SP/GTC/09

São Paulo, 10/15 de abril de 1972

GRUPO DE ESTUDOS DE PROTEÇÕES, TELECONTRÔLE E TELECOMUNICAÇÃO

ASPECTOS DE CONTRÔLE DIGITAL DE PROCESSOS E SISTEMAS

José Carlos de Carvalho Lisbôa

LIGHT - Serviços de Eletricidade S.A.

I. INTRODUÇÃO

Muita coisa se poderia dizer a respeito de um assunto de natureza tão ampla como contrôle digital de processos.

No entanto, o curto espaço de tempo disponível para - preparação dêste trabalho obrigou-nos a abordar apenas alguns aspectos mais gerais do problema, bem como per mitiu-nos fazer referência tão somente a uma de suas aplicações, ao contrôle digital de um sistema de potên cia interligado.

Dessa maneira, não nos detivemos na análise e exposição de conceituação geral de sistemas, sua classificação, princípios gerais de contrôle e características construtivas e funcionais dos sistemas analógicos e digitais, que admitiremos ser do conhecimento geral dos participantes dêste Seminário.

Além disso, também deixaremos de lado tôdas as considerações de ordem matemática relativas aos sistemas expostos, que, no entanto, poderão ser fácilmente encontrados na bibliografia indicada.

Este trabalho, portanto, destina-se bàsicamen te a ressaltar a importância e a potencialidade dos sistemas de contrôle digital e a sua aplicabilidade den tro das emprêsas de Energia Elétrica.

II. CONCEITO DE CONTRÔLE DE PROCESSOS

Para se conceituar com precisão o têrmo "contrôle de processos", devemos inicialmente definir o que se entende separadamente por "contrôle" e por "processo". Para todos os efeitos e fins práticos consideramos contrôle a todo e qualquer tipo de ação destinada a regular o fluxo de energia através do sistema físico a ao qual êste se acha associado.

Da mesma maneira, conceituamos <u>processo</u> como todo e qualquer sistema físico que envolva uma ou mais operações independentes ou interrelacionadas e executadas simultâneamente ou em sequência.

Vemos, pois, que o conceito de processo nada mais é do que uma particularização do conceito geral de sistema físico, e como tal está sujeito à mesma classificação geral, bem como pode ser estudado segundo as mesmas téc nicas de análise e modelamento matemático aplicáveis a êstes.

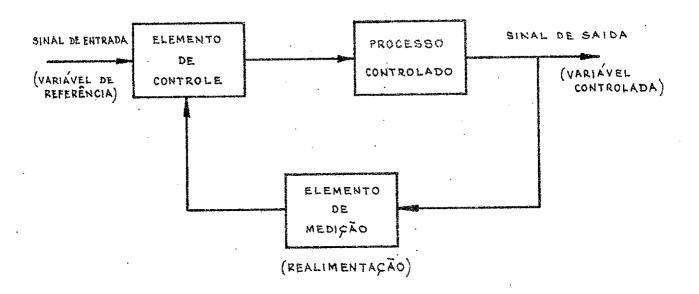
Assim sendo, podemos representar um processo qualquer sob contrôle segundo o diagrama de bloco geral da Fig. 1.

Esse diagrama é de aplicação geral a todos os sistemas de contrôle e não particulariza o tipo ou o método de contrôle empregados.

Como se sabe, bàsicamente, os sistemas de contrôle em geral podem ser de 2 tipos: manual e automático. Nos sistemas de contrôle manual, a intervenção direta do operador é necessária para alteração e/ou ajuste das variáveis controladas no processo em questão. Nêsse caso, o operador age diretamente sôbre o processo através de dispositivos acoplados a êste verificando a seguir o nível de ajuste das variáveis controladas através de sensores acionados por estas.

Nos sistemas de contrôle automático as ações provenien tes da intervenção humana são levadas a efeito por meio de dispositivos mais sofisticados, que são acionados pelas próprias variáveis controladas ou por sinais de las resultantes.

FIG. 1



Dependendo de considerações de ordem econômica e do grau de automação desejado para o sistema, o contrôle de processo pode muitas vêzes desenvolver-se sem nenhuma intervenção humana. No entanto, menos por razões de ordem técnica do que por razões de confiabilidade operacional, a automatização total de muitos processos tem sido evitada, e dessa forma um grande número dêsses ainda depende de intervenção humana, es pecialmente em condições de emergência, parada e par tida, teste de operação, etc.

Quanto aos métodos de contrôle de processos, devemos mencionar que os sistemas analógicos e os sistemas digitais são os que existem na prática para essa finalidade.

Os sistemas digitais são mais recentes e apresentam um grande número de vantagens sôbre os sistemas analógicos a maior das quais residindo no fato de que aquêles podem ser fâcilmente programados para executarem automâticamente operações que convencionalmente necessita — riam intervenção humana, tais como partida e parada nor mais e de emergência, diversas outras rotinas de emergência, otimização de condições operativas, contrôle adaptativo, etc.

As variáveis controladas e os sinais em geral envolvidos em um processo qualquer, porém, na grande maioria dos casos são analógicos, isto é, variam continuamente com o tempo à medida que o processo se desenvolve. Daí o fato de os primeiros sistemas de contrôle de processos terem sido construidos empregando elementos e dispositivos de contrôle analógico.

Nêsses sistemas, que apesar de tudo, ainda encontram atualmente um grande número de aplicações, em geral constroe-se um circuito analógico capaz de comparar os sinais produzidos no processo, com outros tomados como referência e a partir dessa comparação ativam-se certos dispositivos e/ou servomecanismos existentes no

sistema, que por sua vez irão agir diretamente sôbre o processo a fim de corrigir o nível ou a forma dacueles sinais.

Essa é, bàsicamente, a filosofia de contrôle analógico convencional aplicável aos sistemas lineares deter minísticos.

Nos sistemas não lineares e/ou aleatórios o contrôle analógico pode também ser aplicado, embora com carac - terísticas um pouco diferentes, ainda que nêsses casos o contrôle digital tècnicamente seja bastante mais van tajoso do que êste.

O Diagrama de Blocos da Fig. 2 corresponde a um sistemas de Contrôle Analógico típico aplicado a um processo qualquer.

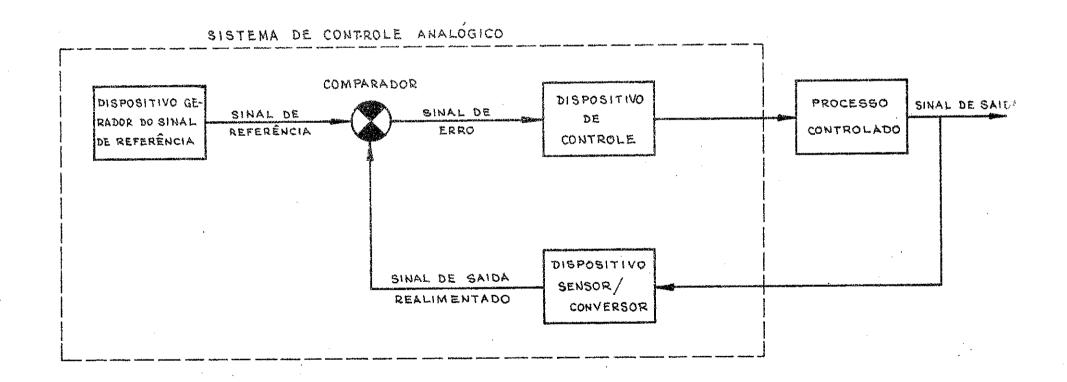
As características principais dos sistemas de controle analógico, são:

- 1. Cada função de contrôle é exercida individualmente por um único elemento do sistema.
- 2. Cada circuito do sistema de contrôle, composto de gerador de sinais, comparador, dispositivo de contrôle e sensor/conversor como indicado no diagrama da Fig.2 é responsável apenas pelo contrôle de uma única variá vel (sinal de saída) do processo.

As velocidades de resposta envolvidas nos sistemas de contrôle analógico, em geral não permitem operações com partilha de tempo (time-sharing operations) de seus componentes, e portanto no caso de ser necessá - rio controlar simultâneamente mais de uma variável do processo, tantos circuitos de contrôle quantas forem as variáveis controladas serão necessários, de modo a haver um circuito individual para o contrôle de cada variável.

3. A "programação" de todo sistema de contrôle analógico é específica para as condições operativas e caracte - rísticas dos sinais envolvidos no processo controlado,

FIG. 2



isto é, determinação e ajuste das características dinâmicas dos diversos elementos do sistema é feita sem
pre em função das condições operacionais esperadas e
que representam as condições médias de operação, dentro de uma faixa bem determinada. Quando essas condições variam além da expectativa, o sistema passará a
funcionar fora das características para as quais foi
inicialmente ajustado, e portanto seus elementos te rão de ser manualmente reajustados para que o sistema
reassuma sua eficiência primitiva.

Os sistemas de contrôle analógicos em geral, apresentam algumas limitações com relação aos sistemas de contrôle digital, conforme se verá pelo exposto no próximo item.

No entanto, de modo geral são mais simples e mais baratos do que os digitais, podendo mesmo, para algumas aplicações específicas, chegar a ser mais vantajoso do que êstes.

III. CONTRÔLE DIGITAL DIRETO.

Com o advento e desenvolvimento da tecnologia dos computadores digitais, a engenharia de sistemas passou a dispor de novos recursos para estudar e ana - lisar o comportamento dos sistemas de contrôle de processos.

Em particular, o desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas de programação e simulação possibilitou a substituição progressiva pelo computador digital, das fun - ções de contrôle realizadas com intervenção humana.

Atualmente, para a maioria dos processos con - trolados na prática, teòricamente não há mais proble - ma para se conseguir a sua automatização total. Como foi dito anteriormente, outros fatores de ordem técni-

co-econômica (custo, confiabilidade operacional, etc) e mesmo sociáis (desemprêgo, mão-de-obra disponível, etc), são os que realmente limitam a aplicação da automatização total no contrôle de processos.

Devido às suas características técnicas e funcionais, o contrôle digital direto sòmente é aplicado aos processos que operam com múltiplas variá - veis, uma vez que o grau de sofisticação e complexidade existente nos si temas de contrôle digital su - pera em muito àquela dos sistemas de contrôle analógico, dessa maneira tornando anti-econômica a sua aplicação ao contrôle de um pequeno número de variáveis.

Por outro lado, por razões de confiabilida — de operacional principalmente, muitas vêzes necessitam—se 2 ou mais circuitos analógicos para o contrôle de cada variável de um determinado processo, dessa forma fazendo com que não só a complexidade como também o custo inicial do respectivo sistema de contrôle analógico, suba rapidamente, no caso de um gran de número de variáveis a serem controladas. Dessa — forma, ainda que se leve em consideração apenas os fa tôres custo inicial e confiabilidade operacional, pode-se determinar, para um processo de múltiplas variáveis, qual o sistema mais conveniente a ser ado—tado.

A característica principal dos sistemas de contrôle digital é a capacidade de utilizar os seus elementos em partilha de tempo (time-sharing) de modo a, com um pequeno número de circuitos, efetuar o processamento e contrôle de tôdas as variáveis do processo. Isto é nêsses sistemas fàcilmente conseguido através da operação de equipamentos selecionadores de canal de informação (Multiplexers) comandados por programa pela unidade central de processamento (C.P.U.).

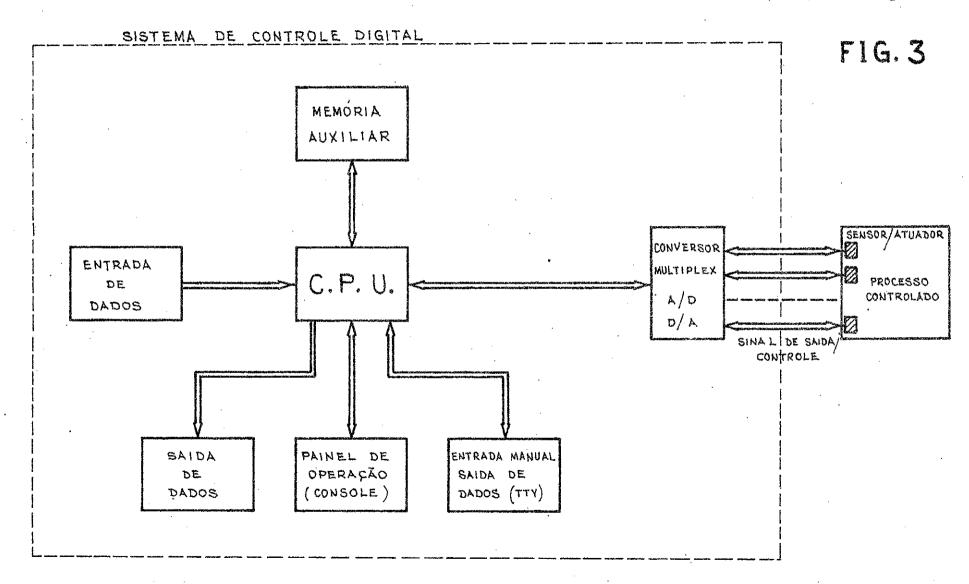
Na prática, no entanto somente em alguns casos especiais é possível construir-se um sistema de contrôle 100% digital, visto como os sinais provindos do processo controlado são em geral analógicos, dessa maneira necessitando sensores também analógicos para medí-los.

Assim sendo, equipamentos conversores de sinais analógicos/digitais e digitais/analógicos são geralmente necessários. A configuração básica de um sistema de contrôle digital típico pode ser esquematizada co mo na Fig. 3.

Os sistemas de contrôle digitais, como o escuemati - zado na Fig. 3 ainda geralmente são conectados a outros sistemas que exercem a supervisão das suas operações, muito embora não tenham influência direta sobre estas.

Nêsses sistemas, após convenientemente programado, o computador digital (C.P.U.) é ligado ao processo a ser controlado através de um conversor analógico/digital dotado de equipamento selecionador de canais (Multi - plexer), sendo cada canal ligado ao sensor correspondente a cada uma das variáveis controladas. Essa in - formação provinda do processo é lida e processada pelo C.P.U. em ordem de prioridade, de acôrdo com o programa, e as correções a serem efetuadas são enviadas de volta ao processo sob a forma de sinais digitais, que são reconvertidas pelo mesmo equipamento conver - sor/multiplex, em sinais analógicos que por sua vez irão agir sôbre os atuadores acoplados ao processo.

Através do Painel de Operação (Console) e dos Dispositivos de Saida de Dados, o operador pode saber exatamente a cada instante tôdas as condições de operação do sistema, e se necessário, através do próprio Console ou do Dispositivo de Entrada Manual de Dados, pode solicitar relatórios gráficos ou impressos, ou ainda, a seu critério, introduzir novas correções ou ajustes a serem feitos no processo. Essa operação manual é processada também de acôrdo com a



escala de prioridades estabelecidas pela programação do computador.

Os equipamentos de entrada de dados, que podem ser de diversos tipos de acôrdo com as necessidades do sistema, e a memória auxiliar, que exerce as funções de arquivo magnético de programas e dados, completam a configuração básica mencionada.

Para concluir êste ítem, resta-nos apenas mencionar ligeiramente algumas vantagens e desvanta-gens dos sistemas de contrôle digital sôbre os de contrôle analógicos.

A primeira das vantagens, é a flexibilidade operacio en nal, isto é, sem mudar a configuração do sistema - (Hardware), é possível apenas por reprogramação - (Software) fazê-lo exercer diferentes tipos de ação de contrôle sôbre o processo, ou mesmo, controlar ou tros processos diversos daquêle para o qual foi originalmente projetado.

Como foi dito no item anterior, todo sistema de contrôle analógico é específicamente projetado para o processo controlado, e qualquer alteração de suas características físicas não prevista em projeto, implica necessariamente em alteração da configuração inicial do sistema.

Além disso, os sistemas de contrôle digital dispensam, quase por completo, o reajuste manual de seus elementos, sempre que haja variações acima das previstas nas variáveis controladas, como ocorre nos sistemas de contrôle analógicos. Sub-rotinas especiais para casos como êste podem ser incluidas na programação do computador de contrôle, de modo que as ações corretivas de ajuste ou compensação possam ser tomadas au -- tomàticamente sem intervenção humana.

Finalmente, a grande última vantagem que se deve citar é o aumento no grau de confiabilidade ope-

racional passível de ocorrer nos sistemas de contrôle digitais, e que é indiretamente consequência também da sua maior flexibilidade. Na verdade o aumento de confiabilidade resulta do fato de que um grande número de sub-rotinas para situações de emergência podem ser incluidas no programa principal do computador, des sa forma dispensando a intervenção do operador naquelas circumstâncias, e consequentemente, tornando es sas operações de emergência totalmente isentas de falhas ou êrros humanos que eventualmente viessem a ocorrer.

Os sistemas de contrôle digitais, no entanto, apresentam, por outro lado, algumas desvantagens que merecem destaque.

A primeira delas é o fato de que a necessidade de inclusão de equipamentos Multiplex/Conversores A/D e D/A, por sua complexidade e alto custo, encarecem ainda — mais os já normalmente caros sistemas digitais, tor — nando-os mesmo desvantajosos para um grande número de aplicações.

Além disso, as técnicas de conversão analógica/digital e digital/analógica até hoje desenvolvidas, apesar de satisfatórias para a maioria das aplicações, não apresentam precisão suficiente em alguns casos. Para ês-ses casos, muitas vêzes não é possível aceitar a margem de êrro envolvida no processo de conversão de sinais, tornando impraticável a aplicação do sistema de contrôle digital ao processo.

Outro aspecto desvantajoso dos sistemas digitais está relacionado com requisitos de confiabilidade operacional de alguns processos, que exigem a duplicação dos circuitos de contrôle, a fim de permitir operação manual em caso de emergência. Nêsses sistemas a dupli — cação é sempre feita com a instalação em paralelo a cada canal de contrôle digital, de um circuito de contrôle analógico que pode ser operado manualmente. Apesar de, individualmente, todos os componentes dos sistemas digitais que operam em partilha de tempo (time-

sharing) serem sempre construidos de modo a apresentar o mais alto grau de confiabilidade possível, qual quer falha de operação dêsses componentes acarreta necessariamente uma parada total das funções de controle pelas quais estas se acham responsáveis. Essa dulicação torna evidentemente os sistemas ainda mais caros e complexos.

IV. COMPUTADORES DE CONTRÔLE DE PROCESSOS

Expusemos anteriormente os conceitos de contrôle de processos, ressaltando as principais dife - renças entre os sistemas de contrôle analógico e os de contrôle digital direto, no qual foi destacado o papel de computador digital.

Analisaremos agora sucintamente as caracte rísticas fundamentais dos computadores digitais apli cados ao contrôle de processos e as suas configurações
usuais, e procuraremos ressaltar as diferenças entre
êstes e os sistemas usados normalmente em processamento comercial.

As seguintes são as principais características dos computadores digitais aplicados ao contrôle de processos:

4.1 FUNCIONAMENTO COTINUO:

Em vista ao alto custo dos equipamentos digitais, tornana-se anti-econômica a utilização de computadores que
disponham de capacidade ociosa, e dessa forma, como no
processamento comercial, os computadores de processos
são normalmente empregados em funcionamento contínuo
de 24 horas por dia. Assim sendo, sua aplicação em geral se restringe aos sistemas e processos que operam
num regime de 24 horas por dia sem interrupção.

4.2 ALTO GRAU DE CONFIABILIDADE:

Os prejuízos que poderão ser advindos de falhas do

sistema, no caso de contrôle de processos, são em geral de grande monta, e muitas vêzes dependendo do processo controlado, podem envolver, além de danos meramente materiais, também eventualmente o risco de vidas humanas. Por essa razão, os requisitos de confiabilidade operacional dos componentes e sistemas digitais para contrôle de proces sos são sempre mais elevados do que vara proces samento comercial.

Além dêsse fato, deve-se lembrar que os computa dores de processos geralmente funcionam em condições ambientais amplamente desfavoráveis, tais co
mo altas temperaturas (muitas vêzes acima de 40°C),
grandes variações de temperatura (muitas vêzes de
- 10°C até + 40°C), atmosfera poluida ou corrosiva,
etc., e por êsse motivo o projeto de seus componentes exige cuidados especiais para protegê-los contra
êsses fatôres e manter a necessária elevada confiabilidade.

Nêsse ponto reside uma das grandes diferenças com relação aos computadores comerciais, os quais sempre funcionam em instalações com temperatura, umidade e pureza do ar rigorosamente controladas.

4.3 EQUIPAMENTOS ESPECIAIS:

Em virtude do tipo de serviço executado, os sistemas de contrôle digitais exigem equipamentos especiais, tais como selecionadores de canal de informação (Multiplexers), conversores analógicos digitais, sensores, atuadores, etc., que normalmente não são encontrados nos sistemas comerciais.

4.4 MULTIPROCESSAMENTO E OPERAÇÃO EM TEMPO REAL:

Os computadores de contrôle de processos funcionam sempre em multiprocessamento e em tempo real, isto é, normalmente exercem a aquisição, processamento e realimentação de um grande número de dados provindos

do processo controlado sob a forma de sinais, simultâneamente com o seu desenvolvimento.

Além dêsses, existem também sinais provindos do operador que age sobre o painel de operação ou sobre o dispositivo de entrada manual de dados, a fim de solicitar relatórios, introduzir dados, alterar programas. etc.

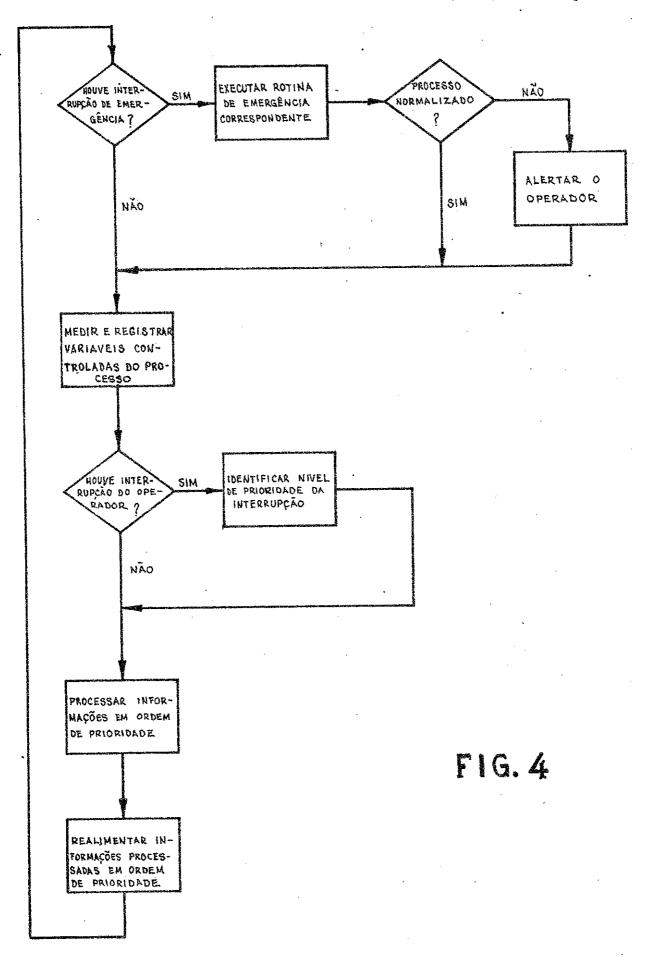
Todos êsses sinais são classificados por programa segundo níveis de prioridade para processamento preferencial. O estabelecimento dêsses níveis é feito não só para programa (software) como também por recursos físicos (hardware), como ocorre, por exemplo, quando o operador ao agir sôbre os seus equipamentos provoca interrupção no ciclo elementar da unidade de contrôle do C.P.U.

O funcionamento em multiprocessamento e a operação em tempo real são, portanto, duas características básicas, embora não exclusivas, dos computadores de processos. Os computadores comerciais podem ou não funcionar em multiprocessamento e em tempo real também, dependendo da finalidade a que se destinam, ao passo que os computadores de processos sempre funcionam dessa maneira.

4.5. FLEXIBILIDADE OPERACIONAL:

Devido às principais condições e requisitos de funcionamento, os computadores de modo geral são mais fàcilmente programáveis do que os computadores comerciais.
Em geral, através de um número pequeno de instruções
relativamente simples, consegue-se introduzir ou retirar dados do computador, ou ainda mesmo se necessário, alterar-se o seu programa supervisor (operating
system) sem necessidade de paralizar o computador ou
desligá-lo do processo controlado.

Para finalizar êste ítem, expomos a seguir o fluxo - grama condensado de funcionamento geral de um com - putador de contrôle de processos. (Fig. 4).



Um último comentário deve ainda ser feito a respeito dos computadores empregados em contrê le de processos, e se prende ao papel atualmente desempenhado nêsse campo pelos chamados mini-com putadores.

A tecnologia de miniaturização que propor cionou o advento dos micro-circuitos eletrônicos, dos transistores e dos circuitos integrados, pro porcionou também a criação e desenvolvimento dos computadores fabricados com êsses componentes e que, sôbre os computadores convencionais de 2º e 3º gerações, tem a grande vantagem de serem mais com pactos, mais rápidos e mais baratos.

Dotados de memória principal de construção modular expandível, e de grande versatilidade, em vista de suas inúmeras possíveis configurações, os assim chamados mini-computadores são na atualidade, ampla e vantajosamente empregados na maioria das aplicações de contrôle de processos, além de diver sas outras aplicações às quais igualmente se prestam.

V. CONTRÔLE DIGITAL DE UN SISTEMA DE POTÊNCIA

Dentre os tipos de aplicação existentes na prática, os sistemas de contrôle de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica estão entre os mais difundidos e generalizados.

Na verdade, em todos os setores dos sistemas de potência existe um grande número de problemas e atividades que se prestam bastante às aplicações de contrôle digital, em muitos casos até mesmo tornando indispensável êsse tipo de contrôle.

Algumas das aplicações mais comuns de contrôle digital em sistemas de potência são as se-

guintes:

- Contrôle de parada e partida de unidade geradora
- Contrôle e supervisão da operação de unidade ge-
- Contrôle, supervisão e registro de operação de usinas
- Contrôle de carga e frequência de sistemas interligados
- Cálculo, contrôle e supervisão de despacho econômica de carga em sistemas isolados.
- Contrôle centralizado de operação de sistemas in terligados.
- Cálculo e contrôle de reserva girante de sistemas
- Cálculo e contrôle de fluxo de carga em sistemas isolados.
- Cálculo e contrôle de intercâmbio de energia em sistemas interligados.
- Contrôle e supervisão de sistemas de transmissão e distribuição.

Nota-se no campo dos sistemas de potência, uma grande tendência não só no sentido da automatização de operações realizadas de início manualmente, tais como contrôle de parada e partida de unidade gerado - ra, registro e supervisão de operação de usinas, etc, como também no sentido de realização "on-line" de cálculos e programas, tais como os de fluxo de carga, de reserva girante, de intercâmbio de energia, etc, cu - jos resultados são automàticamente realimentados ao sistema à medida que o processo de contrôle se desenvolve.

Esse 2º tipo de aplicação, que é típico de planeja - mento da operação de sistemas de notência, e era originalmente realizado com o auxílio de computadores desligados do processo (off-line), na atualidade é passível de realização com enormes vantagens para o sistema, pelos próprios computadores que controlam o

processo (on-line), valendo-se de suas capacidades ociosas, e do fato de operarem em multiprocessamento. Dependendo do tamanho do sistema a ser controlado, diversos tipos de configuração podem ser usados. No caso de grandes sistemas de potência, que em geral são operados com alto grau de automatização, usa-se todo um complexo de computadores interligados e com fun - ções bem determinadas.

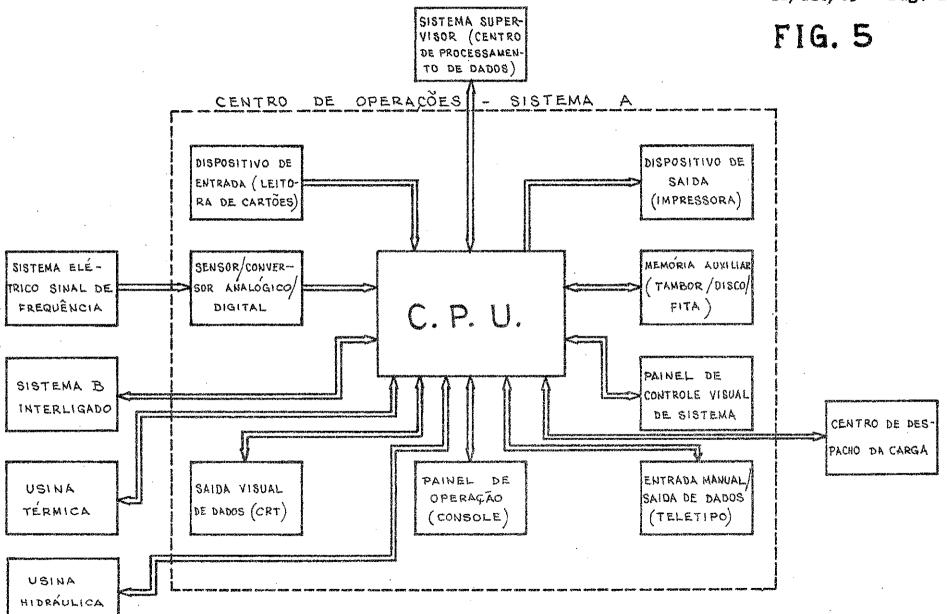
A guisa de exemplo, vamos considerar um sistema de porte médio, dotado de geração térmica e hidráulica, interligado, com intercâmbio programado de energia, a um outro sistema, e vamos esquematizar a configuração convencional básica que poderia ser usada para operá-lo em contrôle digital. (Fig.5)

Na configuração exposta na Fig. 5 o computador (C.P.U.) que juntamente com seus periféricos é instalado no centro de operações do sistema A, como indicado, é nor malmente programado para exercer as seguintes funções:

- Contrôle de carga e frequência no sistema A, levando em consideração as restrições e requisitos impostos pelas condições de interligação com o sistema B. A flexibilidade para escolha do processo para con trôle de intercâmbio de energia é, no caso contrôle digital, consideràvelmente maior do que no caso de contrôle analógico, o qual em geral restringe-se a um dos 3 processos clássicos "FLAT TIE-LINE", "FIAT-FREQUENCY" ou "TIE-LINE BIAS".

Nêsse caso, a frequência do sistema é medida em in tervalos de 2 a 5 segundos, o computador realiza os
cálculos de necessidade de geração a partir do des vio de frequência medido, e envia sinais para as
usinas e/ou para a interligação a fim de que a geração seja ajustada ao nível da demanda, de modo a fazer com que a frequência assuma o seu valor nominal.

- Cálculo, contrôle e supervisão de despacho econômico de carga no sistema A, a partir dos dados fornecidos pelas usinas e pela interligação. Essa função está



intimamente associada com a anterior e visa a otimização econômica das condições de operação do sis tema. Para essa finalidade, o computador é programado para calcular, em determinados intervalos, custo incremental da geração necessaria a atender a demanda do sistema no intervalo seguinte, levando em consideração o consumo de combastível e a efi ciência das unidades térmicas, o consumo de água das unidades hidráulicas, e o nível do reservatório, as paradas normais e de emergência das unidades geradoras, as perdas nas linhas de transmissão e distribuição, e o custo do MWh produzido pelo sistema B. A partir dêsse cálculo e baseado em um critério pré-estabelecido, o computador determina quais devem ser os níveis de geração das usinas do sistema A e qual o montante de energia que deve ser comprada do sistema B a cada instante.

- Compilação de dados, cálculo e emissão automática de relatórios de operação do sistema A, bem como de intercâmbio de energia com o sistema B.
- Cálculo, Análise, Execução e Contrôle do programa de confiabilidade operacional do sistema, de acôrdo com os critérios pré-estabelecidos, indicando falhas e suas causas e distúrbios ocorridos na operação do sistema
- Cálculo, execução e contrôle do programa de Fluxo de Carga do sistema de acôrdo com o modêlo operacional estabelecido, e fornecimento automático dos resultados ao Centro do Despacho da Carga.

Além dessas funções, o operador poderá ainda a qual - quer instante solicitar relatórios-extras, visuais (CRT) ou impressos (impressora) a seu critério, de acôrdo com as necessidades da operação ou se necessário, valendo-se da capacidade de multiprocessamento do sistema, introduzir novos programas ou alterar os existentes sem interromper o seu funcionamento.

Quanto às funções mais específicas como as de contrôle da unidade geradora, contrôle e supervisão de operação de usina, e contrôle e supervisão de sistemas de transmissão e distribuição cada uma destas pode ser exercida manualmente pelo operador, ou automàticamente através de um computador de menor capacidade, especialmente programado, e interligado com o cumputador central (C.P.U.) de contrôle do sistema A.

O computador central (C.P.U.) deverá ainda ser interligado ao centro de processamento de dados (comercial) do sistema A para fins de supervisão e registro de suas operações, e para intercâmbio de informações eventualmente necessárias.

VI. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

A criação das modernas técnicas quantita — tivas de administração integrada, gerou a necessidade de aperfeiçoamento dos métodos de verificação, análise e contrôle dos resultados obtidos.

Inicialmente nas grandes emprêsas, e já atualmente, em quase tôdas as emprêsas que dispõem de centros próprios de processamento de dados, desenvolveram—se programas específicos para implementar essas técni—cas administrativas. Dessa maneira, modernamente pode—se afirmar que um sistema administrativo é tanto mais eficiente quanto mais eficientemente utilizar o respectivo centro de processamento de dados.

As técnicas quantitativas de administração, que se baseiam na apreciação de indices qualitativos associados com suas atividades, dependem permanentemente da coleta, análises e processamento de um gran de número de informações gerados dentro e fora do próprio sistema administrativo. Esse fato condicionou o aparecimento dos chamados Bancos de Dados (Data

Banks) que nada mais são do que grandes centros de processamento de dados, dotados de grande capaci - dade de armazenamento e de processamento de informações em tempo real, de modo que qualquer informação solicitada possa ser obtida imediatamente ou com pequeno tempo de espera.

Além disso, o aperfeiçoamento dos meios de comuni - cação, proporcionou a possibilidade de interligação de Bancos de Dados, bem como o tele-processamento ou simples intercâmbio de informações.

Em escala nacional, nos dias atuais todos os grandes países do mundo dispõe de Bancos de Dados Fe derais Interligados com os Estaduais e os Municipais, destinados a várias finalidades entre as quais, prin - cipalmente, a de coleta de impostos, elaboração e contrôle de orçamentos, etc.

Em escala menor as grandes companhias e os "Bureaux" de serviços estão organizando os seus próprios Bancos de Dados, êstes últimos visando evidentemente a ex - ploração comercial dêsses serviços.

Entre os inúmeros papéis desempenhados atual mente pelos Bancos de Dados nas grandes emprêsas, estão os de implementação e análise de projetos em geral. Em particular, já é prática corrente, por exemplo, execução em tempo real, com auxílio do computador, de projetos de peças mecânicas, estudos de perfis aero dinâmicos, simulação de rêdes elétricas, etc. Isso é feito através de um terminal com tubo de raios catódicos (C.R.T.) ligado ao qual existe uma caneta luminosa (light-pen) que é manuseada pelo operador, para indicação de pontos de referência sôbre a tela, mesmo tempo em que acionà os botões selecionadores de programa ligados ao terminal, o que faz com que automaticamente seja projetado no cinescópio o resultado dos cálculos efetuados pelo computador, que aparece sob a forma de uma figura que representa o projeto dešejado.

No caso de Bancos de Dados em emprêsas, também denominados Sistemas de Informação Administrativa (Management Information System), é particularmente — útil e imprescindível a interligação dêsses sistemas a todos os sistemas digitais de contrôle de processos eventualmente existentes na emprêsa. Dessa maneira a Administração poderá dispôr a todo instante de dados permanentemente atualizados a respeito do funciona — mento de todos os setores da emprêsa, e poderá ainda a seu critério, solicitar relatórios e análise de desempenho tão detalhados quanto forem necessários.

Este é certamente o maior e mais poderoso recurso administrativo até hoje criado pelo homem.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- Modern Control Engineering Katsuhiko Ogata (Prentice Hall)
- Automatic Process Control D.P.Eckman (John Wiley)
- Modern Control Theory Richard C. Dorf (McGraw)
- "Analysis and Synthesis of Dynamic Performance of Industrial Organizations The application of Feedback control techniques to organizational systems" R.B.Wilcox (IRE Transaction Automatic Control 1962 pp 55-67
- "Direct Digital Control in Industry" L.S. Gomolak (Electronics Oct. 5, 1964 pp 73-96)
- Manuais de Instruções dos computadores HIDIC-100 e HIDIC-500 fabricados pela Hitachi, Ltd, Japão.
- "Mini-Size Control Computer HIDC-100 system"

 K. Morita, M. Soga and K. Hirai Hitachi

 Review U.D.C. 687.322-022-187.2:62-52

- "CRT display system for Industrial Process" T. Konishi and N. Hamada IEEE, SPRING JOINT COMPU-TER CONFERENCE 1971 Transaction pp. 123-130.
- "Thermal Power Plant computer control system for Tamashima P.S. of Chugoku Electric Power Co."

 H. Kawamoto, S. Nigawara, T. Kogochi, K. Fukushima(Hitachi Review U.D.C. 681.323,022:621.312.22791.2)
- "The Central Dispatching Station" folheto técnico informativo de Kansai Electric Power Co. -Osaka, Japão.