d'automatisation sous une forme permettant un traitement ultérieur dans un centre de calcul (bandes perforées ou bandes magnétiques).

La réalisation de ce dialogue opérateur - système par une solution programmée procure une sûreté maximale : à cette fin, toute une série de tests sont effectués pour analyser les ordres de l'opérateur, avant leur exécution, en fonction de sa compétence et de l'état actuel du processus.

CONCLUSION

La réalisation d'un système d'automatisation peut se faire avec un calculateur numérique. Un tel équipement, accompagné d'une programmation adaptée, présente :

- La possibilité de réaliser toutes les fonctions d'acquisition et de commande nécessaires à la conduite du processus.
- Des possibilités pour l'analyse et la synthèse du système d'automatisation et pour son exploitation qui sont beaucoup plus étendues qu'avec un équipement câblé.
- La possibilité d'effectuer des travaux spéciaux particuliers à l'installation.
- Un prix de revient, pour un même service rendu, très inférieur à celui d'un équipement câblé.

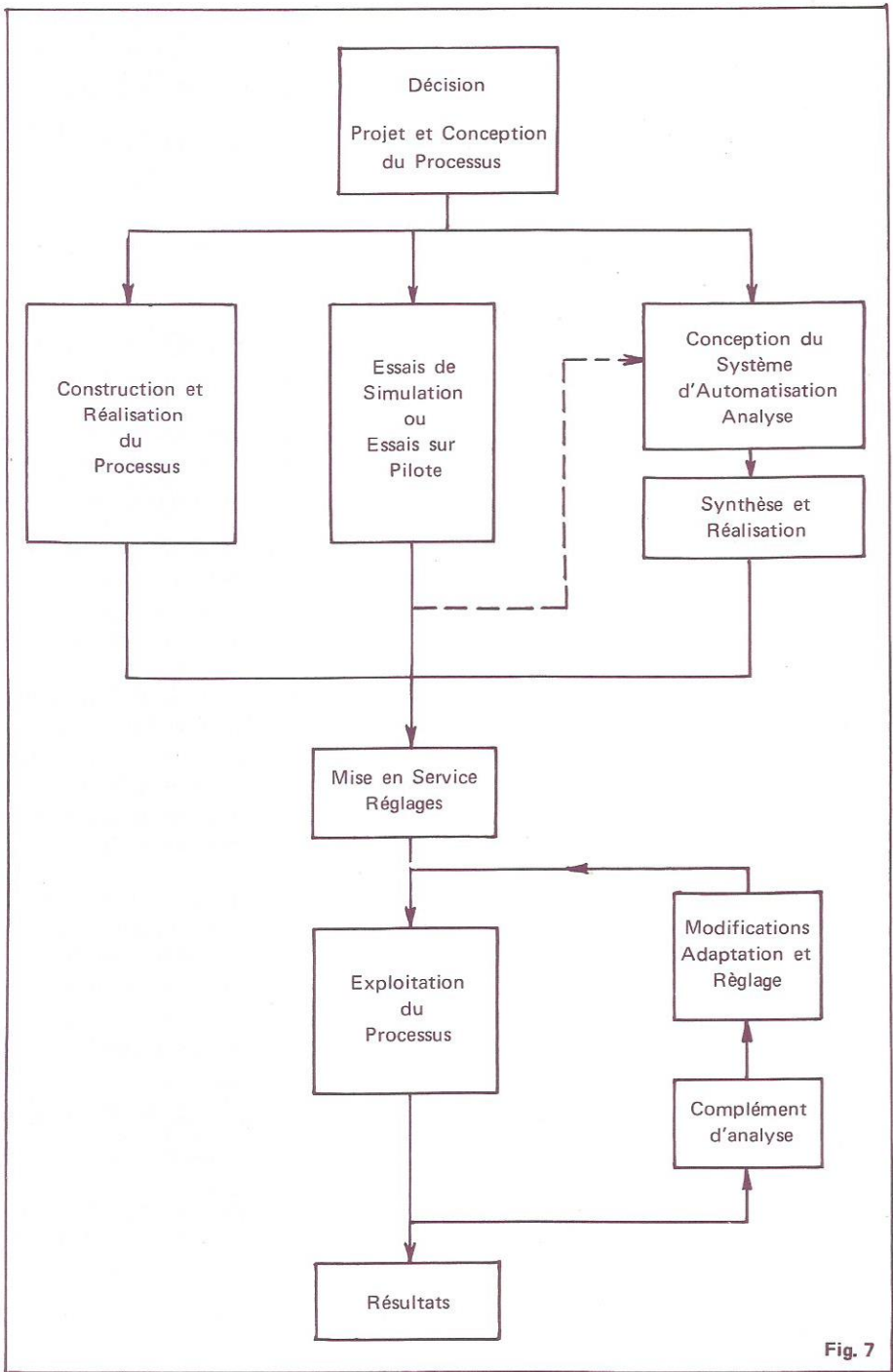


Fig. 7

Schéma de Mise en Place d'un système d'Automatisation

3 - SOLUTION APPORTÉE PAR LA CHAÎNE NUMÉRIQUE D'AUTOMATISME T 2000

DANS LA CONCEPTION DU SYSTÈME

Analyse du processus

L'analyse initiale doit être faite par l'ingénieur spécialiste du processus : c'est lui en effet, qui fixe les objectifs de l'installation et qui la connaît le mieux.

Cependant, pour faire cette analyse, il doit suivre une certaine méthodologie, qui peut lui être apportée par le constructeur du système d'automatisation :

- Celui-ci possède sa propre expérience dans le domaine de l'application.
- Il connaît les problèmes généraux de l'automatisation et possède des méthodes pour les résoudre.
- Il dispose des moyens de calcul pour mettre en œuvre ces méthodes, afin d'exploiter les résultats de l'étude analytique ou des simulations.

Il est à remarquer qu'une analyse sommaire, c'est-à-dire un modèle mathématique grossier, s'avère généralement suffisante pour la conception du système d'acquisition et du système initial de commande. Quand la réalisation correspondante sera mise en place, avec une **Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000**, l'utilisateur disposera d'un outil (matériel et programmation) pour compléter et améliorer l'analyse et la synthèse du problème.

En pratique, lors de la conception des structures d'acquisition et de commande, le choix de l'utilisateur sera guidé par les possibilités que lui offrent les différentes technologies à sa disposition. La Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 et son système de programmation présentent une **large gamme de possibilités** qui se concrétisent par :

- La liste des structures d'acquisition réalisables
- La liste des traitements standard de mesures
- La liste des structures de commandes réalisables
- La liste des algorithmes standard de commande.

Des exemples de réalisations-types complètent celles-ci et procurent une aide précieuse à l'utilisateur pour la conception du système d'automatisation.

Synthèse du système

La Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000, est un **matériel spécialement adapté à la conduite des procédés industriels**. Ce matériel comprend :

- une unité centrale
- un système d'entrées-sorties,

qui permet de commander un ensemble de périphériques conventionnels et industriels.

Ce matériel est complété :

- par un **système de programmation de base**, donnant à l'utilisateur un outil efficace pour mettre au point ses propres programmes,
- par un **système de programmation d'applications** dont les caractéristiques sont :
- **L'universalité :**

Les programmes composant le système permettent de résoudre la plupart des problèmes posés par la réalisation d'une automatisation de processus.

L'acquisition des mesures, le traitement et la surveillance des mesures sont réalisés par des programmes standard interprétant toutes les données nécessaires fournies par l'utilisateur à la conception du système.

La commande continue des processus (en mode de supervision ou de Régulation Numérique Directe) est assurée par des programmes standard, utilisant une vaste bibliothèque d'algorithmes ; ces programmes permettent une structure évolutive, que l'utilisateur peut adapter en fonction de la progression de son expérience et de ses connaissances sur le processus.

– **La modularité :**

Les différents programmes sont indépendants les uns des autres. Pour une installation donnée, tous ne sont pas nécessaires et l'ingénieur ne conserve que ceux qui lui sont utiles.

Cette modularité procure :

- Une bonne adaptation aux besoins de l'utilisateur,
- Une facilité d'extension aussi bien pour une extension du matériel que pour une extension des travaux effectués par l'automatisme.

– **La souplesse :**

La possibilité est offerte à l'utilisateur de créer ses propres programmes, pour exécuter soit des travaux complémentaires pour la conduite du processus, soit des travaux particuliers sans rapport direct avec le problème d'automatisation.

L'utilisation de la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 et de sa programmation d'application supprime toute l'analyse de l'ingénieur-programmeur. Seul l'ingénieur du processus, ayant défini la solution, remplit un ensemble de "cartes" en un langage symbolique.

Les avantages de ce système sont :

- De ne nécessiter pour l'utilisateur aucune connaissance en programmation,
- De réduire le temps de mise au point : le corps même du programme étant testé une fois pour toutes, par le constructeur,
- D'optimiser les performances du système, en durée d'exécution et en encombrement de mémoire, le programme étant réalisé par des spécialistes de la machine,
- D'augmenter la sûreté, les opérateurs n'ayant jamais accès au corps même du programme, mais seulement à des données.

Ces avantages qui concourent à une diminution du prix de revient de l'installation, restent valables pour les travaux particuliers que l'utilisateur désire ajouter aux fonctions classiques de l'automatisation. En effet, lors de son analyse et pour la réalisation de ses programmes, il utilisera toutes les possibilités offertes par les modules du système (gestion des priorités et gestion des échanges avec les périphériques).

POUR L'EXPLOITATION DU SYSTÈME

Le problème du dialogue Opérateur - système est résolu par la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 :

- par les périphériques conventionnels de communications (imprimante, téléimprimeur, console de visualisation).
- par les périphériques spécialisés (pupitres) et leur programmation.

La présentation des résultats est réalisée par des programmes modulaires :

- impression de messages d'alarme
- impression de messages de compte-rendu
- impression de journaux standard, qui se fait sous le contrôle de l'opérateur par l'intermédiaire d'un pupitre
- visualisation sur une platine d'affichage, ou sur un enregistreur analogique banalisé
- autres types de communications, répondant aux besoins particuliers de l'installation.

Les programmes correspondants seront alors élaborés sur mesure, mais ils utiliseront les modules d'échange du système général, ce qui réduit leur analyse à une simple mise en page.

La commande et le réglage du système, et par la-même du processus, sont réalisés par des programmes modulaires réalisant :

- "l'activation" ou l'inhibition des divers travaux ou de certaines parties de ces travaux : acquisition, commande et travaux utilisateurs
- la modification des hiérarchies internes des travaux
- l'introduction ou la modification de données en mémoire, réalisant ainsi les ajustements de certains paramètres de traitements d'algorithmes (réglage).

Suivant le type de message, l'opérateur donne ses ordres au système par l'intermédiaire d'un téléimprimeur ou par l'intermédiaire d'un pupitre spécialisé : les procédures sont différentes, mais toujours adaptées à la compétence des opérateurs :

Par exemple : la demande de visualisation d'une mesure se fait par simple action sur un bouton-poussoir, alors qu'une modification de la hiérarchie d'un travail se fait par la composition d'un message sur un clavier.

La sûreté de fonctionnement est assurée par :

- une analyse des messages émis par l'opérateur,
- un verrouillage à plusieurs niveaux des commandes qui rend certaines d'entre elles inaccessibles à des opérateurs non autorisés.
- l'exécution en deux phases (sélection et visualisation, suivies d'une validation) des commandes entraînant une action sur le processus ; ces manoeuvres donnent lieu généralement à un compte-rendu.

Pour dialoguer avec le système, l'opérateur n'a pas besoin de connaître l'organisation de la machine ou le programme.

Quelle que soit sa compétence, l'opérateur peut profiter des avantages que lui procure la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 pour effectuer des tâches qui lui ont été confiées.

AMÉLIORATION DU SYSTÈME EN COURS D'EXPLOITATION

L'utilisation de la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 permet une baisse des prix de revient des systèmes d'automatisation par diminution du temps :

- d'étude,
- de mise en service,
- de travail des spécialistes de programmation.

La mise en œuvre de la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 et du système de programmation associé n'impose pas une connaissance approfondie du processus. Au contraire, le système réalisé, sera un outil d'analyse et de recherche puissant.

Pour faire l'analyse du processus, on dispose de programmes d'identification standards. Suivant l'ampleur des problèmes, on appliquera deux méthodes de travail différentes :

1 -- Le problème est très complexe :

La Chaîne Numérique d'Automatisme est utilisée comme centraliseur de données, et les résultats sont traités sur calculateur scientifique : cette méthode est utilisée pour obtenir le modèle global du processus : les calculs à effectuer sont tels qu'ils dépassent la capacité d'un calculateur industriel.

2 -- Le problème est plus simple :

La Chaîne Numérique d'Automatisme est utilisée et comme centralisateur de données, et comme organe de calcul, permettant ainsi une identification en temps réel ; les modèles dynamiques ainsi obtenus sont utilisés pour le réglage de la structure de commande.

Les résultats de l'identification sont communiqués à l'opérateur, qui a alors la possibilité d'utiliser un programme standard pour calculer les coefficients de réglage des correcteurs. L'ajustement des chaînes de régulation peut ainsi se faire très rapidement. L'opérateur garde encore dans cette phase un pouvoir de décision. Une phase ultérieure englobera les deux travaux d'identification et de réglage et constituera l'auto-adaptation de la structure de commande.

Le complément d'analyse effectué par les dispositifs cités peut conduire l'opérateur à modifier complètement la structure de commande : alors que le processus est en service, la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 permet les modifications, tout en assurant :

- La continuité des opérations non concernées.
- La sûreté du système en cours de modification :
 - si les modifications demandées par l'opérateur ne sont pas compatibles avec les autres travaux en cours, elles ne sont pas permises, et les anciennes fonctions ne sont pas détruites.
 - les modifications demandées peuvent être simulées avant leur réalisation définitive. Des critères standard sont disponibles pour juger les résultats de cette simulation,
 - le dialogue opérateur - système pour ces opérations ne demande aucune connaissance de programmation pour l'ingénieur spécialiste du processus qui l'assure.

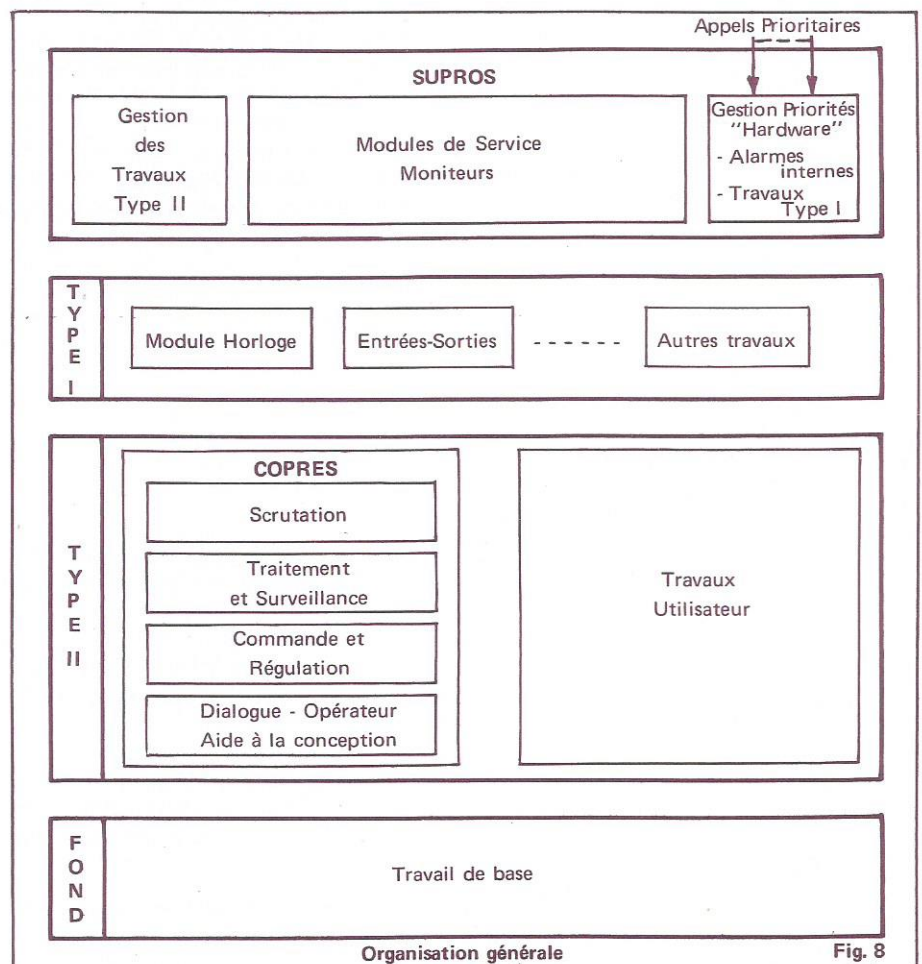
Ainsi, la Chaîne Numérique d'Automatisme Télémécanique T.2000 procure une solution évolutive au problème d'automatisation des processus.

4 - PROGRAMMATION D'APPLI- CATION DE LA CHAÎNE NU- MÉRIQUE D'AUTOMATISME T 2000

ORGANISATION GÉNÉRALE

Les programmes d'application constituent un ensemble de programmes **modulaires** :

- a - SUPROS, est un programme superviseur temps réel. Il est chargé de gérer :
 - les interruptions prioritaires
 - les moniteurs spécialisés, qui contrôlent les entrées-sorties conventionnelles et industrielles
 - les autres travaux décrits ci-dessous.
- b - COPRES - Mesure ou COPRES Acquisition est un ensemble chargé de l'acquisition du traitement et de la surveillance des mesures.
- c - COPRES - Commande ou COPRES Régulation est un ensemble chargé de l'acquisition de la commande des actions continues vers le processus.
- d - des programmes de service réalisent les fonctions de dialogue Opérateur Système : édition de journaux, gestion de pupitre - opérateur et des modifications de structure de commande.
- e - les programmes d'aide à la conception de la structure de commande.
- f - les travaux propres à l'utilisateur.



Organisation générale

Fig. 8

SUPROS

Le calculateur est l'organe central du système d'automatisation : toutes les fonctions de l'automatisme seront donc réalisées par des programmes, appelés encore **travaux**.

Exemple de travaux :

- Frappe d'un journal de quart
- Scrutation d'un groupe de voies de mesure
- Visualisation d'une grandeur sur un pupitre.

On distingue trois types de travaux :

- Les travaux de type I
- Les travaux de type II
- Le travail de fond.

Travail de type I

C'est un travail déclenché par un appel prioritaire et qui se déroule sous le niveau de priorité "Hardware", correspondant. Les fonctions réalisées par ces travaux seront généralement :

- Reconnaissance de l'appel prioritaire
- Tri et lancement des travaux correspondant aux sous-niveaux.

Travail de type II

C'est un travail auquel est attachée une priorité programmée et qui sera lancé par un travail de type I ou un autre travail de type II.

Chaque travail de type II peut prendre cinq états :

- actif
- interrompu
- en attente
- inhibé
- non actif.

Etat actif :

Le travail est en cours d'exécution.

Etat interrompu :

Un travail de type I a demandé l'exécution d'un travail de type II ayant une priorité supérieure au travail interrompu : l'exécution de ce dernier sera reprise dès que le travail plus prioritaire sera terminé ou en attente.

Etat d'attente :

Le travail sera en attente lorsqu'il aura demandé l'exécution d'une fonction longue (par exemple : attente d'une fin de conversion analogique numérique pour le travail de scrutation des voies de mesures).

Etat inhibé :

Tant que le travail ne sera pas de nouveau validé, toute demande d'exécution de ce travail ne sera pas honorée mais mémorisée : elle sera alors prise en compte à l'instant de validation.

Etat non actif :

Une demande d'exécution a été faite pour ce travail, elle sera prise en compte dès que tous les travaux de priorité supérieure seront terminés ou en attente.

Travail de fond

C'est un travail analogue au type II, mais il n'a aucune priorité ; il sera exécuté dès que tous les travaux de types I et II seront terminés ou en attente.

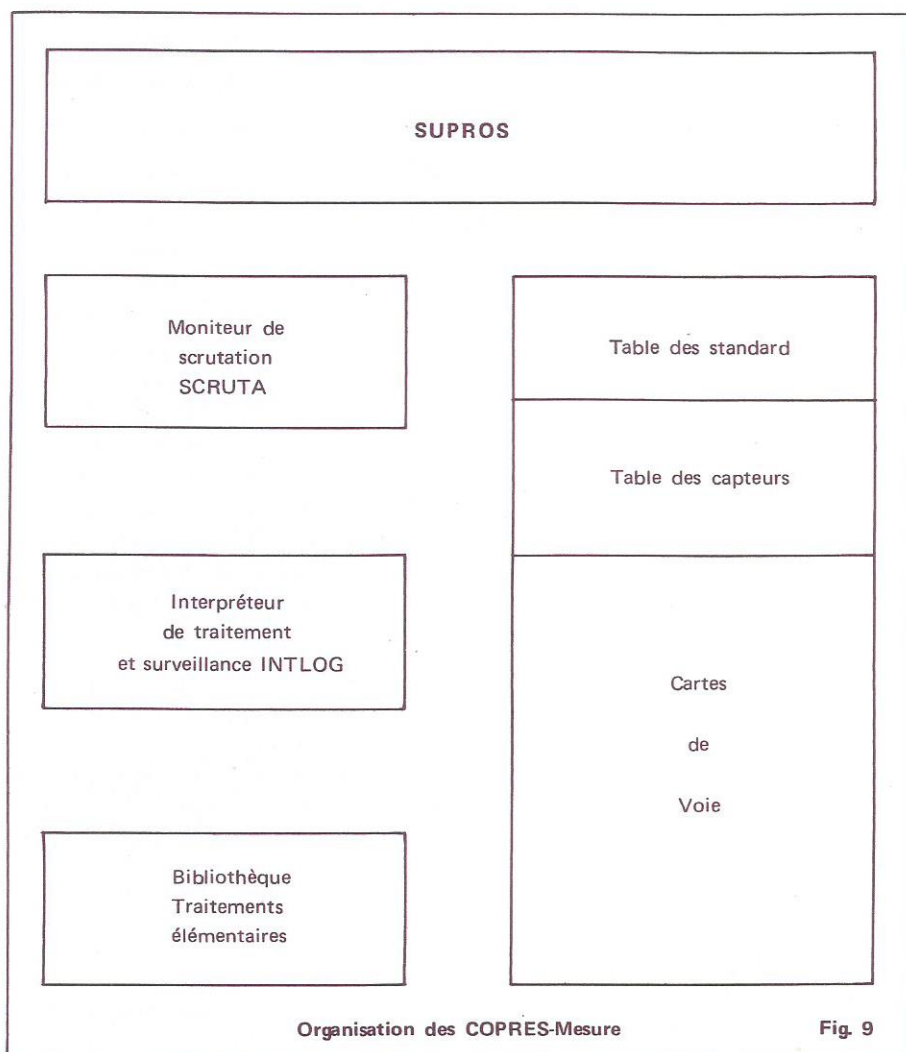
Fonctions de supros

SUPROS réalise :

- La gestion des priorités "Hardware", c'est-à-dire gestion des travaux de type I.
- La gestion des priorités "Software", c'est-à-dire gestion des travaux de type II.

Pour cela SUPROS, comporte :

- Des tables, contenant les zones de sauvegarde, les points d'entrées, et les informations d'état relatives aux divers travaux.
- Des modules de service, qui assurent les enchaînements des travaux.
- Des moniteurs spécialisés, assurant le contrôle des périphériques conventionnels et industriels.



COPRES MESURE

L'organisation de COPRES - Mesure est donnée sur le schéma ci-contre (fig. n° 9)

Nous y retrouvons :

- Un **noyau** composé d'un moniteur spécialisé de scrutation, d'un interpréteur, de tables appelées "standard" et "capteurs", et d'une bibliothèque de programmes particuliers.
- Les cartes de voie, qui sont des tables contenant toutes les informations relatives à une voie de mesure.

Le travail de l'utilisateur est réduit aux tâches suivantes :

- Définir le type de chaîne de mesure utilisée,
- Composer les tables "standard" et "capteurs" en remplissant des formulaires standard,
- Composer la bibliothèque des traitements standard élémentaires à effectuer sur les différentes voies de mesure,
- Composer les "cartes de voie".

Constitution de la table "Standard"

La table "standard d'échelle" est une suite de 16 mots au maximum contenant les valeurs minimales et maximales dans la convention du Convertisseur Analogique Numérique que peuvent prendre 8 types de mesures. Elles sont utilisées pour les mises à l'échelle.

Reprenons l'exemple donné à la page 3, et supposons qu'il y ait six mesures :

- Les niveaux N1 et N2
- Les débits de soutirage Q et de sortie D
- La température T
- La position de l'autotransformateur A,

nous aurons ici, 3 standard, c'est-à-dire 6 mots de table seulement. (voir fig. 10)

- 1 - 20 % - 100 % du Convertisseur Analogique Numérique pour les capteurs de niveaux et débit : 4 - 20 mA, avec résistance shunt de 250 Ω et un gain de 2, si la pleine échelle du Convertisseur Analogique Numérique est de 10 volts.
- 2 - 0 % - 40 % du Convertisseur Analogique Numérique pour la température mesurée avec un thermocouple à 40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ et un gain de 1000.
- 3 - 0 % - 100 % du Convertisseur Analogique Numérique pour la position mesurée par un potentiomètre alimenté sous 10 volts et un gain unitaire.

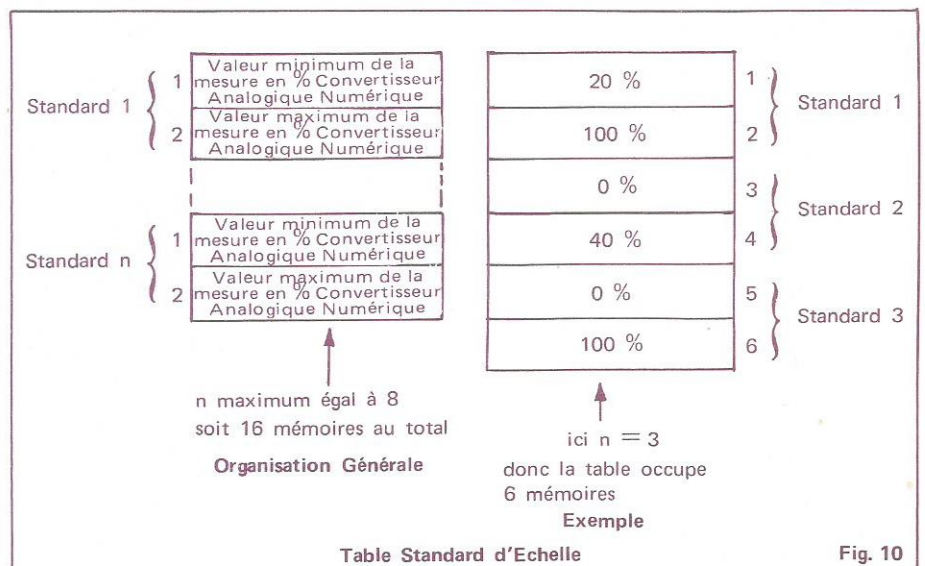
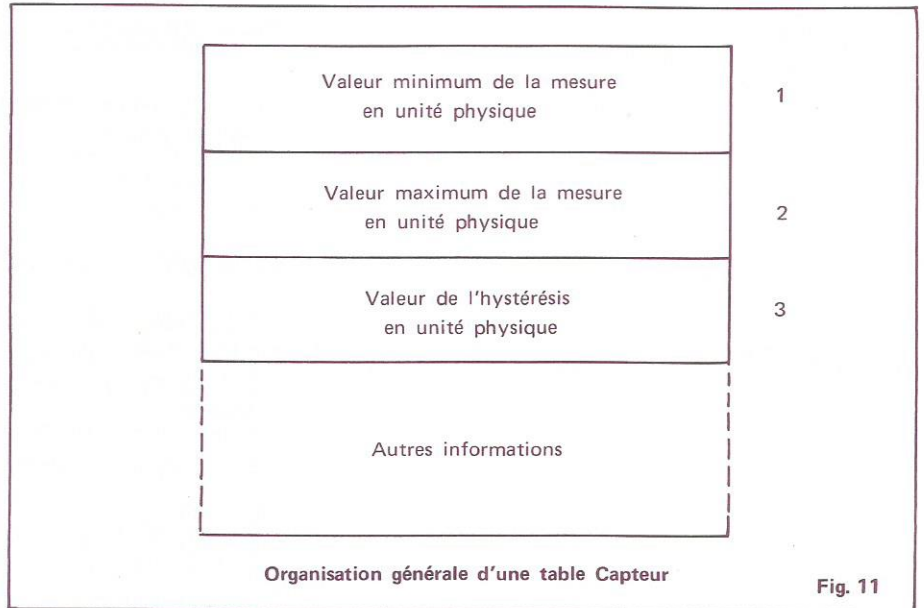


Fig. 10

Constitution de la table "Capteurs"

Les tables "capteurs" sont utilisées par les programmes de conversion et par certains traitements élémentaires. Il existe une table par capteur et chaque table est constituée par un minimum de 3 mots. (voir fig. 11)

- La valeur minimale de la mesure en unités physiques.
- La valeur maximale de la mesure en unités physiques.
- La valeur de l'hystérésis à utiliser dans la recherche des dépassements de seuil.



Ces tables peuvent contenir d'autres informations propres à un type de capteurs.

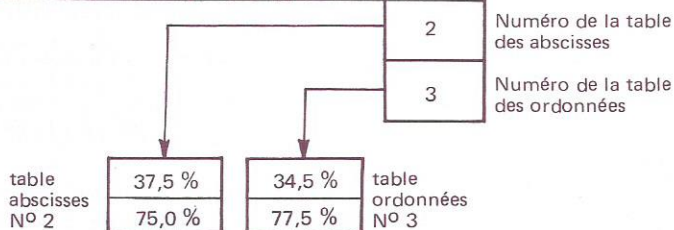
Le nombre maximal de tables capteurs différentes est de 128.

On trouvera à la fig. 12 les tables capteurs relative à l'exemple cité .

Capteur 1 Capteur 2 Capteur 3 Capteur 4 Capteur 5 Capteur 6

pour les niveaux N1 et N2 pour le débit Q pour la puissance P pour le débit D pour la position A pour la température T

0	0	0	0	0	0	Valeur minimum de la mesure
50 cm	100 l/h	6 kW	200 l/h	100 %	100 °C	Valeur maximum de la mesure
0,5 cm	1 l/h	0,1 kW	0,5 l/h	0,5 %	1 %	Valeur de l'hystérésis



Remarque : la voie de mesure T comporte un traitement de linéarisation à trois segments : la table capteur correspondante comporte deux informations supplémentaires : les numéros de tables d'abscisse et d'ordonnées (ces tables peuvent être communes à d'autres capteurs).

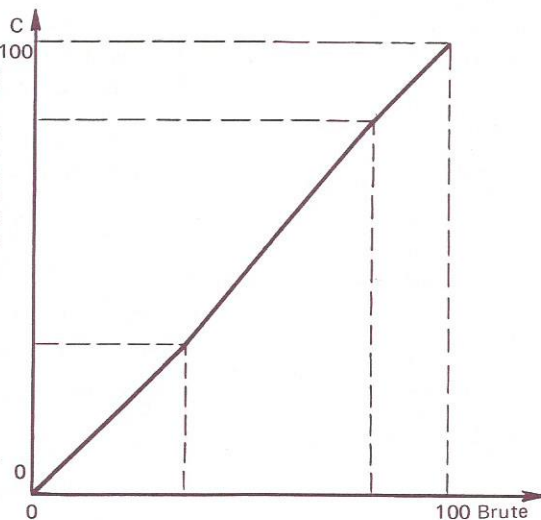


Table des 6 "Capteurs" de l'exemple

Fig. 12

Constitution de la bibliothèque des traitements élémentaires

Elle contient un maximum de 128 programmes correspondant à des traitements tels que :

- Correction : mise à l'échelle, linéarisation à segments ou polynomiale, soudure froide, racine carrée, filtrage numérique etc...
- Surveillance du bon fonctionnement du capteur par rapport à plusieurs seuils haut ou bas, de la vitesse d'évolution.
- Diverses commandes tout-ou-rien en cas de dépassement d'un seuil choisi parmi ceux qui sont possibles.
- Empilement des alarmes pour une édition différée.
- Autres traitements, créés par l'utilisateur pour des besoins spéciaux, en particulier pour définir une mesure fictive.

Une mesure fictive est une grandeur à laquelle ne correspond pas un capteur réel, mais qui est calculée à partir d'une ou plusieurs mesures réelles : une mesure fictive peut recevoir tous les traitements de surveillance existants.

Parmi les traitements élémentaires, l'utilisateur peut inclure un algorithme de régulation simple, à condition que COPRES - Commande ne soit pas utilisé. Il faudra bien sûr adjoindre aux périphériques des sorties analogiques ainsi que leur moniteur.

Dans notre exemple, nous n'utiliserons que 9 traitements élémentaires :

- 1 - MAE mise à l'échelle.
- 2 - LN3 linéarisation à 3 segments.
- 3 - SCD surveillance capteurs.
- 4 - SH détecteur de seuil haut.
- 5 - SB détecteur de seuil bas.
- 6 - RAC racine carrée.
- 7 - CP calcul de puissance (pour la mesure fictive).
- 8 - CDR commande de relais en cas de détection de seuil bas.
- 9 - EPD empilement des défauts.

Le noyau de COPRES - Mesure est constitué quand l'utilisateur a donné toutes ces informations.

Constitution des cartes de voies

Les cartes de voies sont une suite de mots-mémoire ayant la configuration suivante :

- Mot 0 : Bit 0 – indicateur de mesure corrigée.
 Bits 1 à 5 – indicateurs de défauts : capteur, seuils, gradient.
 Bits 6 à 11 – indicateurs d'états de la voie : surveillance, inhibition, initialisations, régulation.
 Bits 12 à 18 – indicateurs utilisés par INTLOG.
- Mot 1 : Bits 0 à 7 – numéro de table capteur.
 Bits 8 à 10 – numéro de standard d'échelle.
 Bits 12 et 13 – position de la virgule.
 Bits 14 à 18 – unité physique employée.
- Mot 2 : – contient le libellé qui sert à identifier la voie (il est composé d'une lettre parmi 10 et de 3 chiffres décimaux).
- Mot 3 : – adresse relais, utilisé pour la commutation.
- Mot 4 : – indicateurs des traitements.
- Mots suivants : – paramètres utilisés par les traitements spécifiés dans le mot 4.

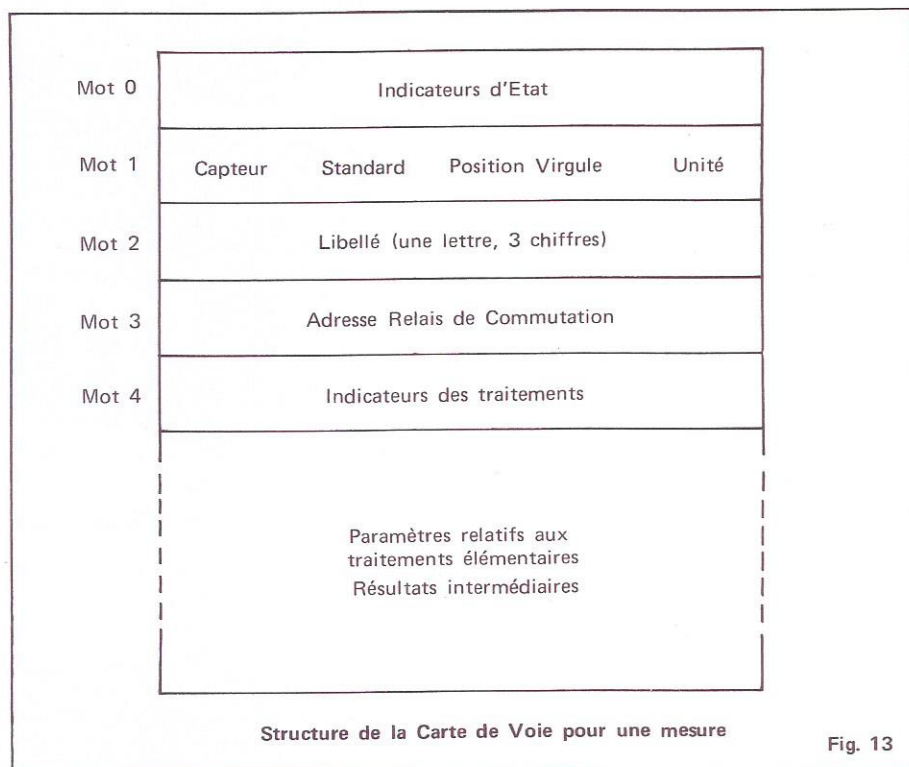


Fig. 13

Remarque :

Les voies de mesures sont divisées en groupes.

La répartition des voies dans les groupes se fait selon certains critères :

- même origine d'appel (période d'échantillonnage ou autre).
- même nature et même type de chaîne.
- même indice d'urgence de traitement.

A chaque groupe sont associées des tables permettant à l'interpréteur INTLOG de gérer les exécutions, ces tables contiennent en particulier les adresses de toutes les cartes de voies du groupe.

Pour faciliter le travail de l'utilisateur, nous avons créé des fiches techniques ou grilles. Le langage utilisé pour remplir ces fiches est simple et ne nécessite aucune connaissance de programmation.

Nous donnons en annexe 1 un exemple d'une telle fiche, celle utilisée pour décrire une carte de voie ; nous avons joint dans l'annexe 2 les 7 fiches correspondant à notre exemple.

Le pupitre opérateur

Le dialogue opérateur - système se fait par l'intermédiaire d'un pupitre qui comporte deux platines : une platine d'affichage et une platine de commande. Ces platines sont montées soit sur une console spéciale, soit sur le tableau général de l'installation.

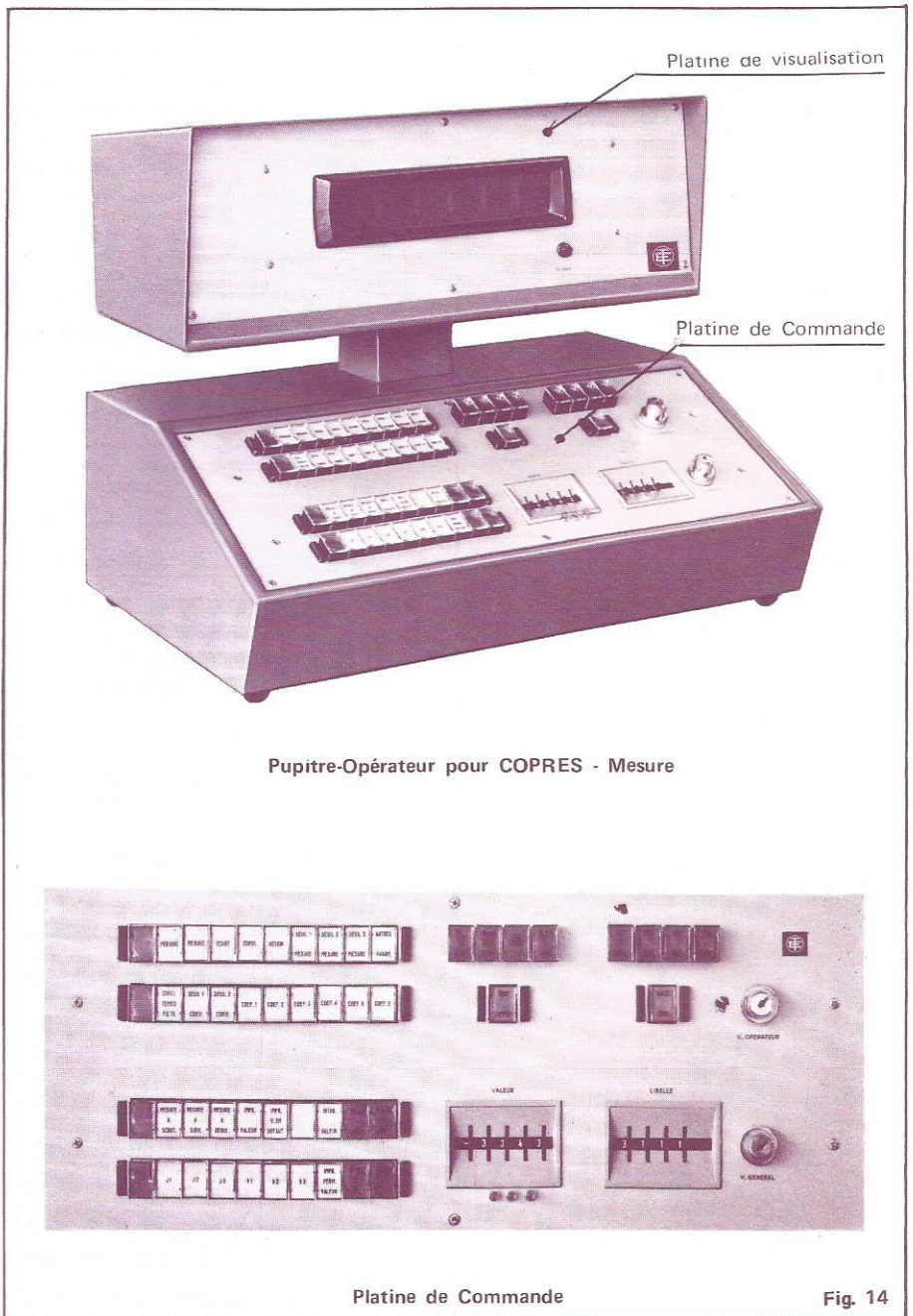


Fig. 14

Les principales fonctions réalisées à partir de ce pupitre sont les suivantes :

- Appel d'une voie identifiée par son libellé : si elle existe, quatre voyants donnent son état : scrutée, surveillée, régulée, défaut et la valeur de sa mesure est affichée en unités industrielles sur la platine de visualisation (cette valeur est réactualisée en permanence).
- Appel d'une grandeur relative à la voie : 17 grandeurs peuvent être visualisées ainsi ; les autres grandeurs sont accessibles à partir du téléimprimeur à l'aide d'une procédure particulière.
- Modification d'une grandeur : celle-ci doit être appelée. Elle sera donc visualisée. Ensuite, l'opérateur affiche sur des galettes de multiswitch la nouvelle valeur qu'il veut introduire et valide cette introduction.

Des tests câblés et programmés peuvent interdire cette fonction, si l'introduction a été effective, la nouvelle valeur réellement introduite est affichée, et un message de type 1 est imprimé sur le téléimprimeur de service (voir ci-bas "format des Messages").

- Modification de l'état de la voie : l'opérateur peut mettre en service ou supprimer la scrutation de la voie appelée, sa surveillance et sa régulation si elle en comporte une.
Un message de type 2 est alors imprimé. (voir page 26)
- Commande de sortie sur enregistreur analogique banalisé : l'opérateur peut affecter à l'une des trois voies d'un enregistreur analogique, une grandeur de type évolutif : cette grandeur est la dernière qui a été appelée avant la validation "Marche" de la fonction.
- Commandes d'impressions diverses : l'opérateur peut déclencher à partir du pupitre plusieurs types d'impressions.
- Impression de toutes les voies en défaut (par ailleurs, l'apparition et la disparition du défaut sont signalées par l'impression d'un message de type 3).
- Impression de la grandeur appelée au pupitre par un message de type 4.
- Impression permanente de la grandeur appelée au pupitre, avec une période choisie par l'opérateur à l'aide du téléimprimeur, si cette grandeur est du type évolutif. Le message imprimé est du type 5.
- Impression d'un journal 1 avec un format de type 6, si la voie appelée comporte un traitement de régulation.
- Impression périodique de deux journaux 2 et 3 avec un format de type 7 : ces deux journaux sont indépendants ; l'affectation de leurs voies possibles et de leur période est faite à partir du téléimprimeur.

Deux voyants "interdit" et "n'existe pas" signalent à l'opérateur le type d'erreur qu'il peut commettre. Deux clefs de verrouillage bloquent totalement ou en partie (toutes les commandes) le fonctionnement de ce pupitre.

Pour les installations où le dialogue entre l'opérateur et le système est peu fréquent, ce pupitre peut être supprimé et toutes les fonctions citées ci-dessus sont alors réalisées par composition de messages sur le clavier du téléimprimeur.

Formats des Messages

Type 1 - Modification d'une grandeur

11	46	35	INTR	T105	SHM	90,50	DEG	85,00
Heure,mn,s.				Libellé	Libellé	Nouvelle	Unité	Ancienne
				de voie	grandeur	valeur		valeur

Type 2 – Modification de l'état d'une voie

13	24	50	MOD	D341	SCR	0
	Heure			Libellé	SUR =	
					REG	1
						Nouvel état

Type 3 – Apparition - disparition de défaut

22	35	10	L034	50,34	CM	A	S0
	Heure		Libellé	Valeur	Unité	D	S1
							S2
							S3
							S4
							Sens et défaut

Type 4 – Valeur d'une grandeur appelée au pupitre

05	23	31	IGA	Q300	I	0272	S
	Heure			Libellé	Libellé	Valeur	Unité
				voie	grandeur		

Type 5 – Impression périodique d'une grandeur

07	30	25	IPG	L171	M	43,40	CM
	Heure			Libellé	Libellé	Valeur	Unité
				voie	grandeur		

Type 6 – Journal 1 (pour les voies comportant une régulation)

12	03	49	J1				
T204			60,34	DEG	60,00	-01,30 %	
Libellé			Valeur	Unité	Valeur	Valeur	
voie			mesure		consigne	action	

Type 7 – Journaux 2 et 3

14 17 18 J2 (ou J3)

1 = 20,34 2 = 0,304 3 = . . . jusqu'à 8 maximum.

Valeur grandeur 1 Valeur grandeur 2

COPRES COMMANDE

L'organisation de COPRES - Commande est semblable à celle de COPRES - Mesures ; elle est schématisée ci-dessous (fig. 15)

Ces deux ensembles de programmes sont disjoints, cependant, l'utilisation de COPRES - Commande nécessite celle de COPRES - Mesures.

Sur le schéma n° 15, nous retrouvons :

Un **noyau**, composé d'un ou plusieurs moniteurs spécialisés de gestion des sorties analogiques, d'un interpréteur et d'une bibliothèque de programmes particuliers.

Les **cartes de branches** qui sont des tables contenant toutes les informations relatives à la structure de commande.

Le travail de l'utilisateur est réduit aux tâches suivantes :

- Définir le système de sorties analogiques utilisé afin d'adapter les moniteurs spécialisés.

- Composer la bibliothèque avec les traitements nécessaires à son installation.
- Remplir les cartes de branches.

Les deux premières tâches se font à la conception du système, comme pour COPRES - Mesures, alors que la composition des cartes de branches se fait aussi bien à la conception qu'au cours de l'exploitation. Des fiches techniques de description symbolique sont encore utilisées, ce qui dispense l'opérateur de toute connaissance en programmation.

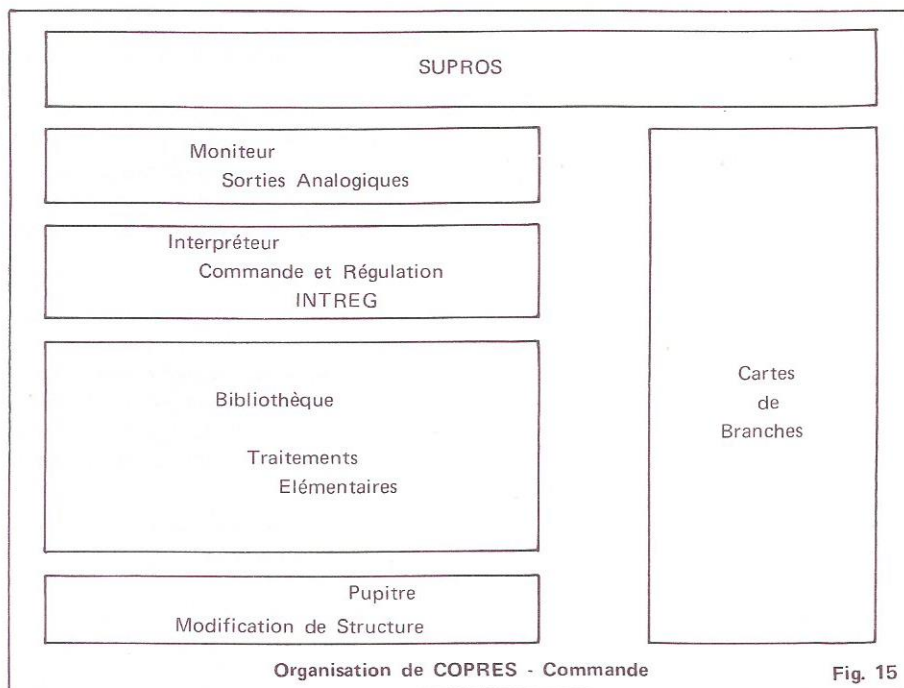


Fig. 15

Les sorties analogiques

Dans la partie "Mesures", le système d'automatisation ne renvoie aucune information vers le processus, si ce n'est des signaux tout-ou-rien d'alarmes.

La mise en œuvre de la partie "Commande" nécessite un échange de signaux continus du système vers le processus. Ces signaux constituent des commandes :

- d'actions (régulation numérique directe)
- de points de consigne de régulateurs locaux (commande en supervision)
- d'entrées d'organes de calcul analogique (calcul hybride).

La Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 dispose de deux types de sorties analogiques :

- Les Convertisseurs Numériques-Analogiques qui sont précis et rapides, mais qui ne disposent pas de secours, car leur sortie est inutilisable lorsque l'unité centrale est indisponible. Ils ne seront utilisés qu'à des fins de visualisation (enregistreurs, table traçante) ou de calcul hybride hors-ligne (c'est-à-dire sans liaison directe avec le processus).
- Les stations de transfert, commandées par un contrôleur. Elles ont deux rôles :
 - a - Réaliser la liaison entre le calculateur et le processus : elles reçoivent du calculateur un signal (modulé soit en amplitude, soit en durée) qui représente la position, ou la variation de position à appliquer au signal de sortie vers le processus.

L'information venant du calculateur est fugitive. La station de transfert la mémorise et adapte le signal de sortie aux standards classiques. (4 - 20 mA par exemple).

- b - Réaliser le secours en cas d'indisponibilité du calculateur : plusieurs solutions sont possibles : le signal de sortie vers le processus reste figé à la dernière valeur donnée par le calculateur, ou le signal de sortie est imposé par un circuit de commande locale (régulateur ou commande manuelle). Le passage entre les divers modes de fonctionnement se fait toujours sans à-coup (ce qui serait préjudiciable pour le processus).

Le contrôleur de station de transfert de la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 permet de gérer jusqu'à 80 stations, en réalisant :

- La surveillance d'un contact situé dans la station, fermé lorsque la station est susceptible de recevoir un signal d'échange du contrôleur.
- La commande d'un contact, signalant que la station doit prendre le mode "secours" : ce contact s'ouvre dès que le calculateur le demande (échange programmé), ou devient indisponible (coupure d'alimentation par exemple). Ce contact est encore ouvert à l'initialisation.
Le signal délivré au processus sera déterminé par le type de station de transfert.
- La demande d'un signal indiquant une demande d'échange pour la station adressée.
Deux versions de contrôleur existent : soit ce signal est de durée constante : il représente alors une validation de l'information analogique donnée sous forme de bus, soit ce signal est doublé. Les deux signaux sont alors modulés en durée et représentent l'un et l'autre le sens de variation à appliquer à la sortie.

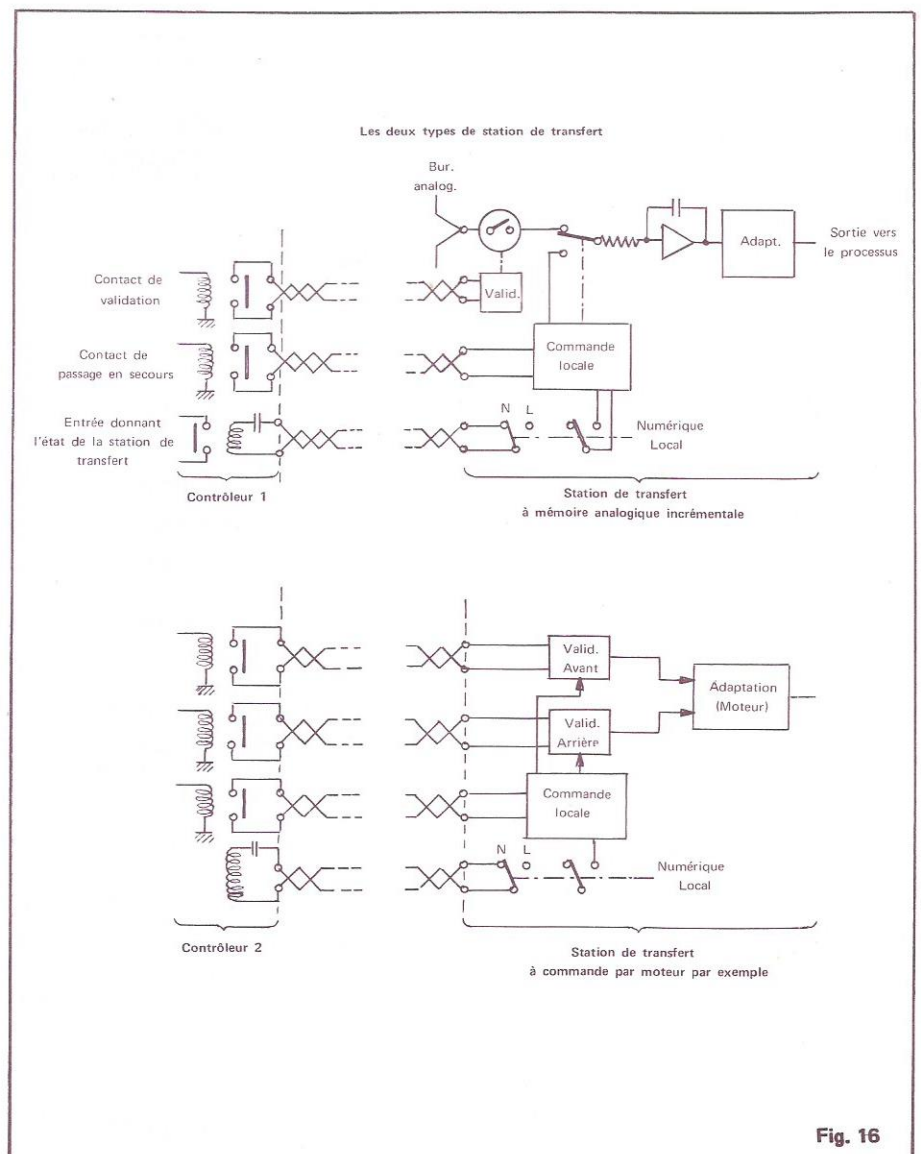


Fig. 16

La bibliothèque des traitements élémentaires

Elle contient un maximum de 128 programmes : chacun de ces programmes exécute une fonction élémentaire de commande. Nous y retrouvons :

- des algorithmes de calcul arithmétique
- des algorithmes de correction (ou de régulation)
- des algorithmes de génération de signaux
- des algorithmes d'analyse de signaux
- des algorithmes de sortie.

L'utilisateur choisit à l'avance dans une liste de traitements existants les algorithmes dont il a besoin ; il peut en créer lui-même et les adjoindre à sa bibliothèque, à condition de respecter certaines règles de syntaxe au cours de la programmation. Nous donnons en **annexe 3**, la liste non exhaustive des traitements élémentaires **disponibles**.

Pour décrire ces traitements élémentaires, nous prendrons deux exemples très simples : l'additionneur (ADD) et un filtre (FIL) (fig. 17)

Un traitement élémentaire a une ou deux entrées E1 et E2 et une sortie S qui sont reliées par un algorithme, l'initialisation de l'algorithme est spécifiée.

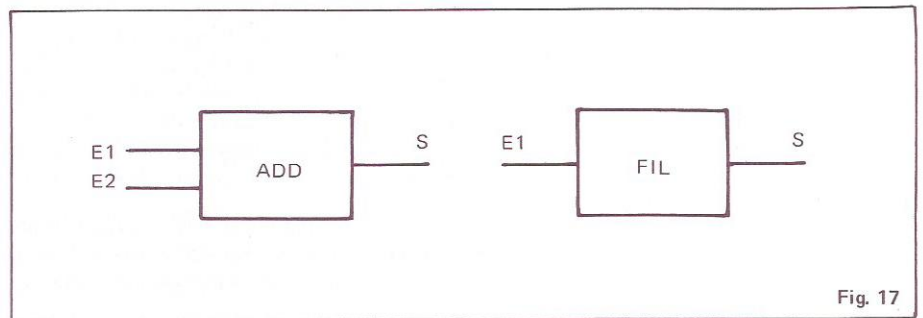


Fig. 17

$$S = E1 + E2$$

$$S = P1.S_{-1} + (1-P1). E1$$

$$S = E1 \text{ à l'initialisation.}$$

Un traitement est identifié par un libellé de trois lettres et par un numéro (0 à 127). Le libellé est utilisé pour le dialogue avec l'opérateur, alors que le numéro est utilisé par l'interpréteur INTREG.

Celui-ci comporte une table ayant au maximum 128 cases de 4 mots-mémoire : chaque case est relative à un traitement et comporte :

- l'adresse du programme
- le nombre de données utilisées et le nombre de paramètres accessibles
- l'adresse de la table des paramètres utilisés par le traitement
- le libellé (trois lettres).

Pour notre exemple, en langage ASMAT, nous aurons :

Les tables :

```
ELADD:PRADD ;  
      0002 000 ;      2 données, aucun paramètre  
      ;              Pas de table  
      "ADD" ;
```

```
ELFIL: PRFIL ;  
      0002 004 ;      2 données, 1 paramètre  
      PARFIL ;  
      "FIL" ;
```

et les programmes :

```

PRADD:CA  ENT1;
        AD  ENT2;          Addition
        RA I PREG;        Rangement dans S
        RA  ENT1;
        IRV RETALG;       Retour à INTREG

PRFIL: CA  INIALG;
        NRV INIT;         Test d'initialisation
        CAV 2000;
        ST I PREG;
        MP  ENT1;         (1-P1). E1
        RA  ENT1;
        CA I PREG;
        IC  PREG;
        MP I PREG;        P1 x S-1
        AD  ENT1;
        GNE + 1;

FFIL : RA I PREG;        S = (1-P1) E1 + P1 x S-1
        RA  ENT1;
        IRV RETALG;     Retour à INTREG.

INIT : CA  ENT1;
        IRV FFIL;       S = E1
    
```

Les programmes travaillent avec des informations qui sont rangées dans les cartes de branches ; l'interpréteur donne l'adresse de ces informations dans un pointeur PREG et les valeurs des entrées dans deux pseudo-accumulateurs ENT1 et ENT2.

Ces informations, appelées données, rangées dans une suite de mots-mémoire, contiennent :

- Les paramètres (jusqu'à 31)
- Les mémoires de travail (nombre illimité)
- La valeur de sortie.

L'ordre de rangement des mémoires de travail et des paramètres est celui qui procure les meilleures performances en temps et en place à l'exécution. Dans les données, nous pouvons retrouver trois autres mots suivant le traitement :

- A : type de traitement
- B : adresse de l'entrée 1
- C : adresse de l'entrée 2 pour les traitements à 2 entrées.

La structure générale des données pour un traitement est alors :

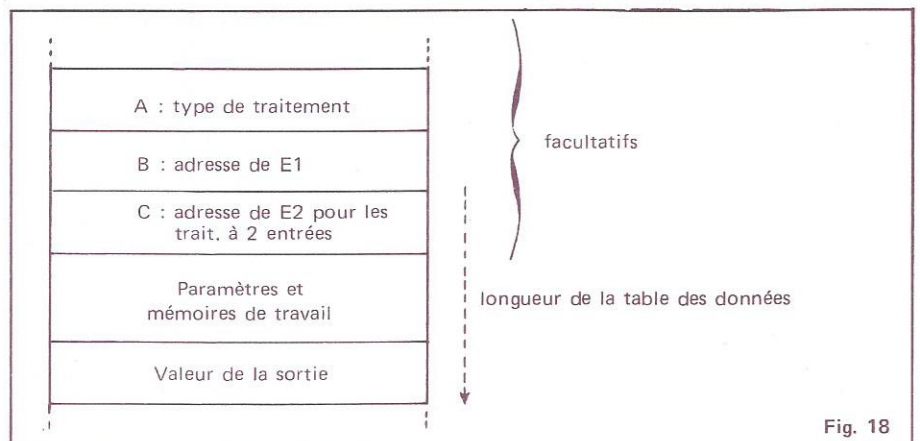
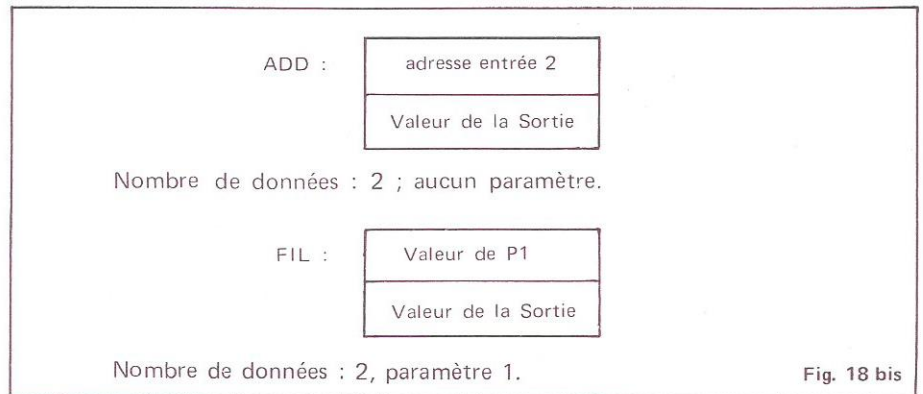


Fig. 18

Pour notre exemple :



La table des paramètres associée à un traitement est utilisée uniquement pour le dialogue opérateur - système ; elle contient les informations suivantes :

- place du paramètre dans la table des données
- cadrage binaire de la valeur
- position virgule à l'affichage
- unité physique
- paramètre modifiable
- paramètre positif ou nul.

Ces deux dernières informations apportent des restrictions à la modification des paramètres par l'opérateur : un paramètre non-modifiable ne pourra être que visualisé (son chargement se fera à la définition des branches) ; une valeur négative ne peut être donnée à un paramètre "positif ou nul".

Parmi les traitements élémentaires, il faut mentionner particulièrement les algorithmes de sortie : ils peuvent avoir une ou deux entrées, mais leur sortie est communiquée aux moniteurs de gestion des sorties analogiques.

Les traitements élémentaires sont exécutés sous le contrôle de l'interpréteur INTREG ; mais ils peuvent commander eux-mêmes des travaux de priorité inférieure, qui se dérouleront alors sous le contrôle du superviseur SUPROS : ce sera le cas pour les traitements d'analyse, qui se divisent en deux parties : une d'acquisition et une autre de calcul.

Quand l'utilisateur a composé sa bibliothèque des traitements élémentaires, le noyau de COPRES Mesure est complet. L'utilisateur peut alors définir les branches de commande. Avant d'exposer la procédure à suivre, nous allons décrire la structure d'une branche.

Les branches

Les branches sont des ensembles qui regroupent au maximum 15 traitements élémentaires : ces ensembles correspondent généralement à une fonction de commande bien définie : par exemple, une boucle de régulation numérique directe.

A chaque branche identifiée par un libellé, est associée une "carte de branche".

C'est une suite de mots-mémoire contenant :

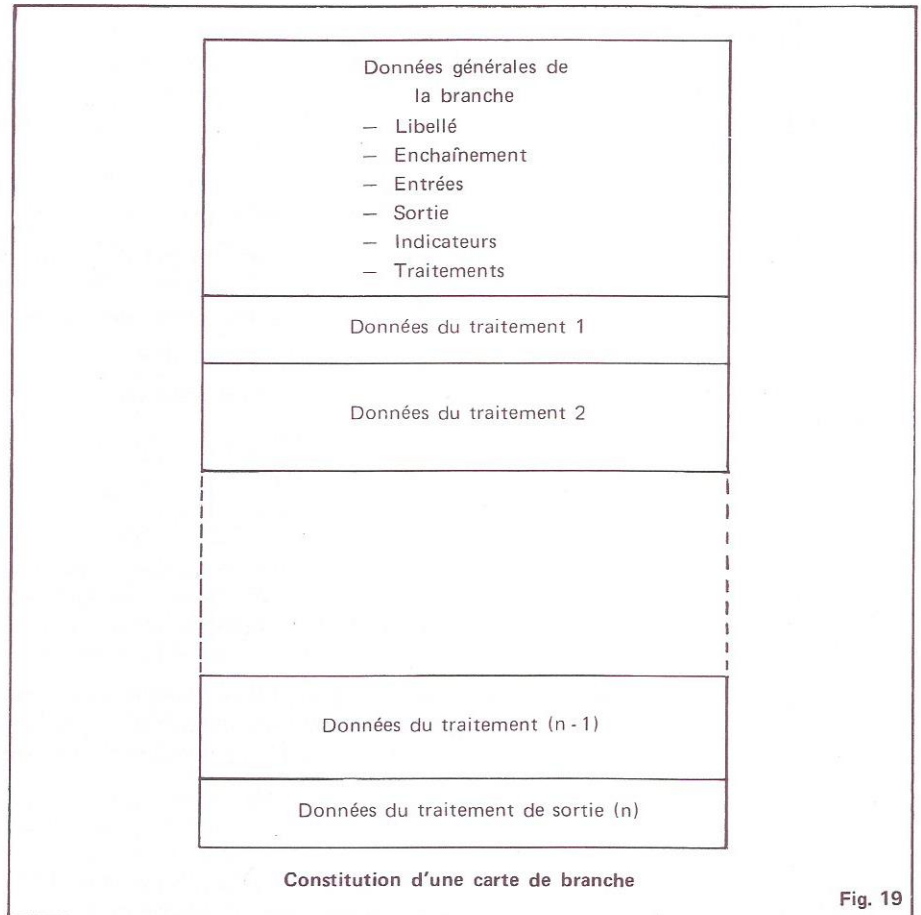
- des informations relatives à l'exécution
- des informations précisant les relations entre la branche et le reste du système
- des informations sur les traitements élémentaires la composant
- les données de ces traitements élémentaires.

Les entrées d'une branche peuvent être :

- une consigne, associée à deux seuils, qui seront accessibles à l'opérateur
- trois mesures, dont une est dite principale ; c'est le lien entre COPRES - Mesures et COPRES - Commande
- Deux branches - amonts : la branche peut utiliser des données provenant de deux autres branches, qui sont alors appelées "amont".

Les sorties d'une branche peuvent être :

- soit une station de transfert
- soit la consigne d'une branche esclave : dans ce cas, le traitement de sortie n'ira pas commander une station de transfert, mais ira modifier la consigne de la branche dite esclave. La branche elle-même sera appelée "branche maître".



L'enchaînement des traitements élémentaires se fait suivant une grille qui est prédéfinie par l'utilisateur, lorsqu'il compose sa bibliothèque. Des emplacements de cette grille (voir figure 20) sont réservés aux "Fonctions Spéciales"

Une fonction spéciale peut être l'un quelconque des 128 traitements de la bibliothèque : le numéro du traitement choisi est précisé dans le mot A des données du traitement. (fig. 18)

A l'exécution, les traitements sont effectués séquentiellement, et leur rang d'exécution est utilisé pour les identifier.

Leur entrée 1 peut être :

- soit la sortie du traitement précédent
- soit la sortie d'un autre traitement de la branche
- soit l'une des entrées de la branche ou des branches amonts
- soit une des sorties des traitements de la branche amonts.

Dans le cas où l'entrée 1 n'est pas égale à la sortie du traitement précédent (ou égale à la consigne pour le traitement de rang 1), le traitement est dit dépendant, et l'adresse de l'entrée 1 est alors donnée dans le mot B des données. (fig. 18)

Pour les traitements élémentaires à 2 entrées, l'adresse de la deuxième entrée est contenue dans le mot C des données.

Place du traitement	Libellé	Fonction
1	FS	
2	STO	Soustracteur (comparateur)
3	MUL	Multiplieur
4	PRO	Multipliateur par une constante
5	PID	PID incrémental
6	CZ3	Correcteur en Z du 3ème ordre
7	ADD	Additionneur
8	FS	
9	CHS	Changeur de signe
10	ADD	
11	AIG	Aiguillage
12	FS	
13	FS	
14	ADD	
15	SII	Sortie d'un incrément sur station incrémentale
16	SPI	Sortie d'une position sur station incrémentale
17	SCI	Sortie d'un incrément sur une consigne esclave
18	SS	Sortie spéciale

Fig. 20

Remarque :

Un seul traitement de sortie parmi 4 (15 à 18) peut être utilisé dans une branche.

Comme premier exemple, nous donnerons la branche N001 qui réalise la régulation de niveau du bac 1 par action sur la vanne V (équipée d'une station de transfert incrémentale n° 1).

Diagramme fonctionnel :

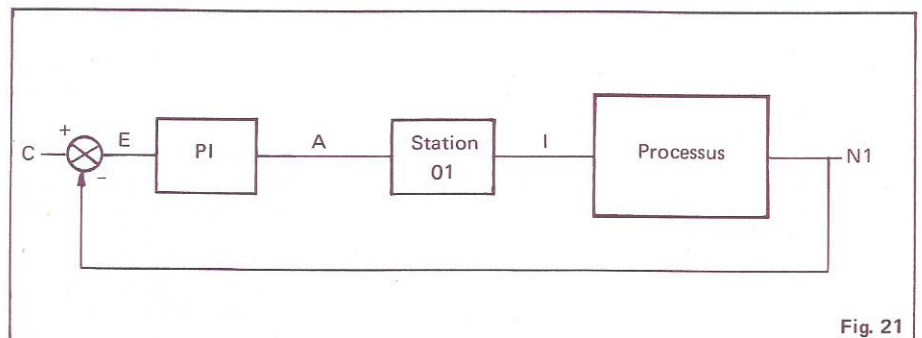


Fig. 21

- C : Consigne
- E : Ecart
- A : Action
- I : Courant de commande.

auquel correspond la branche :

- Libellé : N001
- Sortie : 01 (numéro de station de transfert)
- Consigne : oui
- Mesure 1 : N001 (libellé de la Mesure dans COPRES - Mesure).

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2	Remarques
1	1	FS = IC1	C		Initialisation prédéterminée de la consigne
2	2	STO	S1	M1	Soustracteur
3	8	FS = PI	S2		Correcteur PI incrémental
4	15	SII	S3		Sortie

(Tous les traitements sont indépendants).

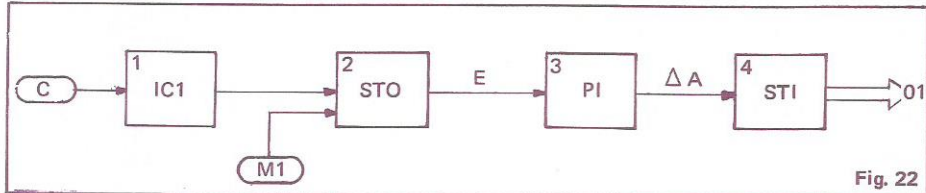


Fig. 22

Le deuxième exemple sera une branche D001 qui réglera le débit D de sortie en prenant comme action la consigne de la régulation de niveau (qui compense le débit Q perturbateur).

Diagramme :

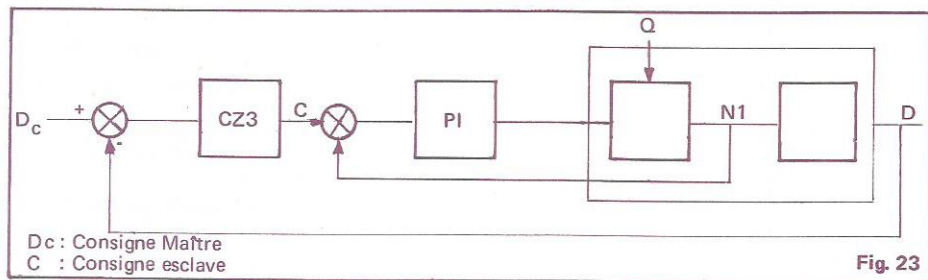


Fig. 23

Libellé : D001

Type : BM

branche maître

Action : N001

libellé de la branche esclave

Consigne : oui

Mesure : D001

libellé de la mesure

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2	Remarques
1	2	STO	C	M1	
2	6	CZ3	S1		Correcteur en Z du 3e ordre
3	17	SCI	S2	C-BE	Sortie de consigne esclave

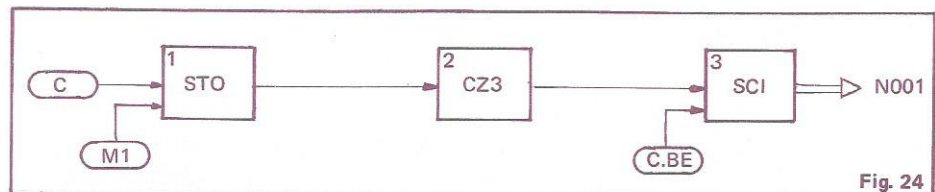


Fig. 24

Remarque : La structure de la branche N001 n'a pas été modifiée pour la rendre esclave.

Les deux premiers exemples correspondent à deux boucles de régulation classiques, dont une de Régulation Numérique Directe. Dans l'exemple suivant, nous allons figurer une structure qui serait délicate à réaliser avec une technologie analogique.

Il s'agit de commander la température T , en agissant sur la position de l'auto-transformateur A . Le modèle statique de cette partie du processus est :

$$P = a A^2 \quad \begin{array}{l} P : \text{puissance en kW} \\ a : \text{coefficient connu, fonction de la résistance et de la tension d'alimentation.} \end{array}$$

$$P = k (D+Q) (T_c - T_o)$$

T_o : température initiale de l'eau, connue de l'opérateur

T_c : température désirée

$D+Q$: débit total d'eau chauffée par P

k : coefficient d'échange thermique, on connaît sa valeur théorique k_o , mais pour tenir compte des imperfections du modèle et des perturbations inconnues, on applique :

$$k = k_o + f (T_c - T)$$

T : température réellement obtenue

$f(e)$: correcteur, à dynamique lente.

Diagramme correspondant :

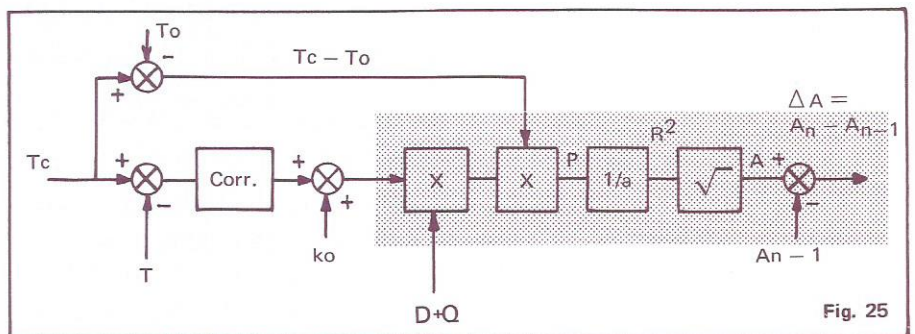


Fig. 25

La réalisation se fera avec deux branches : T010 et T011 :

Branche T010 : a une consigne T_c

Trois mesures : T (voie T001)

D (D001)

Q (Q001)

Les traitements de rang 1,2, 3 et 4 permettent de calculer :

$$k = k_o + f (T_c - T) \quad f : \text{correcteur en Z} \quad (\text{voir fig. 26})$$

Les traitements 5 et 6 permettent de calculer $(D+Q)$: D et Q n'ayant pas la même échelle (200 et 100 l/h), il faut introduire un coefficient 1/2, afin que les deux représentations normalisées de D001 et Q001 soient comparables.

Les traitements 7 et 8 permettent de calculer $(T_c - T_o)$

Libellé : T010

Consigne : oui

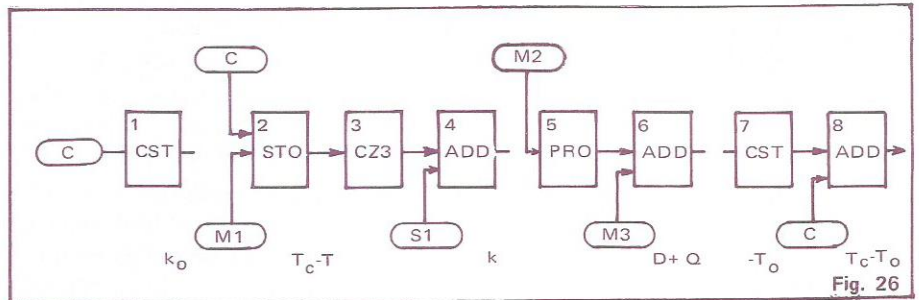
Mesure 1 : T001

Mesure 2 : D001

Mesure 3 : Q001

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2	Observations
1	1	FS=CST	C		Générateur de k_0
2	2	STO	C	M1	
3	6	CZ3	S2		
4	7	ADD	S3	S1	
5	8	FS=PRO	M2		
6	10	ADD	S5	M3	
7	12	FS=CST	S6		Générateur de $-T_0$
8	14	ADD	S7	C	



Branche T011 : elle réalise la partie hachurée du diagramme fonctionnel (fig.25). Elle utilise les résultats intermédiaires de T010, qui doit être déclarée en branche amont.

Les traitements 1, 2, 3 calculent $1/a P$

Les traitements 4, 5 et 6 calculent et réalisent la commande en incrément de l'autotransformateur. (fig. 26)

Libellé : T011

Branche amont A1 : T010

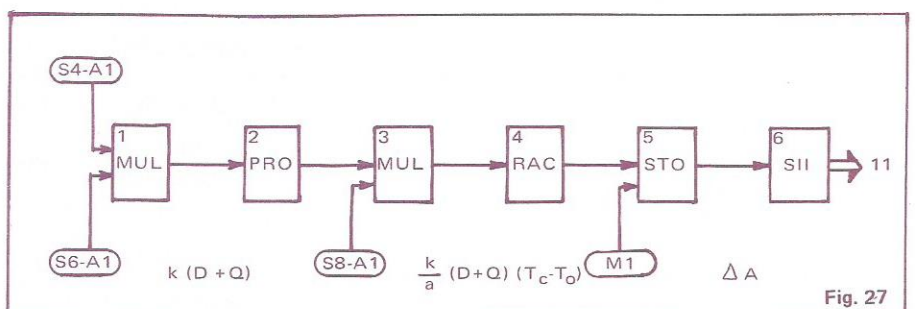
Action : 11

Consigne : non

Mesure 1 : A001

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2
1	3	MUL	S4-A1	S6-A1
2	4	PRO	S1	
3	8	FS=MUL	S2	S8-A1
4	12	FS=RAC	S3	
5	13	FS=STO	S4	M1
6	15	SII	S5	



Les états d'une branche

Chaque branche peut avoir quatre états qui sont :

- AR - Etat Arrêt : la branche existe, mais elle n'est pas exécutée.
- A - Etat Automatique : tous les traitements sont exécutés.
- M - Etat Manuel : seul le traitement de sortie est exécuté ; l'opérateur a la possibilité de modifier la sortie commandée par l'intermédiaire du pupitre opérateur : cette commande respecte toutes les contraintes imposées éventuellement dans l'algorithme de sortie (saturation de vitesse et/ou de position).
- CM - Etat Calcul Manuel : les algorithmes de calcul sont exécutés mais non appliqués à la sortie, qui reste manuelle, comme dans l'état précédent.

La transition entre ces quatre états est commandée :

- par l'opérateur (pupitre)
- par l'interpréteur, qui commande le passage $A \rightarrow AR$ ou $CM \rightarrow M$ dès que :
 - il y a 2 alarmes consécutives sur les mesures (défaut capteur).
 - une des branches amonts n'est plus dans les états A ou CM.
- par l'interpréteur qui commande le passage $A \rightarrow AR$, dès que la station de transfert passe en local, ou que la branche esclave n'est plus dans les états A ou CM.
- par l'interpréteur qui commande le passage $AR \rightarrow A$, dès que toutes les conditions de passage à AR citées ci-dessus ont disparues et que la branche a son indicateur de "Reprise Automatique" à 1.

Cet indicateur est accessible à partir du pupitre à l'opérateur qui peut le modifier.

Le programme réalisant ces passages assurent les fonctions suivantes :

- positionnement des indicateurs d'état
- commande de la station de transfert concernée : en secours si le passage de la branche est : (A, M, CM) \rightarrow AR et en Non-Secours dans le cas inverse.
- positionnement d'un indicateur "Consigne Asservie" dans la branche esclave éventuelle si le passage de la branche maître est (A, M, CM) \rightarrow AR, et inversement. Cet indicateur, visualisé, interdit à l'opérateur de modifier la consigne de la branche esclave.
- impression d'un message indiquant l'heure, le libellé, le nouvel état, l'ancien état et l'origine du passage.
- le positionnement d'indicateurs d'initialisation pour les algorithmes.

Les branches temporaires

La structure de commande est modifiable en ligne : lorsque l'opérateur veut modifier une branche (pour essayer un nouvel algorithme par exemple), il doit définir une branche qui utilise une sortie (station de transfert ou branche esclave) déjà utilisée : cela est interdit, sauf si cette nouvelle branche est déclarée comme "temporaire".

Par définition, à chaque branche, appelée par opposition "permanente", on peut associer une branche "temporaire" ayant une sortie commune.

Alors, le fonctionnement des deux traitements de sortie sera synchronisé en opposition, (le déroulement des traitements de calculs n'est pas modifié) ; c'est l'algorithme de sortie de la "permanente" qui est inhibé dès que la temporaire n'est pas à l'état AR (arrêt).

Cette transition est automatique, les indicateurs d'initialisation sont positionnés correctement et les sorties sont commandées (Secours et Non-Secours) d'une manière adéquate par le programme de changement d'état.

Remarques :

- La mise en service de la temporaire ne met pas à l'arrêt la branche permanente (son état n'est pas modifié)
- Une branche temporaire peut avoir comme branche amont sa propre branche permanente.

Exemple :

Sur la branche N001 du premier exemple page 3, l'opérateur désire adjoindre une compensation prédictive du débit de soutirage Q, selon l'équation :

$$\Delta I' = k\Delta Q + \Delta I$$

ΔI : action incrémentale sans compensation.

Il définit alors la branche temporaire :

Libellé : N001

Type : T temporaire

Sortie : 01

Branche amont : N001

Mesure 1 : Q001

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2	Observations
1	1	FS=PEI	M1		Calcul ΔQ
2	4	PRO	S1		
3	7	ADD	S2	S3-A1	
4	15	SII	S3		

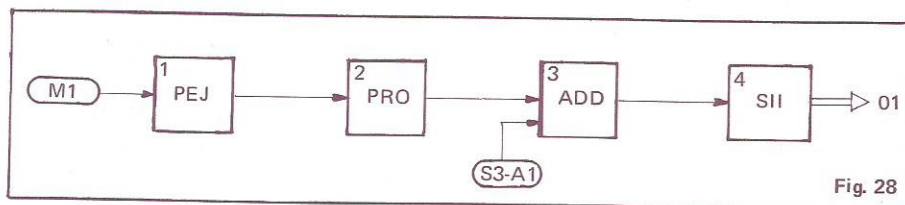


Fig. 28

Rappel de la structure de N001 P (Permanente).

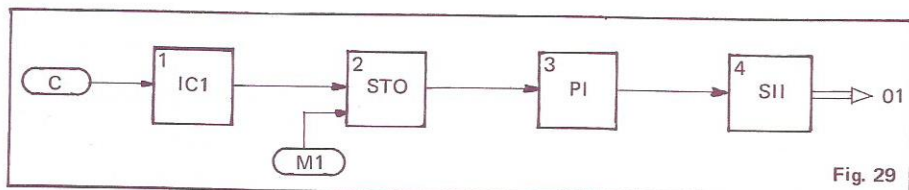


Fig. 29

Pupitre opérateur

Avant de décrire la procédure de définition d'une branche, nous allons énoncer les fonctions du pupitre - opérateur.

La Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000 comprend deux versions de pupitre : la première a été décrite avec COPRES - Mesure, c'est une version simplifiée : la deuxième doit être utilisée avec COPRES - Commande.

Ce pupitre réalise toutes les fonctions de la version simplifiée décrites au paragraphe 4.2. Il permet en outre le dialogue avec le système de commande.

Les fonctions réalisées sont :

- Appel d'une branche (Permanente ou Temporaire) ou d'une voie par composition du libellé : ce libellé est visualisé en réponse et les états de la branche ou de la voie sont visualisés sur des voyants.

- Appel d'une grandeur relative à la voie ou à la branche appelée.
- Appel d'un traitement de la branche appelée par composition de son rang sur un clavier : le numéro (donc son type) est visualisé.
- Appel d'un paramètre, des entrées 1 ou 2 ou de la sortie du traitement appelé : la grandeur correspondante est alors visualisée.

Ensuite, toutes les fonctions de commande déjà décrites sont réalisées de manière identique (modification de valeur, demande d'impression, sortie sur enregistreur analogique, modification d'état).

Cependant, il faut y rajouter :

- Modification de l'indicateur "Reprise Automatique".
- Modification d'un indicateur banalisé "IND" relatif à la branche appelée. Cet indicateur est utilisé dans certains traitements (aiguillage, déclenchement de signaux, etc...).
- Demande d'impression de la structure d'une branche
- Demande d'impression de la structure aval d'une branche (c'est-à-dire la liste de toutes les branches utilisant la branche appelée comme branche amont).

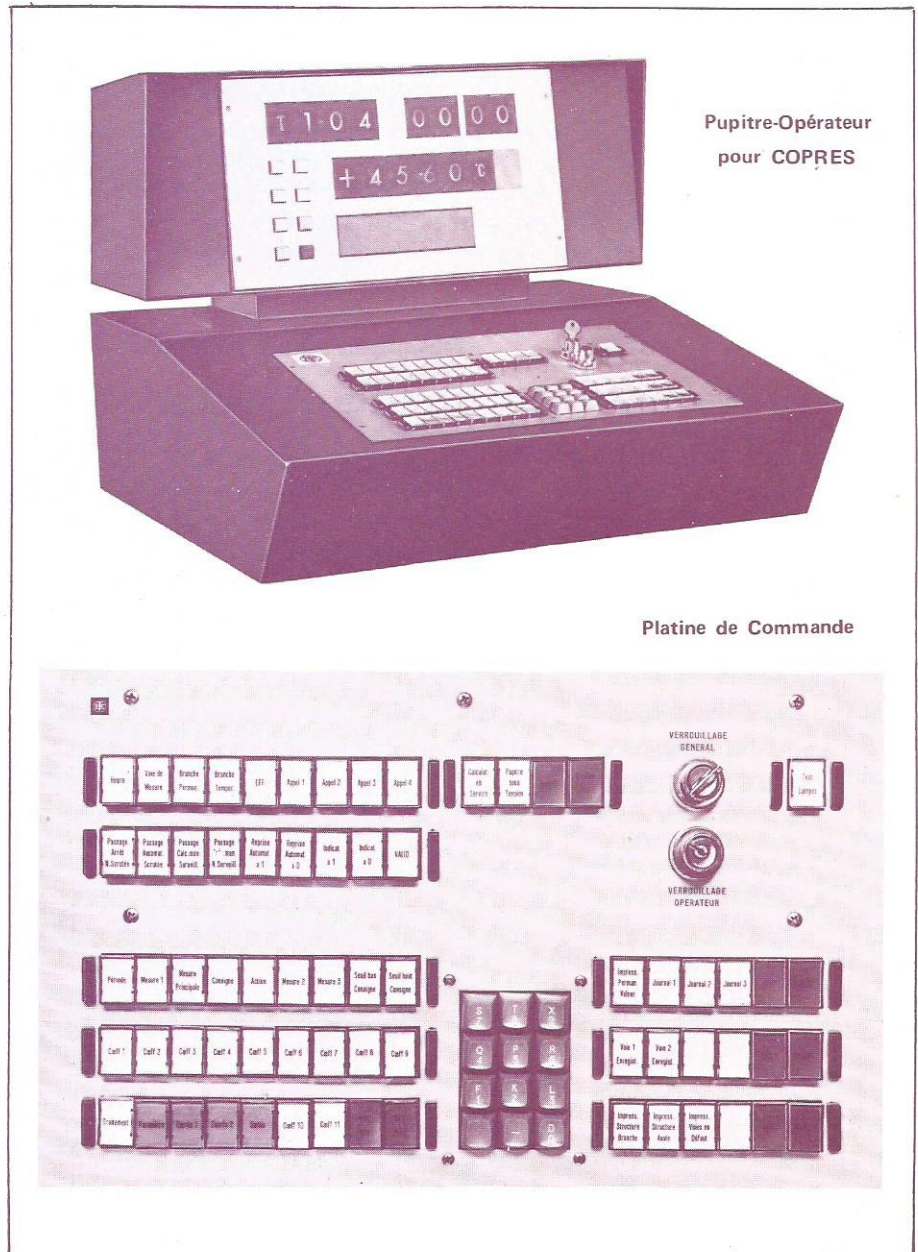


Fig. 30

Le pupitre opérateur est toujours associé au téléimprimeur de service : c'est à partir de celui-ci que l'utilisateur peut modifier la structure de commande ; par une suite de messages "clefs", il peut effectuer :

- Un changement de groupe pour une branche : comme les voies de mesures, les branches sont rassemblées par groupe, auquel est affecté une période ; l'opérateur doit préciser le nouveau groupe et la branche précédente dans ce groupe (les branches sont exécutées séquentiellement à l'intérieur d'un groupe).
- Une création de branche (Permanente ou Temporaire) : cette création se fait en deux phases : l'une de définition (voir ci-dessous) et l'autre de mise en service, qui n'est effective que lorsque la première phase s'est déroulée correctement et que l'opérateur le décide.
- Une suppression de branche (Permanente ou Temporaire) ; il faut alors que cette branche soit à l'arrêt (AR) et qu'elle n'ait **aucune** branche aval ni branche maître ; ces tests sont automatiques et s'ils sont positifs, la carte de branche est effacée et les cartes de branches sont "tassées" afin de récupérer la place en mémoire (les adresses de liaisons sont alors corrigées automatiquement). Deux suppressions ne peuvent être simultanées.
- Un passage branche temporaire - branche permanente : la branche temporaire devient permanente, alors que la permanente initiale est supprimée (les mêmes conditions que précédemment sont requises, en particulier, il ne faut pas que la temporaire utilise sa permanente comme branche amont, ce qui est le cas dans l'exemple précédent).

Toutes ces modifications se font en ligne, sans que le système soit perturbé, sauf en ce qui concerne les branches modifiées.

Définition d'une branche

L'opérateur n'a qu'à remplir un jeu de fiches techniques telles que celle donnée en annexe 4. Ces fiches sont ensuite transcodées sur une bande perforée, pour être traduites. Une autre possibilité est de les introduire directement en mémoire par le jeu du programme de modification en ligne : ce programme réalisera les demandes d'information en guide-opérateur (appel-réponse) et transcodera directement les informations.

Il est à remarquer que c'est uniquement durant cette phase que sont fixées les valeurs des paramètres non modifiables.

AIDE A LA CONCEPTION DE LA STRUCTURE DE COMMANDE

Dans le système de programmation d'applications de la Chaîne Numérique d'Automatisme T.2000, sont intégrés deux types de programmes particuliers :

- des programmes d'identification dynamique du processus
- des programmes de calcul de correcteurs numériques.

Pour l'identification, nous proposons deux méthodes :

- Identification par intercorrélation :

L'entrée du processus à identifier (action ou consigne) est soumise à un signal perturbateur pseudo-aléatoire (binaire ou ternaire) : alors la fonction d'intercorrélation entre la sortie et l'entrée est égale à la réponse impulsionnelle du processus. La première phase de l'identification sera la génération du signal et le calcul de la fonction d'intercorrélation : cette phase est exécutée en temps réel, à l'aide de plusieurs traitements élémentaires de COPRES - Commande. Ces traitements élémentaires, intégrés dans une branche, déclenchent ensuite la deuxième phase, réalisée par un programme constituant un travail particulier de SUPROS.

Cette deuxième phase réalise l'analyse de la réponse impulsionnelle, afin de donner un modèle, de structure prédéfinie, utilisable pour le calcul des correcteurs. Le programme se déroule en temps réel, en "travail de fond" et imprime les résultats.

- Identification par la méthode du modèle :

Un modèle, de structure prédéfinie, est simulé en parallèle avec le processus à identifier : les deux sorties sont comparées et un organe de calcul réagit sur les paramètres du modèle, afin de réduire l'erreur entre la sortie simulée et la sortie réelle. Ceci est réalisé par un traitement élémentaire de COPRES - COMMANDE, qui déclenche l'impression des résultats dès que l'identification est suffisante.

Exemple de mise en oeuvre :

L'opérateur désire identifier, en boucle ouverte la fonction de transfert entre la vanne V et le débit de sortie D (par intercorrélation avec signal ternaire). Il doit créer une branche temporaire N001 (afin de commander la vanne par la station de transfert 01, déjà utilisée), qui aura la structure :

Libellé : N001

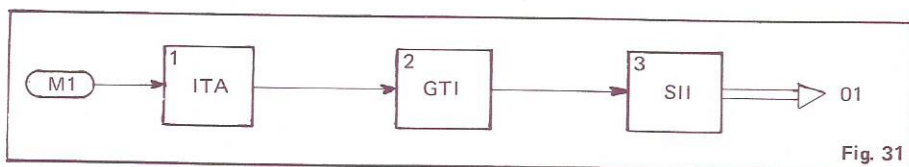
Type : Temporaire

Action : 01

Mesure 1 : D001

Traitements :

Rang	Place	Libellé	E1	E2	Observations
1	1	FS=ITA	M1		Calcul d'intercorrélation
2	8	FS=GTI	S1		Générateur de séquence ternaire
3	15	SII	S2		



Remarques :

Le traitement ITA est automatiquement synchronisé sur le générateur GTI, car ils font partie de la même branche. ITA a comme paramètres :

- Le nombre de séquences (qui sont périodiques) d'initialisation
- Le nombre de séquences pendant lequel s'effectuera le calcul d'intercorrélation.

Une fois ce nombre de séquences écoulé, le travail de dépouillement sera lancé et les résultats imprimés.

Le calcul des correcteurs numériques constitue lui aussi un travail particulier de SUPROS : à l'aide du clavier du téléimprimeur de service, l'opérateur donne :

- Le modèle, en Z, du processus à réguler
- Le modèle de la fonction de transfert globale (c'est-à-dire, correcteur et processus) ; ce modèle est défini soit sous forme de fraction rationnelle en Z, soit sous forme de réponse temporelle à une entrée type (avec contraintes sur le signal d'action).

En retour, le programme imprime les coefficients du correcteur en Z nécessaire.

Associé à ce programme, il faut citer le travail particulier du calcul automatique d'une fonction de transfert en Z, à partir d'une fonction de transfert en p (dans le plan de Laplace). L'opérateur précise à l'aide du clavier du téléimprimeur les caractéristiques du modèle en p (gain, constantes de temps...) et le modèle sous forme de fraction rationnelle en Z est alors imprimé en retour.

La simulation des boucles

La structure modifiable de COPRES - Commande permet d'effectuer simplement des simulations avant de mettre en œuvre un correcteur sur une boucle réelle.

La simulation se fait par une branche, qui peut comporter :

- une ligne à retard (simulation d'un retard)
- un correcteur en Z (simulation du transfert)
- des générateurs de bruit (simulation de perturbations).

La sortie de cette branche se fait soit par l'intermédiaire d'une station de transfert réelle non utilisée pour le processus, soit par le système de visualisation sur enregistreur analogique banalisé (pupitre).

La simulation du correcteur se fait par une autre branche (ou par la même) : cette branche aura :

- une consigne
- une mesure (qui sera la mesure de recopie de la station de transfert ou de la voie de l'enregistreur banalisé)
- les traitements à tester
- d'autres traitements permettant d'analyser la qualité de la boucle simulée. (calcul de l'intégrale du carré de l'erreur par exemple).

Exemple de simulation

L'opérateur veut simuler une régulation PID d'un processus représentable par un transfert du troisième ordre superposé à un bruit uniforme : il créera deux branches :

- X001 comportant
 - le soustracteur (comparateur)
 - le correcteur PID
 - un traitement d'analyse (calcul de l'intégrale du carré de l'erreur : ICE).
- X002 comportant
 - une simulation de la station de transfert (IEP)
 - une simulation du transfert (CZ3)
 - un générateur de bruit (GBU).

Par le pupitre, l'opérateur **doit** affecter la voie 1 de l'enregistreur analogique banalisé à la sortie de branche de simulation (représentant la mesure à réguler) la mesure de recopie de la voie 1 sera déclarée en mesure 1 de la branche X001.

Il pourra alors juger des qualités de la régulation :

- par lecture des enregistrements (les voies 2 et 3 étant affectées par exemple à la sortie de IEP (action) et STO (erreur)).
- par lecture des résultats donnés par ICE (intégrale du carré de l'erreur).

Toujours à l'aide du pupitre, l'opérateur peut changer les conditions de fonctionnement :

- Consigne
- Coefficients du correcteur
- Paramètres du modèle
- Caractéristiques du bruit ...

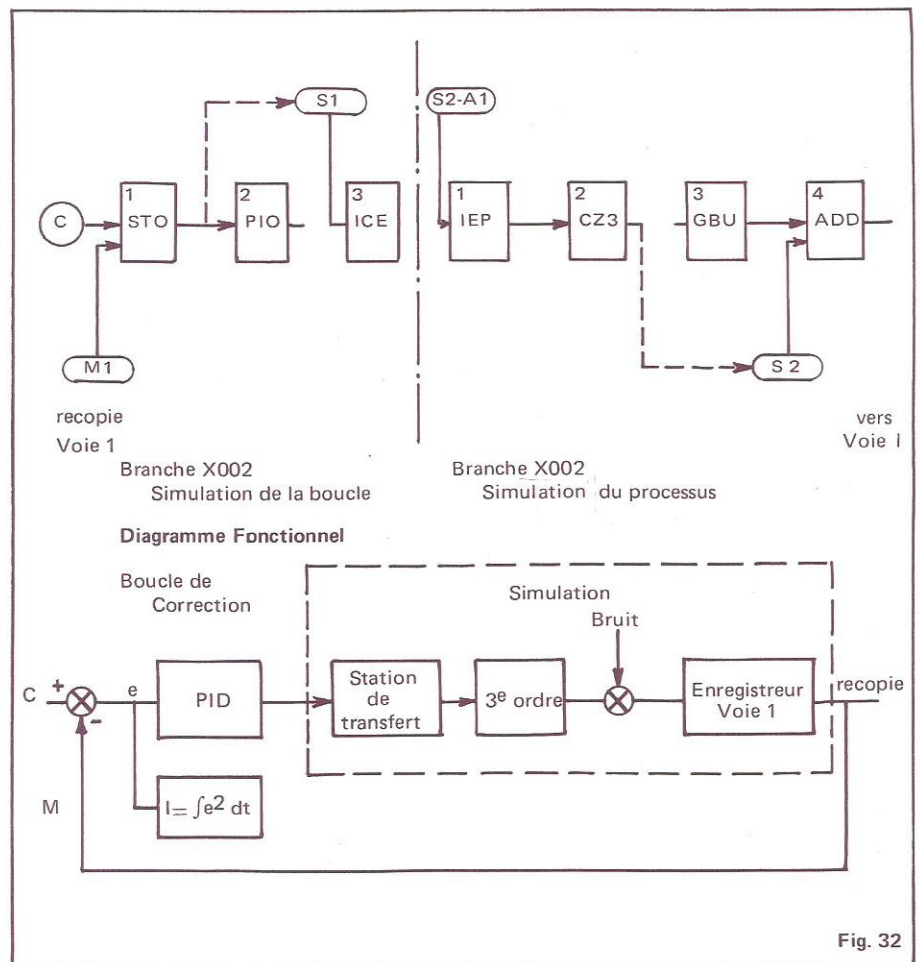


Fig. 32

CONCLUSION

Le software d'applications de la Chaîne Numérique d'automatisme T.2000 permet de résoudre les problèmes d'automatisme et de programmation posés par la mise en œuvre d'un système d'automatisation de processus.

Il assure tous les travaux : d'acquisition, traitement et surveillance des mesures ; calcul et commande des actions continues sont réalisées par des programmes standard, toutefois, le système laisse de larges possibilités d'adaptation aux besoins de l'utilisateur.

- par extension des traitements standard
- par création de "programmes utilisateurs" intégrés sans difficulté dans le système.

L'ensemble du matériel et de la programmation de la Chaîne Numérique d'Automatisme Télémécanique T.2000 présente les avantages suivants :

- analyse réduite à l'étude du processus
- temps de mise au point réduit
- structure de commande évolutive
- aucune connaissance de programmation pour l'utilisateur
- facilité d'exploitation par un personnel de compétence variée
- grande sûreté de fonctionnement.

Ces avantages concourent à donner une grande efficacité au système d'automatisation avec un prix de revient minimum.

ANNEXE 1

Fiche technique de définition d'une carte de Voie

LIBELLE	<input type="text" value=" _ _ _ _ "/>	une lettre, trois chiffres
GROUPE	<input type="text" value=" _ _ "/>	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	<input type="text" value=" _ _ _ "/>	trois chiffres
TYPE	<input type="text" value=" _ "/>	R : réelle F : fictive
STANDARD	<input type="text" value=" _ "/>	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	<input type="text" value=" _ _ _ "/>	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	<input type="text" value=" _ _ _ "/>	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	<input type="text" value=" _ _ "/>	
PARAMETRES		
P1 =	<input type="text" value=" _ _ _ _ _ _ _ _ _ "/>	} 31 fois maximum
....		
P31 =	<input type="text" value=" _ _ _ _ _ _ _ _ _ "/>	
		} 18 fois maximum

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

. Niveau 1

LIBELLE	N 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 1	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	1	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 1	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 1	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 1	
NUMERO	0 3	
NUMERO	0 5	
NUMERO	0 8	
NUMERO	0 9	

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

Débit de sortie

LIBELLE	D 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 2	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	1	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 4	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 2	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 1	
NUMERO	0 3	
NUMERO	0 6	
NUMERO	0 9	

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

Niveau 2

LIBELLE	N 0 0 2	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 4	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	1	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 1	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 4	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 1	
NUMERO	0 3	
NUMERO	0 9	
NUMERO		

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

Position Autotransformateur

LIBELLE	A 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 5	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	3	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 5	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 5	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 3	
NUMERO	0 9	
NUMERO		
NUMERO		

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

(Température)

LIBELLE	T 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 2	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 1	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	2	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 6	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 1 0	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 1	
NUMERO	0 2	
NUMERO	0 4	
NUMERO	0 9	

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

(Débit de soutirage)

LIBELLE	Q 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 3	trois chiffres
TYPE	R	R : réelle F : fictive
STANDARD	1	un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 2	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 3	suivant le type R ou F
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 1	
NUMERO	0 3	
NUMERO	0 6	
NUMERO	0 9	

ANNEXE 2

Fiche technique de Définition d'une carte de Voie

Pression d'alimentation

LIBELLE	P 0 0 1	une lettre, trois chiffres
GROUPE	0 1	deux chiffres
NUMERO DANS LE GROUPE	0 0 6	trois chiffres
TYPE	F	R : réelle F : fictive
STANDARD		un chiffre de 1 à 8
CAPTEUR	0 0 3	trois chiffres de 1 à 128
ADRESSE RELAIS OU NUMERO MESURE	0 0 5	
TRAITEMENTS		
NUMERO	0 7	
NUMERO	0 4	
NUMERO	0 9	
NUMERO		

ANNEXE 3

Liste des Traitements Élémentaires de COPRES - Commande

Calcul arithmétique

Libellé	Nombre d'entrées	Fonction
CHS	1	Changeur de signe
ADD	2	Additionneur
STO	2	Soustracteur ordinaire
ST1	2	Soustracteur quadratique
ST2	2	Soustracteur quadratique avec seuil
MUL	2	Multiplieur
PRO	1	Multiplicateur par une constante
DIV	2	Divisuer
RAC	1	Extraction de racine carrée
IEP	2	Passage d'une représentation incrémentale à une représentation en position relative ou réelle
PEI	1	Passage inverse
PEP	2	Passage d'une représentation en position relative à une position réelle
CST	1	Génération d'une constante
Correcteurs		
ICO	2	Initialisation de la consigne sur une grandeur donnée en entrée
IC1	1	Initialisation de la consigne sur une grandeur prédéterminée
P	1	Correcteur incrémental à action P
PI	1	" " actions P+I
PID	1	" " actions P+I+D
PM1	1	" " actions P+I
PM2	1	" " action P+I+D
P1M	2	Correcteur incrémental PI } avec P et D calculées sur " PID } les variations de la mesure
P2M	2	
P3M	2	
P4M	2	Les mêmes, mais avec suppression conditionnelle de l'action P
CZ2	1	Correcteurs en Z donnant une sortie en position relative (c'est-à-dire initialisée à 0) Sont utilisés aussi pour simuler un transfert
CZ3	1	
CZ5	1	
CZ7	1	
LR2	1	Ligne à retard de longueur maximum 20
LR5	1	" " 50
CRC	1	Correcteur à retard compensé, retard maximum 16

Libellé	Nombre	Fonction
Algorithmes non-linéaires :		
AIG	2	Aiguillage entre 2 entrées
DSM	1	Détecteur de seuil haut
DSB	1	Détecteur de seuil bas
LIM	1	Saturation à deux seuils
LN3	1	Linéarisation à 3 segments
CAS	1	Caractéristique avec seuil
CHY	1	Caractéristique avec hystérésis
Générateurs :		
GBA	1	Générateur de bruit binaire en position
GBI	1	Générateur de bruit binaire incrémental
GTA	1	Générateur de bruit ternaire en position
GTI	1	Générateur de bruit ternaire incrémental
GBU	1	Générateur de bruit uniforme
GSC	1	Générateur de signal carré périodique
GST	1	Générateur de signal triangulaire périodique
GSE	1	Générateur d'échelon
Algorithmes d'analyse :		
CVM	1	Calcul de valeur moyenne
CET	1	Calcul d'écart-type
IME	1	Calcul de l'intégrale du module de l'entrée
ICE	1	Calcul de l'intégrale du carré de l'entrée
IBA	1	Calcul d'intercorrélation avec signal binaire
ITA	1	Calcul d'intercorrélation avec signal ternaire
Traitements de sortie :		
SII	1	Sortie d'un incrément
SPI	1	Sortie d'une position
SSI	1	Sortie d'un incrément limité en amplitude
SSP	1	Sortie d'une position limitée en amplitude
SCI	2	Sortie d'une consigne esclave par incréments
SCP	2	Sortie d'une consigne esclave en position.

ANNEXE 4

Fiches techniques de définition d'une branche

- LIBELLE = Une lettre, trois chiffres
- GROUPE = Deux chiffres
- BRANCHE PRECEDENTE = Libellé
- TYPE = P permanente T temporaire
- TYPE = Rien ou M maître
- BRANCHE AMONT 1 = Libellé
- BRANCHE AMONT 2 =
- SORTIE = Libellé ou numéro 3 chiffres
- CONSIGNE = 1 ou 0
- SEUIL BAS EN % = 3 chiffres
- SEUIL HAUT EN % =
- MESURE 1 = Libellé de la voie de mesure
- MESURE 2 = Libellé de la voie de mesure
- MESURE 3 = Libellé de la voie de mesure

TRAITEMENTS

RANG =

- TYPE = Trois lettres ou FS suivi
de trois lettres
- E1 = S suivi du rang du traitement
ou C, M1, M2, M3
- E2 = rien, ou BE, A1, A2

P1 = Signe, 4 chiffres
et une virgule

P2 =

.....

P31 =

Répété
jusqu'à
31 fois
maximum

Répété
15
fois
maximum





Telemecanique

Département Informatique Industrielle
33, avenue de Chatou - 92-RUEIL
Tél. 967.25.30 - Telex 20808

FRANCE

. Angoulême . Anncy . Belfort . Besançon . Bordeaux
. Caen . Clermont-Ferrand . Creil . Dijon . Granges-
lès-Valence . Grenoble . Le Havre . Lille . Limoges
. Lyon . Marseille . Metz-Borny . Montpellier .
Mulhouse . Nancy . Nantes . Orléans . Pau .
Reims . Rennes . Rosendaël . Rouen . St-Etienne
. St-Quentin . Strasbourg-Cronenbourg . Toulouse .
Tours.
RÉGION PARISIENNE: Bois-Colombes . Courbevoie
. Malakoff . Melun . Noisy-le-Sec.

EUROPE

BELGIQUE : LEEUW-St-PIERRE 181, Chaussée de
Mons.

DANMARK : 2730 HERLEV, Marielundvej 46 A.

DEUTSCHLAND : 403 RATINGEN-TIEFENBROICH
Elisabethstrasse 17.

ESPANA : MADRID-GETAFE - Apartado postal 17056
Carretera de Andalucia, KM 13.

GREAT BRITAIN : ASHFORD, Henwood - Kent

HELLAS : ATHENS 147 - Société Lampa - 38, rue
Bouboulinas.

ITALIA : TORINO - 11 148 - Via Orbetello 140.

LUXEMBOURG : C.E.L. 58-60, rue de Hollerich

NEDERLAND : HAARLEM - Claes Tillyweg 2.

NORGE : GRORUD - Professor Birkelands Vei 27.

ÖSTERREICH : 1020. WIEN - Wilhelm Schuberth -
Technischer Büro für Automation - Josefinengasse 8/14

PORTUGAL : LISBOA 1 - Rua D. Estefânia, 92 A.

SCHWEIZ : 3000 BERN 17: Süd-Bahnhofstr. 14 C.

SUOMI-FINLAND : HELSINKI 13 - Startrading Oy
Fabianinkatu 5.

SVERIGE : FLEN 642 00 - Drottninggatan 22 - Fack

AFRIQUE

Algérie (Alger) . Angola (Benguela) . Cameroun
(Douala) . Côte-d'Ivoire (Abidjan) . Madagascar
(Tananarive) . Maroc (Casablanca) . République Sud-
Africaine (Johannesburg) . Réunion (St-Denis de la
Réunion) . Sénégal (Dakar) . Tunisie (Tunis).

AMERIQUE

Antilles (Fort-de-France) . Brasil (Sao-Paulo) .
Canada (Montréal-Dorval) . Chile (Santiago-Chile) .
Mexico (Mexico) . Peru (Lima) . Republica Argentina
(Buenos-Aires) . Uruguay (Montevideo).

ASIE - AUSTRALIE

Cambodge (Phnom-Penh) . Liban (Bayrut) . Sud-
Vietnam (Saigon) . Syrie (Alep) . Turkiye (Karakoy-
Istanbul) . Australie (New South Wales).