

MANUAL DE OPERAÇÃO

CONTROLADOR INDICADOR
SÉRIE MicroSTAR
Modelo 521

**GENERAL
CONTROLS**

3.1 - DESCRIÇÃO DO PAINEL FRONTAL

3.1.1 - Toda a operação do instrumento é realizada pelo painel frontal, inclusive o ajuste ou a simples verificação dos valores dos parâmetros de controle.

Caso o instrumento venha predisposto com a interface de comunicação RS232C, todos os comandos normalmente realizados pelo teclado podem ser efetuados a partir de um computador. Para maiores detalhes a respeito desta opção, consulte o capítulo 6.

O Controlador Micro Star dispõe de uma trava de segurança para o teclado, que impede que o pessoal não autorizado altere os parâmetros ajustados no instrumento. Veja os detalhes no Diagrama de Ligação.

O Controlador Micro Star foi projetado de forma a ser de operação extremamente simples e rápida, dispondo de apenas tres teclas de operação, localizadas no painel frontal, através das quais o operador pode ler e/ou alterar os parâmetros e funções de controle do instrumento. O display apresenta ao operador o nome do parâmetro selecionado, em caracteres alfa-numéricos, seguido de seu valor numérico ou estado.

Esses parâmetros acham-se ordenados na forma de uma pilha, como mostram as tabela 1 e 2, e são apresentados no display à medida em que vão sendo chamados por meio da tecla [MODO].

O display indica, em sequência, o nome e o valor do parâmetro selecionado. Acionando-se sucessivamente essa tecla, realiza-se a varredura de todos os parâmetros, permitindo ao operador localizar aquele de seu interesse.

Nas páginas seguintes encontram-se as tabelas 1 e 2, onde aparecem listados, na exata ordem em que são apresentados no display, os parâmetros e funções de cada versão do Controlador Micro Star. A primeira coluna das tabelas ilustra os caracteres na forma como aparecem no display (legenda); A segunda coluna define o nome com que aquele parâmetro é mencionado nos textos deste manual; Na terceira coluna acha-se a descrição do parâmetro ou função; A quarta coluna apresenta o range dos valores dos parâmetros (ou estados das funções).

3.2 INDICAÇÃO DE UM PARÂMETRO E SEU VALOR

- 3.2.1 - Pressione repetidamente a tecla [MODO] até obter no display a indicação do nome (legenda) do parâmetro desejado. Esta legenda permanecerá no display por tres segundos. Decorrido esse tempo, o display apresentará, por cinco segundos, o atual valor ou estado daquele parâmetro. Se esse valor não for alterado dentro desse intervalo de tempo, o display voltará automaticamente a indicar a variável de processo.

3.3.- ALTERAÇÃO DO VALOR DE UM PARÂMETRO

- 3.3.1 - Uma vez selecionado o parâmetro, seu valor permanecerá no display durante cinco segundos, tempo em que o operador deverá dar início ao procedimento de alteração do valor, conforme segue:

- Use a tecla [◀] (cursor) para selecionar o dígito a ser alterado. O cursor desloca-se da direita para a esquerda, começando pelo dígito menos significativo. O dígito selecionado piscará uma vez.
- Use a tecla [▲] (incremento) para ajustar o valor do dígito a ser alterado. A cada toque da tecla, o valor do dígito é incrementado de uma unidade. Atingindo o algarismo 9, o dígito reinicia a partir de 0, crescendo novamente.

Ajuste um dígito de cada vez repetindo o procedimento acima até completar o valor desejado. Proceda da mesma forma para o dígito mais significativo (±1), ajustando o valor (0 ou 1) e o sinal de polaridade (- ou +).

TABELA 1: PARÂMETROS E FUNÇÕES DO CONTROLADOR COM
SAÍDA SIMPLES (uma saída de controle)

<i>PEA</i>	{PEA} PICO: valor máximo atingido pela variável de processo.	± 1999
<i>VAL</i>	{VAL} VALE: valor mínimo atingido pela variável de processo.	± 1999
<i>SP</i>	{SP} SETPOINT: valor do setpoint de controle.	± 1999
<i>Out</i>	{OUT} OUTPUT: valor do sinal de saída, dado em porcentagem.	0-100%
<i>PG</i>	{PG} GANHO PROPORCIONAL: valor do Ganho da ação Proporcional, ajustável de 1 a 199 unidades, em incrementos de 1 unidade.	1-199
<i>RS</i>	{RS} RESET: valor do tempo da ação Integral, dado em segundos/repetição, ajustável de 0 (off) a 1999 seg/rep. em incrementos de 1 segundo.	0-1999
<i>RT</i>	{RT} RATE: valor do tempo da ação Derivativa, dado em segundos, ajustável de 0 (off) a 199 segundos, em incrementos de 1 segundo.	0-199
<i>CY</i>	{CY} CICLO: valor do tempo de ciclo (período) para a saída pulsada (Tempos Proporcionais ou PWM), ajustável de 1 a 199 segundos, em incrementos de 1 segundo. <u>Obs:</u> Para saída analógica (4-20mA ou 1-5V) este parâmetro deve ser ajustado em zero.	0-199
<i>Act</i>	{ACT} AÇÃO DE CONTROLE: modo de atuação da saída de controle.	R/D
<i>d</i>	[D] ação direta	
<i>r</i>	[R] ação reversa	
<i>AU</i>	{AV} VALOR DO ALARME: ajuste do valor do alarme, de -1999 a + 1999 unidades de engenharia em incrementos de 1 unidade. Dependendo do tipo de alarme escolhido, este valor tanto poderá ser um ponto absoluto dentro range(Alarme Absoluto) como um desvio em relação ao setpoint (Alarme de Desvio)	± 1999
<i>At</i>	{AT} TIPO DE ALARME:	
<i>ABS</i>	{ABS} Alarme Absoluto	
<i>DEU</i>	{DEV} Alarme de Desvio	ABS/DEV

AA [AA] AÇÃO DO ALARME
H [H] Alarme Alto H/L
L [L] Alarme Baixo
[OR] OVERRANGE: mensagem de erro. Indica que houve ruptura do
termopar, estouro de escala ou defeito nos circuitos di-
gitais do controlador. ± OR

TABELA 2 - PARÂMETROS E FUNÇÕES DO CONTROLADOR
COM SAÍDA DUPLA

<i>PEA</i>	[PEA]	PICO: valor máximo atingido pela variável de processo.	+ 1999
<i>VAL</i>	[VAL]	VALE: valor mínimo atingido pela variável de processo.	+ 1999
<i>SP</i>	[SP]	SETPOINT: valor do setpoint de controle.	+ 1999
<i>db</i>	[DB]	BANDA MORTA: valor da Banda Morta, que define a região de separação entre a zona de aquecimento (abaixo setpoint) e de resfriamento (acima do setpoint). O valor ajustado é automaticamente dividido por dois e distribuído em torno do setpoint.	0-1999
<i>PG1</i>	[PG1]	GANHO PROPORCIONAL 1: valor do Ganho da ação Proporcional da saída 1 (resfriamento), ajustável de 1 a 199 unidades, em incrementos de 1 unidade.	1-199
<i>rS1</i>	[RS1]	RESET 1: valor do tempo da ação Integral da saída 1, dado em segundos/repetição, ajustável de 0 (off) a 1999 seg/repet., em incrementos de 1 segundo.	0-1999
<i>rI1</i>	[RT1]	RATE 1: valor do tempo da ação Derivativa da saída 1, dado em segundos, ajustável de 0(off) a 199 segundos, em incrementos de 1 segundo.	0-199
<i>cY1</i>	[CY1]	CICLO 1: valor do tempo de ciclo (período) para a saída 1 pulsada (Tempos Proporcionais), ajustável de 1 a 199 segundos, em incrementos de 1 segundo. <u>Obs:</u> Para a saída analógica (4-20mA ou 1-5V) este parâmetro deve ser ajustado a zero.	0-199
<i>PG2</i>	[PG2]	GANHO PROPORCIONAL 2: valor do Ganho da ação Proporcional da saída 2 (Aquecimento)	1-199
<i>rS2</i>	[RS2]	RESET 2: o mesmo que RS1, porém, referente à saída 2.	0-1999

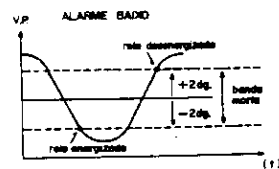
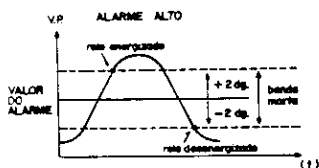
rt2 [RT2] RATE 2: o mesmo que RT1, porém, referente à saída 2. 0-199

cy2 [CY2] CICLO 2: o mesmo que RT1, porém, referente à saída 2. 0-199

[OR] OVERRANGE: mensagem de erro. Indica que houve ruptura do termopar, estouro de escala ou defeito nos circuitos digitais do controlador. + OR

- Alarme Alto [H]: O rele de alarme estará energizado quando a variável de processo for maior que o valor de alarme.
 - Alarme Baixo [L]: O rele de alarme estará energizado quando a variável de processo for menor que o valor de alarme.
- b) Alarme de Desvio [DEV]: Estabelece o valor de alarme em função do desvio da variável de processo em relação ao set-point de controle.
- Desvio Positivo: A variável de processo é maior que o set-point. Identificado no display pelo sinal de polaridade (+) junto ao valor.
 - Desvio Negativo: A variável de processo é menor que o set-point. Identificado no display pelo sinal de polaridade (-) junto ao valor.
 - Alarme Alto [H]: O rele de alarme estará energizado quando a variável de processo for maior que o valor do alarme.
 - Alarme Baixo [L]: O rele de alarme estará energizado quando a variável de processo for menor que o valor de alarme.

Exemplo: Se o operador ajustar o set-point do Controlador em 100°C, e o alarme em -30°C (alarme baixo), o rele irá atuar quando a temperatura do processo cair abaixo de 70°C, ou seja, 30°C abaixo do set-point.

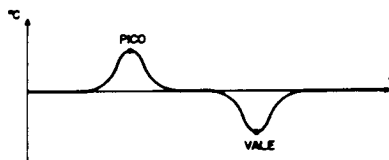


3.3.2 - Uma vez concluído o ajuste do valor, pressione novamente a tecla [MODO] para que o novo valor seja introduzido na memória operacional do controlador (memória não volátil); O display se apagará por cerca de 1 segundo, acendendo-se o led STO para sinalizar que o novo valor está sendo memorizado. Ao acender-se novamente, o display estará indicando o valor da variável de processo

Para certificar-se de que o novo valor foi aceito pelo controlador, basta pressionar mais uma vez a tecla [MODO], procedendo-se conforme descrito no item 3.2 (INDICAÇÃO DE UM PARÂMETRO E SEU VALOR).

3.4 - MONITORANDO PICO E VALE

3.4.1 - Durante a operação normal do controlador, o display apresenta a indicação da variável de processo, ao mesmo tempo em que são memorizados os valores mínimo e máximo alcançados pela variável de processo.



Para que o display indique o valor do PICO, pressione repetidamente a tecla [MODO] até obter a indicação da legenda [PEA], que permanecerá no display por três segundos. Em seguida, durante cinco segundos, o display indicará aquele valor, após o que voltará a indicar a variável de processo.

Para a indicação do valor VALE proceda da mesma forma, utilizando a legenda [VAL].

As teclas RESET [V] e [P] são utilizadas para cancelar os valores de PICO e VALE memorizados até aquele instante.

3.5 - DETERMINAÇÃO DO TIPO DE ALARME

3.5.1 O alarme pode ser configurado de duas maneiras distintas:

a) ALARME ABSOLUTO[ABS]: Estabelece o valor de alarme como sendo um ponto absoluto dentro do range da variável de processo.

3.5.2 - Para alterar a configuração do alarme, o procedimento é semelhante àquele descrito no item 3.3.1 (ALTERAÇÃO DO VALOR DE UM PARÂMETRO).

- Utilize a tecla **[MODO]** para localizar a função "Tipo de Alarme" [AT].
O display irá indicar o tipo de alarme atualmente predisposto no controlador: [ABS] ou [DEV].
- Desejando alterar essa configuração, pressione uma vez a tecla **[▲]** e em seguida uma vez a tecla **[MODO]**. O controlador irá memorizar a nova configuração do alarme.
- Utilize a tecla **[MODO]** para localizar a função "Atuação do Alarme" [AA].
O display irá indicar a forma de atuação do alarme atualmente programada no instrumento: [H] ou [L].
- Desejando alterar essa configuração, repita o procedimento acima descrito utilizando as teclas **[◀]** e **[MODO]**.

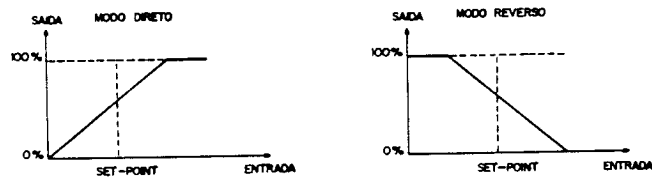
A T E N Ç Ã O

O Alarme possui uma banda morta de ± 2 dígitos menos significativo, a fim de evitar que o rele venha a atuar com excessiva frequência no limiar do ponto de alarme (repicar). O rele só irá atuar depois de a variável de processo ter atravessado essa banda morta.
(Veja as figuras).

3.6 - MODO DE ATUAÇÃO DE SAÍDA

3.6.1 - MODO DIRETO: Aumentando o valor do sinal de entrada (variável de processo), aumenta o sinal de saída.

MODO REVERSO: Aumentado o valor do sinal de entrada, diminui o sinal de saída.



3.6.2 - O procedimento para alterar o modo de atuação da saída do controlador é semelhante àquele descrito no item 3.5.2.

- Utilize a tecla **[MODO]** para localizar a função "Ação" [ACT].
O display irá indicar o modo de atuação da saída atualmente predisposto no controlador [D] ou [R].
- Desejando alterá-lo, pressione uma vez a tecla **[▲]** e em seguida uma vez a tecla **[MODO]**. O controlador irá memorizar a nova configuração de saída.

3.6.3 - As versões do Controlador Micro Star com saída dual (duas saídas de controle). próprias para o controle de processos envolvendo o aquecimento e resfriamento simultâneos, são entregues com as saídas configuradas da seguinte forma:

- Saída 1: Resfriamento (modo direto)
- Saída 2: Aquecimento (modo reverso)

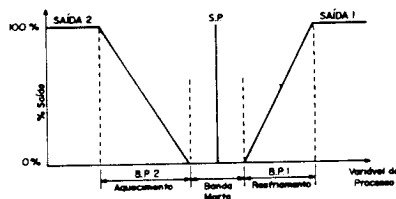
3.7 - VERSÃO COM DUPLA SAÍDA DE CONTROLE

A versão com duas saídas de controle PID tem sua aplicação voltada para processos envolvendo simultaneamente aquecimento e refrigeração, sendo

que a saída de controle de aquecimento dispõe de ajustes dos parâmetros PID totalmente independentes daqueles da saída de controle de refrigeração.

O operador pode ajustar uma Banda Morta [DB] em torno do set-point do controlador (veja fig.). Quando a variável de processo ingressar na região da Banda Morta, a saída que estiver ativa naquele momento assim permanecerá até que a variável de processo atravesse a Banda Morta, alcançando a região da outra saída de controle.

Para efeito de controle, o erro (desvio) dentro da Banda Morta é considerado zero, o que faz com que o sinal da saída ativa permaneça inalterado (congelado) durante todo o tempo em que a variável de processo permanecer naquela região.



3.8 - SAÍDAS DE CONTROLE

3.8.1 - Saída Contínua (Analógica)

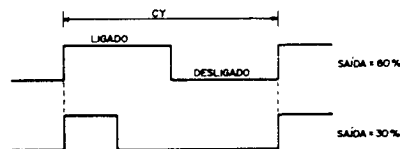
A saída analógica proporciona um sinal contínuo (4-20mA ou 1-5V), com resolução de 8 bits (256 degraus), própria para acionamento de elementos finais de controle tais como válvulas proporcionais, sistemas tiristorizados, etc.

3.8.2 - Saída Pulsada (Tempos Proporcionais)

Este tipo de saída é definida pelo período do ciclo [CY], que é determinado pelo operador em função do tipo de elemento final de controle e pelo valor da saída do algoritmo PID, que é convertido em porcentagem do período do ciclo.

O operador introduz o período do ciclo [CY] em segundos; por exemplo, CY=10 segundos. A saída estará energizada durante uma parcela desse tempo, que poderá variar de 0 a 100% do período, de acordo com a situação da variável de processo e em função dos ajustes das ações PID.

No exemplo, se o valor do sinal de saída for de 60%, a carga estará energizada durante 6 segundos e desenergizada durante os 4 segundos restantes.



3.9 - AS AÇÕES DE CONTROLE PID

3.9.1 - Ação Proporcional

É a mais simples das ações de controle. O controle Proporcional (P) mantém uma relação linear entre o valor da variável de processo e a posição do elemento final de controle, onde a magnitude do sinal de saída é proporcional à diferença entre os valores do set-point e da variável de processo. Essa diferença recebe a denominação de "desvio" ou erro.

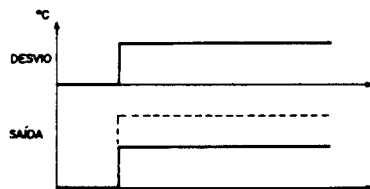
O sinal de saída pode ser tanto contínuo (4-20mA, por exemplo) como pulsado, com modulação em tempos proporcionais (PWM).

O parâmetro que caracteriza a Ação Proporcional é a Banda Proporcional, definida como sendo o range do sinal de entrada (dado em % do span) capaz de fazer variar o sinal de saída de 0 a 100%.

O que o operador ajusta, na verdade, é o Ganho Proporcional [PG] do controlador, disso resultando uma Banda Proporcional (PB) distribuída em torno do setpoint. A relação entre o Ganho Proporcional e a Banda Proporcional é $PB=1/PG \times 100\%$ (SPAN). Logo, um controlador com um ganho elevado possui uma Banda Proporcional estreita (pequena).

O controle proporcional aplicado isoladamente resulta, quando na presença de uma perturbação no processo, em um desvio permanente na variável de processo (offset).

Estreitando-se a Banda Proporcional consegue-se reduzir esse desvio (offset) em detrimento, porém, da estabilidade do sistema de controle, vindo a provocar o surgimento de oscilação de grande amplitude.



AJUSTE DA BANDA PROPORCIONAL

Ao ajustar o ganho proporcional [PG] do controlador, o operador deve ter em mente que a Banda Proporcional resultante é expressa diretamente em Unidades de Engenharia e não em porcentagem do span.

A fórmula que expressa a relação entre a Banda Proporcional e o Ganho [PG] é a seguinte:

$$BP = \frac{4000}{PG}, \text{ onde}$$

BP = Banda Proporcional, em unidades de engenharia

PG = Ganho Proporcional em unidade pura (adimensional)

4000 = Constante

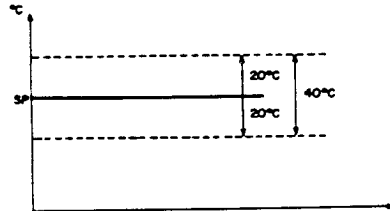
Exemplos:

a) Controlador com saída simples (uma única saída de controle)

Range: 0-600°C

Ganho: PG = 100

$$BP = \frac{4000}{100} = 40^\circ\text{C}$$



b) Controlador com saída dual (duas saídas de controle)

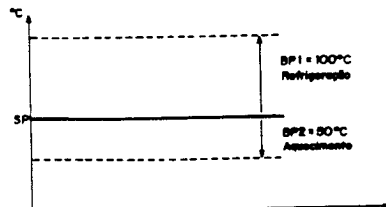
Range: 0-600°C

Ganho da Saída 1: PG1= 40

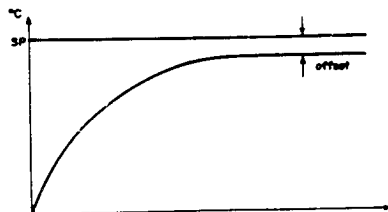
Ganho da Saída 2: PG2= 80

$$BP1 = \frac{4000}{PG1} \quad BP1 = \frac{4000}{40} = 100^\circ\text{C}$$

$$BP2 = \frac{4000}{PG2} \quad BP2 = \frac{4000}{80} = 50^\circ\text{C}$$



Acrescentando ao controle a Ação Integral (Reset), o operador pode eliminar essas oscilações, preservando a estabilidade do sistema.

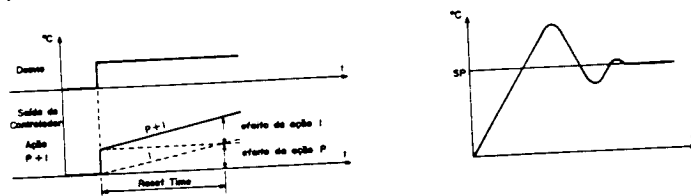


3.9.2 - Ação Integral

A finalidade da Ação Integral é de eliminar o desvio permanente (offset) deixado pela Ação Proporcional, efetuando a contínua correção do sinal de saída até que esse desvio seja virtualmente eliminado. Enquanto existir o desvio, o sinal de saída do controlador irá aumentar ou diminuir, só cessando essa variação quando o desvio desaparecer.

O parâmetro que define a Ação Integral, quando combinada com a Ação Proporcional, é o "Tempo de Reset", expresso em Período de Tempo/Repetição, que é o tempo que a Ação Integral emprega para repetir o efeito da ação puramente Proporcional (fig.).

O ajuste da Ação Integral determina a velocidade de resposta do controlador, pois para um longo tempo Reset resulta uma resposta lenta, enquanto que tempos curtos produzem resposta rápida, porém, com overshoot.



3.9.3 - Anti-Reset Windup

Num processo, durante a fase de partida, ou mesmo na ocorrência de um grande distúrbio, o desvio resultante pode perdurar por um longo tempo até que a variável de processo atinja o setpoint.

A finalidade da Ação Integral é eliminar o desvio deixado pela Ação Proporcional, e a presença daquela ação pode provocar, sob certas condições, a saturação da saída do controlador.

Durante todo o tempo em que existir e persistir o desvio, a Ação Integral estará atuando, podendo levar a saída do controlador para a saturação. O controlador estará saturado quando o seu sinal de saída permanecer bloqueado num dos extremos (0% ou 100%) apesar de estar havendo variação do sinal de entrada dentro da região da Banda Proporcional. A esta saturação dá-se o nome de "Saturação da Ação Integral" ou "Reset Windup".

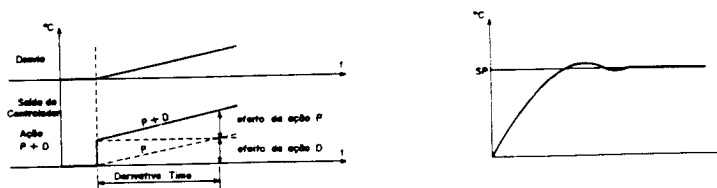
A função ANTI-RESET WINDUP tem por objetivo impedir que ocorra essa saturação, confinando a Ação Integral a atuar somente dentro da região da Banda Proporcional, minimizando, desta forma, o overshoot e undershoot do processo.

3.9.4 - Ação Derivativa

A finalidade da Ação Derivativa é de minimizar o overshoot e reduzir as oscilações da variável de processo, melhorando a velocidade de resposta do controlador em processos lentos e aumentando a estabilidade do controle quando operando com ganhos elevados.

A Ação Derivativa introduz uma correção proporcional à velocidade de variação de desvio. Combinada com a Ação Proporcional, a Derivativa atua ao notar que a variável de processo se afasta do setpoint, fazendo com que o sinal de saída varie com maior intensidade do que o faria um controlador somente com a ação P ou PI. Por outro lado, quando a variável de processo está retornando ao setpoint, a Ação Derivativa exerce uma ação contrária, produzindo um efeito de "oposição" ou "freio" que amortece e reduz as eventuais oscilações do processo. Pode-se dizer que a finalidade da Ação Derivativa é diminuir o tempo de correção do desvio, antecipando a ação corretiva.

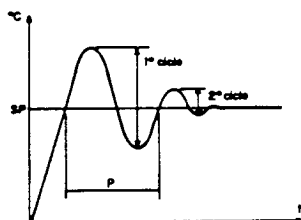
A Ação Derivativa é também conhecida por "ação antecipatória", e o parâmetro que a define é o tempo de antecipação ou "Tempo Derivativo" (Tempo de Rate), que é expresso em segundos.



3.10 - SINTONIA DO CONTROLADOR PID

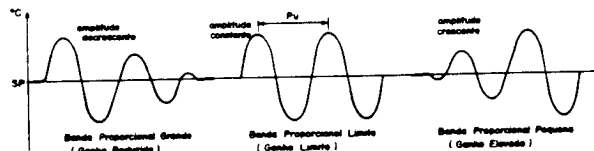
3.10.1 - O procedimento de sintonia do controlador PID consiste no ajuste dos parâmetros Ganho Proporcional [PG], Reset [RS] e Rate [RT]. O objetivo desse ajuste é conseguir do processo a resposta mais rápida com um mínimo de overshoot e oscilações, o que depende não somente do ajuste desses parâmetros, mas também das características de resposta do próprio processo.

3.10.2 - A estabilidade relativa do controle é a característica do sistema que faz com que a variável de processo volte ao setpoint, após uma perturbação, num tempo relativamente curto. O critério de sintonia geralmente aplicado é o da "Área Mínima" ou "Oscilação Amortecida", segundo o qual a área da curva de recuperação deve ser mínima para que o desvio também o seja, e no menor tempo, o que ocorre quando a relação das amplitudes entre as cristas dos ciclos sucessivos é $1/4$, ou seja, cada onda equivale à quarta parte da anterior (fig.). Esta redução da amplitude verificada entre dois ciclos sucessivos recebe a denominação de Razão de Amortecimento (Decay Ratio).



Este método de sintonia, também conhecido como "Critério do Ganho Limite de Ziegler e Nichols", mantém um compromisso entre a estabilidade da resposta do controlador e a rapidez do retorno da variável a um valor estável; uma relação maior que $1/4$ dará maior estabilidade, prologando, contudo, o tempo de normalização da variável, enquanto que uma relação menor que $1/4$ devolverá a variável mais rapidamente ao setpoint ou a um valor estável, prejudicando, porém, a estabilidade do sistema.

O método consiste em estreitar gradualmente a Banda Proporcional (que deve partir, inicialmente, com um valor elevado), mantendo os ajustes das ações Integral e Derivativa em zero (inativas) e criando, a cada vez, pequenas alterações no valor do setpoint (1 ou 2%), até que o processo passe a oscilar de modo contínuo e com amplitude constante. A Banda Proporcional que dá lugar a esta oscilação denomina-se Banda Proporcional Limite (BP_U) ou seu inverso Ganho Limite (PG_U), e essa oscilação caracteriza-se pelo período P_u em minutos. Uma ulterior diminuição da Banda Proporcional dará lugar a oscilações de amplitude crescente ante as diversas perturbações provocadas (fig).



Os valores dos parâmetros de controle que irão produzir a resposta a uma perturbação com amortecimento de $1/4$, são os seguintes:

- Controlador PI
 - $PG = 0,45.PG_U$ (unidade de ganho)
 - $RS = 50.P_u$ segundos/repetição
- Controlador PID
 - $PG = 0,59 . PG_U$ (unidade de ganho)
 - $RS = 30.P_u$ segundos/repetição
 - $RT = 7.5 P_u$ segundos

Caso ainda se faça necessário um pequeno retoque nos ajustes dos parâmetros, utilize o método empírico, descrito no próximo item.

3.10.3 - Método Empírico

Um procedimento prático, que combina o método de tentativa e o critério de Ganho Limite segue os seguintes passos:

Eliminadas as ações Integral e Derivativa (ajustadas em zero) do controlador, ajusta-se o Ganho para um valor baixo (por exemplo, $PG=1$).

Com o controlador em AUTOMÁTICO, provocam-se alterações no valor do setpoint, obtendo-se, em geral, uma resposta lenta.

Aumenta-se progressivamente o Ganho por passos, dobrando seu valor a cada vez e provocando uma perturbação, até chegar a obter oscilações no processo.

Introduza a ação derivativa, aumentando o tempo de Rate [RT] gradualmente até que cessem essas oscilações.

Aumente mais um pouco o ganho até obter novamente oscilações no processo. Aumente o tempo de Rate [RT] até eliminar novamente as oscilações. Repita este procedimento até que a ação Derivativa não mais consiga acabar com as oscilações. O último valor de Rate ainda capaz de eliminar as oscilações é o valor ótimo para o processo. Diminua o ganho apenas o suficiente para estabilizar novamente o processo.

Introduza a ação Integral, começando com um valor elevado de tempo de Reset [RS] e reduzindo-o gradativamente até conseguir eliminar o erro (offset) deixado pela ação Proporcional.

Ao realizar o ajuste de sintonia de um processo, é sempre aconselhável ter em mente as seguintes regras práticas:

GANHO PROPORCIONAL: O aumento do Ganho resultará em resposta mais rápida do controlador, acentuando sua capacidade de corrigir mudanças de carga do processo, existindo, contudo, um valor limite para o qual se obtém oscilações contínuas como resposta ante uma perturbação. Por outro lado, reduzindo-se o ganho, consegue-se um controle mais estável, com prejuízo, todavia, para a velocidade de resposta. Há também, na partida do processo, uma redução do overshoot inicial da variável.

AÇÃO INTEGRAL: Com o aumento do tempo integral (Reset), diminui o efeito da ação Integral. Uma ação Integral demasiadamente rápida (tempo de Reset pequeno) dá lugar a instabilidades no controle. Uma ação Integral muito lenta (tempo de Reset grande) causa uma resposta lenta às mudanças no processo, fazendo com que a variável leve um tempo excessivo para retornar ao setpoint.

AÇÃO DERIVATIVA: Com o aumento do tempo derivativo (Rate), aumenta o efeito da ação Derivativa. Demasiada ação Derivativa dá lugar a uma resposta rápida do sistema a mudanças no processo, se este possuir um tempo morto pequeno, enquanto que se o processo possuir um tempo morto considerável, como ocorre no controle de temperatura, um excesso de ação Derivativa dará lugar a que a variável controlada requeira um tempo excessivo para alcançar o setpoint.

Pouca ação Derivativa influi muito pouco na resposta do sistema ante as variações no processo.

A ação Derivativa correta elimina os ciclos de recuperação após a perturbação, dando ao controlador uma maior ação corretiva (maior ganho), a fim de compensar a inércia do sistema.

A ação Derivativa tem o inconveniente de que amplifica qualquer perturbação em forma de ruído que esteja presente no processo, dando lugar a flutuações rápidas na posição do elemento final de controle; Por esse motivo, deve ser utilizada somente em processos livres de tais ruídos, como temperatura e às vezes pressão, sendo prejudicial em caso de vazão e na maioria dos casos de controle de nível. É também desaconselhável o uso da ação Derivativa em processos com tempo morto excessivo.

3.11 - TRANSFERÊNCIA AUTOMÁTICO/MANUAL

3.11.1 - O controlador pode ser operado em modo AUTOMÁTICO (malha fechada) ou modo MANUAL (malha aberta). A transferência de modo AUTOMÁTICO para MANUAL e vice-versa realiza-se por meio da tecla [A/M], que efetua essa transferência sem provocar qualquer perturbação no processo (BUMPLESS). Passando-se o controlador para o modo MANUAL, seu sinal de saída é "congelado", permanecendo estacionado no último valor presente no momento da transferência.

ATENÇÃO

Para evitar que ocorram perturbações indesejadas no processo, toda e qualquer alteração nos valores dos parâmetros de controle (Setpoint, Ganho, Reset, etc) deve ser efetuada com o controlador em modo MANUAL, procedendo-se da seguinte forma:

- Transfere-se o controlador para modo MANUAL.
- Efetua-se o ajuste desejado.
- Retorna-se o controlador para o modo AUTOMÁTICO.

- 3.11.2 - Para comandar manualmente o sinal de saída, o operador deve recorrer ao parâmetro [OUT], que também é selecionado pela tecla [MODO].

Este parâmetro traz ao display a indicação do valor do sinal de saída (em %), que pode ser, então, alterado pelo operador através das teclas de ajuste ◀ e ▶, procedendo como se estivesse alterando um outro parâmetro qualquer. Ao ter início essa alteração, o controlador passa automaticamente para o modo MANUAL.

Concluída a alteração do valor do sinal de saída, o display passa a indicar, alternadamente, o valor desse sinal (em %) e o valor da variável de processo (em Unidades de Engenharia). Este procedimento só será interrompido quando o operador pressionar novamente a tecla [A/M], retornando o controlador para o modo AUTOMÁTICO.

- 3.11.3 - Ao retornar para o modo AUTOMÁTICO, o controlador tem seu setpoint automaticamente alterado, assumindo como novo setpoint o valor da variável de processo presente no exato momento em que ocorre essa transferência. Assegura-se, desta forma, o retorno para o modo AUTOMÁTICO livre de qualquer perturbação no processo.