

4.^a Prática – Inversor de Frequência Escalar da WEG CFW 07 / CFW- 08

- OBJETIVO:**
- 1) Efetuar a programação por meio de comandos de **parametrização** para controle digital da velocidade, em um inversor de frequência,
 - 2) Colocar em funcionamento, operar e **identificar problemas** referentes ao inversor de frequência **WEG CFW-07/ CFW-08**, parametrizado para funcionar no controle de velocidade digital.
 - 3) Aprender a utilizar o manual do Inversor de Frequência para controle digital da a velocidade.

DATA: ____/____/____.

Nome dos alunos:

Maio/2013

SUMÁRIO

1 -	INTRODUÇÃO.....	3
1.1 -	CONTROLE ESCALAR DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA	3
1.2 -	ACIONAMENTO PELA FUNÇÃO MULTISPEED.....	6
2 -	PROCEDIMENTOS.....	7
2.1 -	CONTROLE DE VELOCIDADE EM OITO VALORES POR MEIO DAS CHAVES TIPO ALAVANCA	10
2.2 -	QUESTÃO PROPOSTA.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - CONTROLE ESCALAR DO INVERSOR DE FREQUÊNCIA

O inversor de frequência utilizado nesta prática é do tipo escalar da marca **WEG** e o seu modelo é o **CFW 07**.



Figura 1 – Inversor de Frequência WEG CFW-07

O funcionamento dos inversores de frequência com controle escalar está baseado numa estratégia de comando chamada **“V/F constante”**, que mantém o torque do motor constante, igual ao nominal, para qualquer velocidade de funcionamento do motor.

O estator do motor de indução possui um bobinado trifásico. Este bobinado tem dois parâmetros que definem suas características. Um deles é a sua resistência ôhmica R [Ohm] e o outro é a sua indutância L [Henry].

A resistência depende do tipo de material (cobre) e do comprimento do fio com qual é realizado o bobinado. Já a indutância depende fundamentalmente da geometria (forma) do bobinado e da interação com o rotor.

Fazendo uma análise muito simplificada podemos dizer que a corrente que circulará pelo estator do motor será proporcional ao valor da resistência “R” e ao valor da reatância Indutiva “XL” que é dependente da indutância L e da frequência f. Assim:

$$X_L = 2.\pi.f.L$$

e

$$I = V / (R^2 + X_L^2)^{1/2}$$

Para valores de frequência acima de 30 Hz o valor da resistência é muito pequeno quando comparado com o valor da reatância indutiva; desta maneira

podemos, nesta aproximação, e para um método de controle simples como o escalar, despezá-lo. Assim teremos que o valor da corrente será proporcional à tensão de alimentação V , à indutância L e à frequência f . O valor de indutância L é uma constante do motor, mas a tensão e a frequência são dois parâmetros que podem ser “controlados” pelo inversor de frequência.

Assim, se para variar a velocidade do motor de indução temos que variar a frequência da tensão de alimentação, a estratégia de controle “V/F constante” varia a tensão proporcionalmente com a variação da frequência de alimentação (e da reatância indutiva) do motor para obter no estator uma corrente constante da ordem da corrente nominal do motor, como mostra a equação e a figura 4.8.

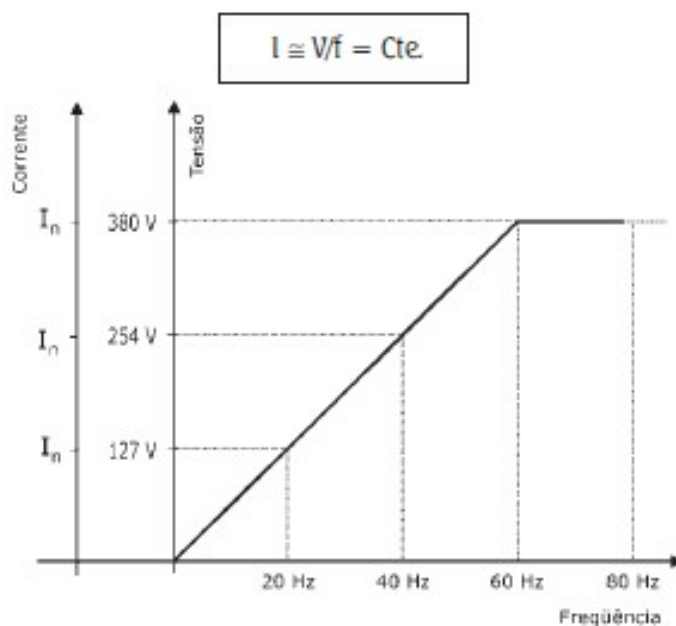


Figura 4.8

Como se pode observar na figura 4.8, acima de 60Hz a tensão não pode continuar subindo, pois já foi atingida a tensão máxima (tensão da rede), É assim que a partir deste ponto a corrente, e conseqüentemente o torque do motor, diminuirão. Esta região (acima dos 60 Hz no exemplo) é conhecida como **região de enfraquecimento de campo**. A figura 4.9 a seguir mostra o gráfico do torque em função da frequência onde fica em evidência este comportamento.

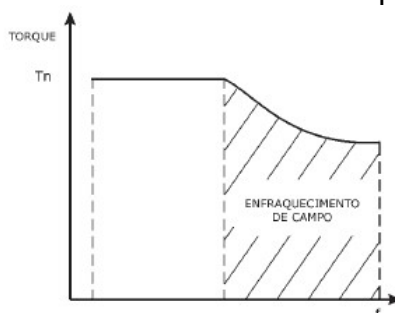


Figura 4.9

Para frequências abaixo de 30 Hz o termo correspondente à resistência R do estator, que foi desprezado anteriormente, começa a ter influência no cálculo da corrente. É assim que, para baixas frequências, mantendo-se a proporcionalidade entre a frequência e a tensão, a **corrente** e **conseqüentemente** o **torque** do motor

diminuem bastante. Para que isto seja evitado, a tensão do estator em baixas frequências deve ser aumentada, através de um método chamado de compensação $I \times R$, conforme figura 4.10 a seguir.

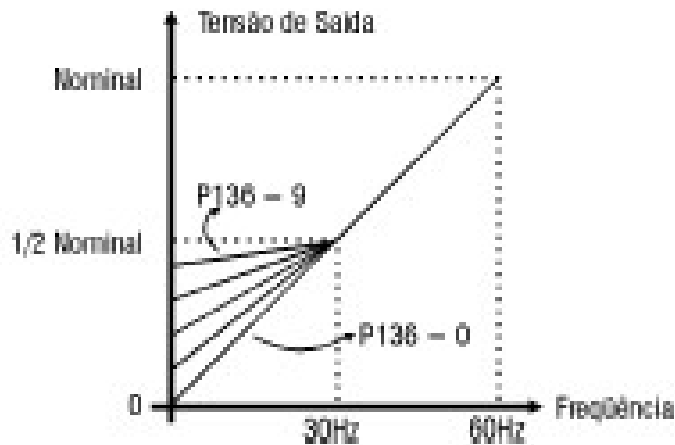


Figura 4.10 - P202 = 0 - curva U/F 60Hz

	min.	Faixa	máx.	Padrão Fábrica
P136 - Compensação IxR	0	menor passo 1	9	1

Compensa a queda de tensão na resistência estática do motor. Atua em baixas frequências, aumentando a tensão de saída do inversor para manter o torque constante.

O ajuste ótimo é o menor valor de **P136** que permite a partida do motor satisfatoriamente. Valor maior que o necessário irá incrementar demasiadamente a corrente do motor em baixas frequências, podendo forçar o inversor a uma condição de sobrecorrente. (E00 ou E05).

Podemos deduzir assim que o controle escalar em inversores de frequência é utilizado em aplicações normais que não requerem elevada dinâmica (grandes acelerações e frenagens), nem elevada precisão e nem controle de torque. Um inversor com controle escalar pode controlar a velocidade de rotação do motor com uma precisão de até 0,5 % da rotação nominal para sistemas sem variação de carga, e de 3 % a 5 % com variação de carga de 0 a 100 % do torque nominal. Pelo princípio de funcionamento e aplicação, são utilizados na maioria das vezes motores de indução convencionais sem nenhum sistema de realimentação de velocidade (tacogerador de pulsos acoplado ao motor) em malha fechada. A faixa de variação de velocidade é pequena e da ordem de 1:10 (Ex: 6 a 60Hz).

Com estas características, o inversor de frequência escalar é o mais utilizado em sistemas que não requerem alto desempenho. Ele apresenta também um custo relativo menor quando comparado com outros tipos de inversores mais sofisticados, como por exemplo, o inversor com controle vetorial.

1.2 - ACIONAMENTO PELA FUNÇÃO MULTISPEED

A função **multispeed** é utilizada quando se deseja até oito valores de velocidades fixas pré-programadas (**preset frequency**). Permite o controle da velocidade de saída, relacionando os valores das velocidades pré-definidos por parâmetros, conforme a combinação lógica das entradas digitais programadas para a função **multispeed**.

2 -PROCEDIMENTOS

Procedimento	01)	<p>Posicione sobre a banca o Inversor de frequência WEG CFW-07 em um Painel Elétrico Didático da De Lorenzo, conforme a Figura 2 e, desligue a alimentação geral, antes de conectar qualquer componente elétrico / eletrônico.</p>
--------------	-----	---

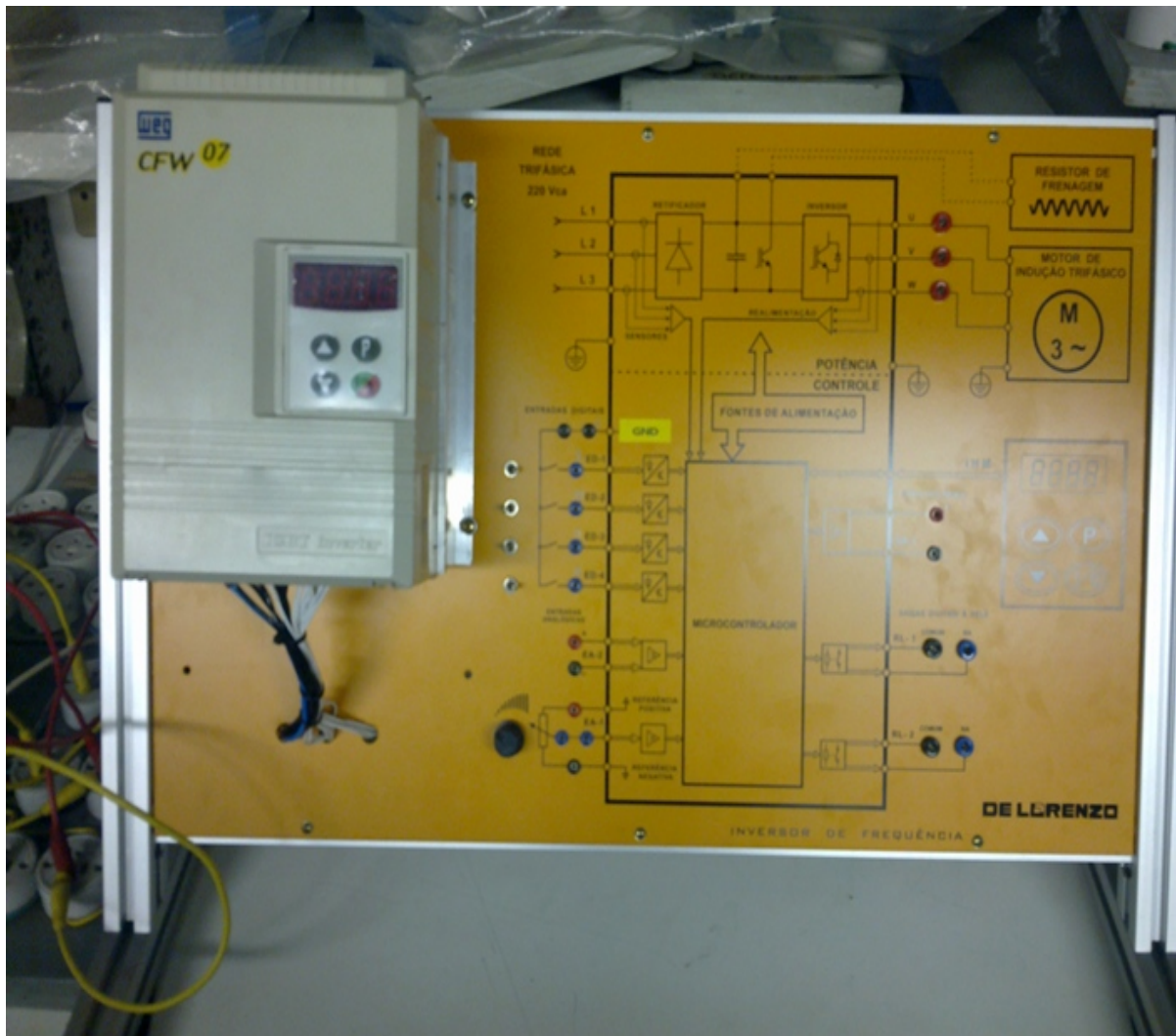


Figura 2 -Inversor de frequência WEG CFW-07 em um Painel elétrico didático da De Lorenzo

Procedimento

02)

Faça as **conexões** dos terminais do Motor de Indução Trifásico (MIT) em ligação **estrela** (devido ao fato de que o inversor, que iremos utilizar nesta experiência, é alimentado com **380 V** (tensão de linha) pelo autotransformador elevador (localizado atrás do Painel Elétrico Didático da De Lorenzo e alimentado com 220 V (tensão de linha) em seu primário pela rede de alimentação do laboratório)) e, em seguida, **conecte** os bornes **R, S e T** do MIT aos respectivos bornes **U, V e W** do Painel Elétrico Didático da De Lorenzo, conforme a Figura 3 (nesta página) e a Figura 4 (na próxima página).

Obs: Caso utilize o inversor CFW – 08 faça a conexão em triângulo, pois o inversor é alimentado com 220 V.



Figura 3 - Conexões dos terminais do Motor de Indução Trifásico (MIT) em ligação estrela e os bornes R, S e T do MIT aos respectivos bornes U, V e W do Painel elétrico didático.

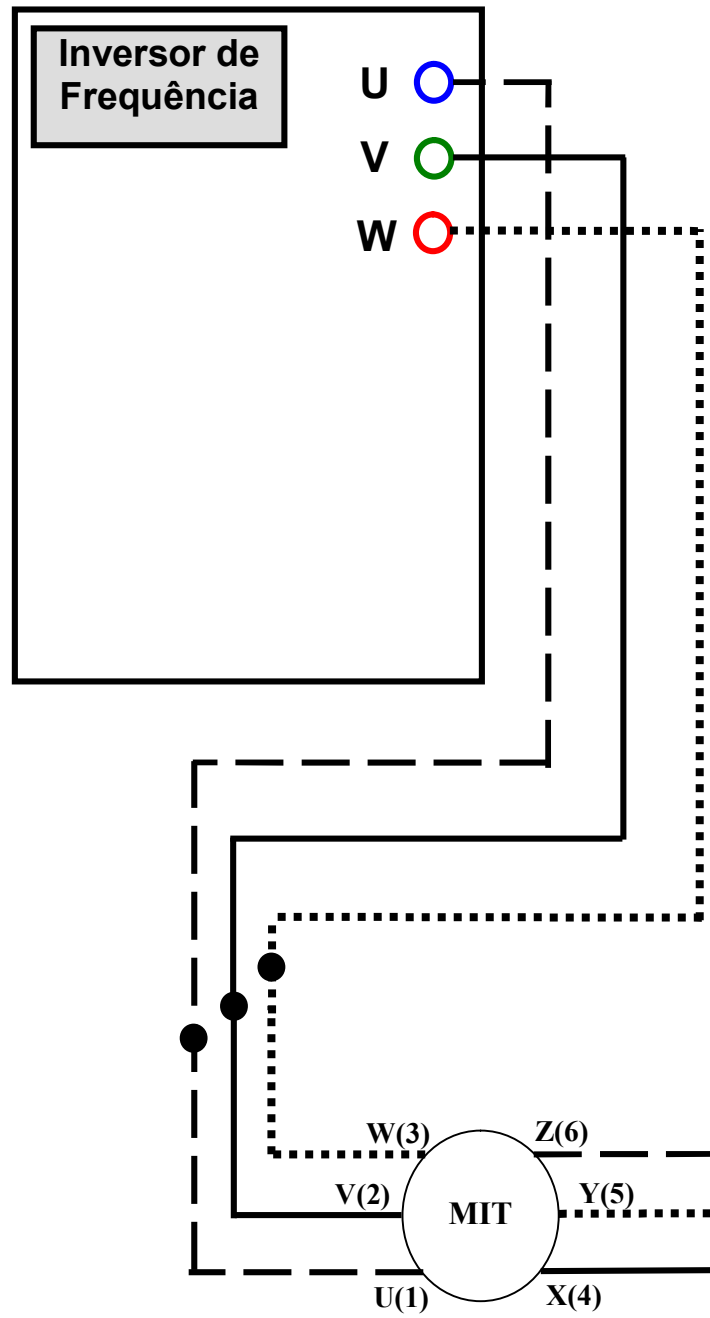


Figura 4 – Fechamento dos terminais do motor (MIT) em **estrela**

2.1 - CONTROLE DE VELOCIDADE EM OITO VALORES POR MEIO DAS CHAVES TIPO ALAVANCA

Procedimento	03)	No painel, Faça o jumper do borne. 8 (GND) com o borne das chaves tipo alavanca , através de um cabo banana-banana de 2 mm de diâmetro, ou seja, conecte o borne 8 (GND) com o borne das chaves tipo alavanca, conforme a Figura 5 .
--------------	-----	--

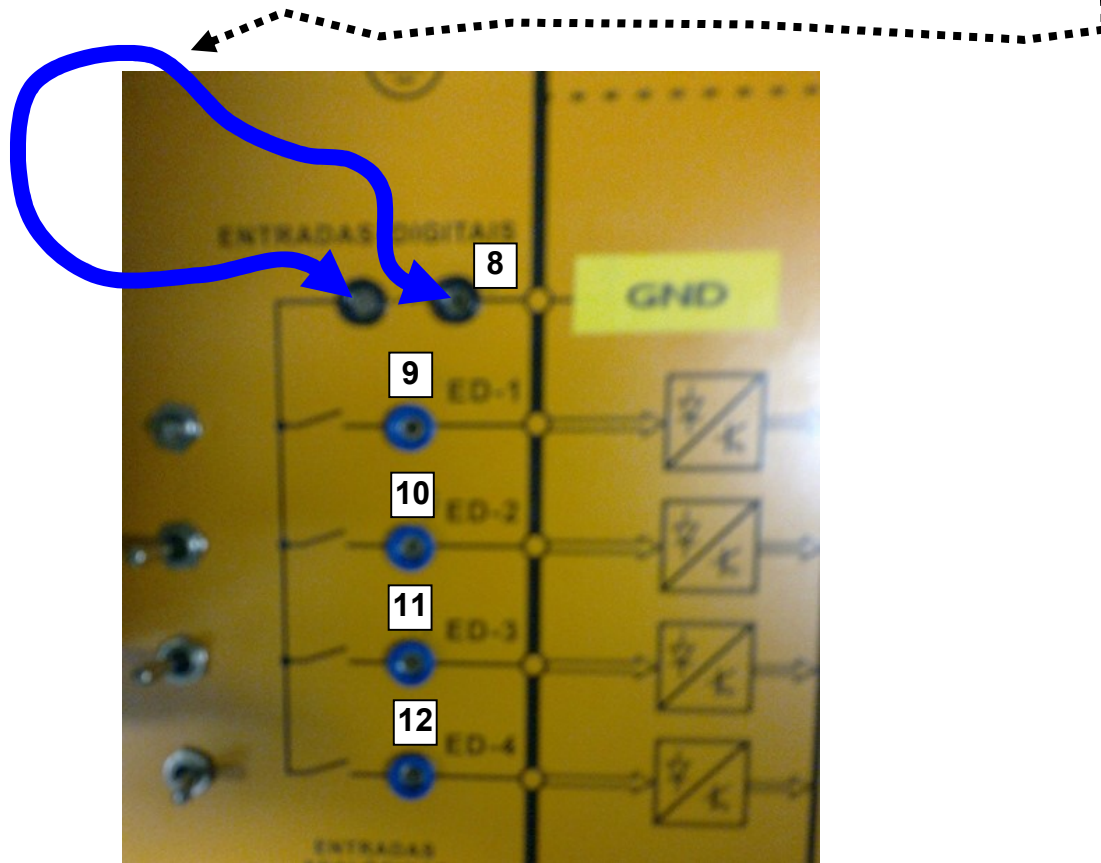


Figura 5 - Jumper dos bornes 8 (GND) e 9 (chaves tipo alavanca) no painel, através do cabo banana-banana de 2 mm de diâmetro.

Procedimento	04)	Feche a chave tipo alavanca que alimenta a entrada ED.1 (Borne 9 da régua Xc1). Assim estaremos realizando o " habilita geral ", conforme Figura 6.
--------------	-----	---

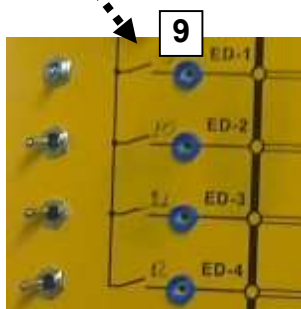


Figura 6 –Fechamento da chave ED1 (habilita geral)

Note que, nesta experiência, as **entradas**:

ED-2

ED-3

ED-4

serão as **3 entradas digitais** de uma **tabela da verdade** com **3 variáveis**, ou seja, resulta em **8 possibilidades** de valores de velocidades. Conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela da Verdade

	ED.2	ED.3	ED.4	Parâmetros	Ref. de Frequência Padrão de Fábrica [Hz]
1	Chave aberta	Chave aberta	Chave aberta	P124	3.0
2	Chave aberta	Chave aberta	GND	P125	10.0
3	Chave aberta	GND	Chave aberta	P126	20.0
4	Chave aberta	GND	GND	P127	30.0
5	GND	Chave aberta	Chave aberta	P128	40.0
6	GND	Chave aberta	GND	P129	50.0
7	GND	GND	Chave aberta	P130	60.0
8	GND	GND	GND	P131	66.0

GND = Chave tipo **alavanca Fechada**. Assim a entrada digital é alimentada com o GND, ou seja, **0** volts.

Vale lembrar que a **IHM** funciona da seguinte forma:

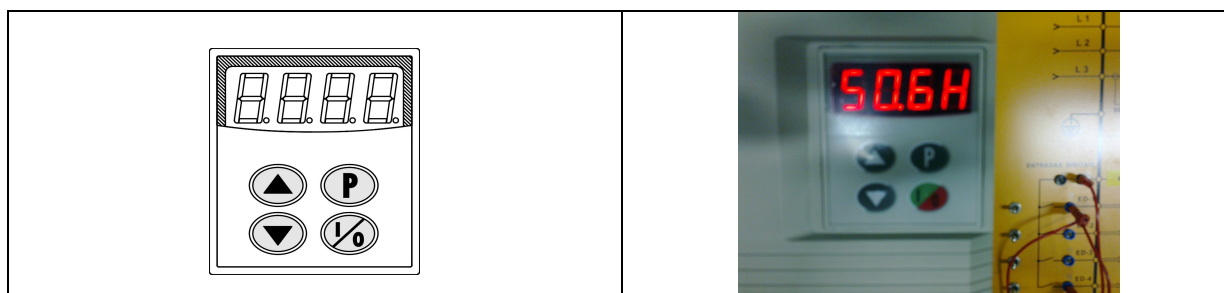


Figura 7 - IHM

	Habilita/Desabilita o inversor via rampa. Reseta o inversor após ocorrência de erros.
	Seleciona (comuta) o display entre número do parâmetro e o seu valor (posição/conteúdo).
	Incrementa frequência ou número, bem como o valor do parâmetro.
	Decrementa frequência ou número, bem como o valor do parâmetro.

Seleção/Alteração de Parâmetros;		
AÇÃO	DISPLAY	COMENTÁRIOS
Pressione tecla 		
Use teclas 		Localize o parâmetro desejado
Pressione tecla 		Valor numérico associado ao parâmetro
Use teclas 		Ajuste o novo valor desejado *1
Pressione tecla 		Veja as observações *1 e *2 na página 15 deste roteiro, mais adiante.

Neste momento da experiência, as instruções desta página são somente para leitura, ou seja, NÃO se deve fazer nenhuma operação no inversor, apenas identificar as teclas e suas funções, pois, mais adiante, serão utilizadas.

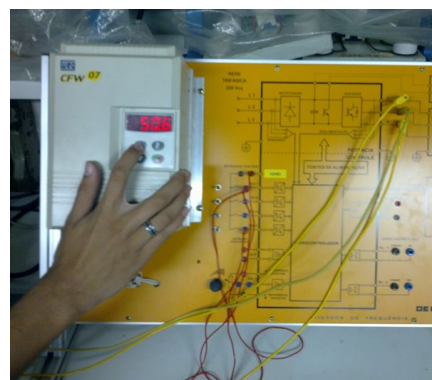


Figura 8 – Operando a IHM

ENERGIZAÇÃO/COLOCAÇÃO EM FUNCIONAMENTO

ENERGIZAÇÃO

Após a preparação para energização o inversor pode ser energizado:

- 1) Verifique a tensão de alimentação
Meça a tensão de rede e verifique se está dentro da faixa permitida (Tensão nominal + 10% / - 15%).
- 2) Energize a entrada
- 3) Verifique o sucesso da energização

O display da IHM indica:



O inversor executa algumas rotinas de auto-diagnose e se não existe nenhum problema o display indica:



Isto significa que o inversor está pronto (rdy=ready) para ser operado.

Faça estes procedimentos.

Procedimento

05)

Vamos colocar os parâmetros do Inversor de Frequência igual aos



valores **Padrões** de **Fábrica**, sendo que para isso, **faça** os procedimentos **logo abaixo**.

PARÂMETROS PADRÃO DE FÁBRICA

Parâmetros Padrão de Fábrica são valores pré-definidos com os quais o inversor sai programado de fábrica. O conjunto de valores é escolhido de modo a atender o maior número de aplicações, reduzindo ao máximo a necessidade de reprogramação durante a colocação em funcionamento. Caso necessário o usuário pode alterar individualmente cada parâmetro de acordo com a sua aplicação. Em qualquer momento o usuário pode retornar todos os parâmetros aos valores padrões de fábrica (exceto P202, P295 e P296, que somente podem ser alterados individualmente) executando a seguinte seqüência:

Todos os valores de parâmetros já ajustados serão perdidos (substituídos pelo padrão fábrica).

Faça.

- 1) Desabilitar o inversor , **Por meio da tecla** 
- 2) Ajustar P000 = 5
- 3) Ajustar P204 = 5. O display indica "0" no final da alteração.
- 4) Pressione tecla 

Para fazer a **Seleção/Alteração de Parâmetros**, siga as **instruções do final da página 14**.

	min.	Faixa	máx.	Padrão Fábrica
P204 - Carrega parâmetros com Padrão de fábrica	0	menor passo 1	5	0

5 = Carrega padrão

- Reprograma todos os parâmetros para os valores do padrão de fábrica. Ver item 6.1

P000 -
Parâmetro de
acesso

- Libera o acesso para alteração dos parâmetros

P000	ACESSO
0... 4, 6 ... 10	Leitura Parâmetros
5	Alteração Parâmetros

Obs.:

A inibição do acesso à alteração de parâmetro é feita ajustando **P000 (senha)** num valor diferente de **5** ou desenergizando / energizando o inversor.

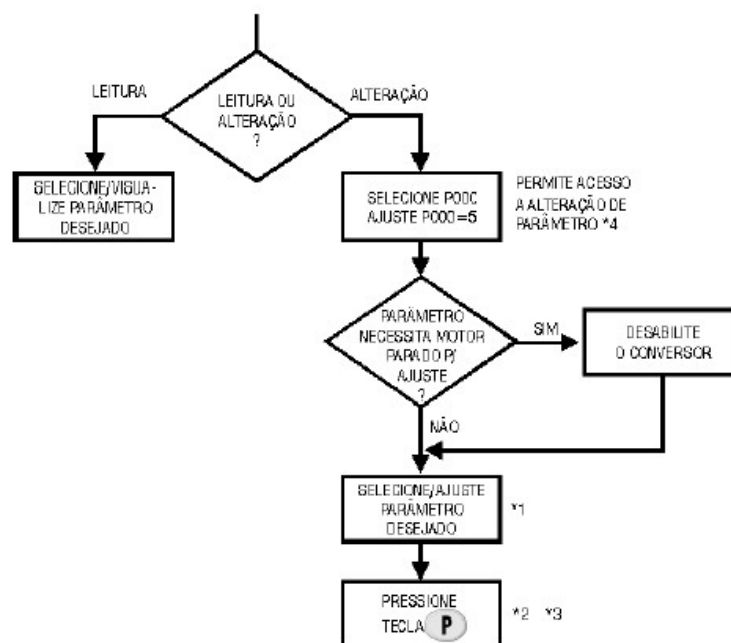


Figura 5.2 - Fluxograma para leitura/alteração de parâmetros

* 1 - Para os parâmetros que podem ser alterados com motor girando, o inversor passa a utilizar imediatamente o novo valor ajustado. Para os parâmetros que só podem ser alterados com motor parado, o inversor passa a utilizar o novo valor ajustado somente após pressionar a tecla **P**.

* 2 - Pressionando a tecla **P** após o ajuste, o último valor ajustado é automaticamente gravado, ficando retido até nova alteração.

* 3 - Caso o último valor ajustado no parâmetro o torne funcionalmente incompatível com outro já ajustado ocorre a indicação de E24 - Erro de programação. Exemplo de erro de programação: Programar duas entradas digitais (DI) com a mesma função. Veja na página 68, a lista de incompatibilidades de programação.

* 4 - A inibição do acesso a alteração de parâmetro é feita ajustando P000 num valor diferente de 5 ou desenergizando/energizando o inversor.

As notas de rodapé das páginas 7, 8, 9 e 10 indicam quais são.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS PARÂMETROS

Este capítulo descreve detalhadamente todos os parâmetros do inversor. Para facilitar a descrição, os parâmetros foram agrupados por características e funções:

Parâmetros de Leitura	variáveis que podem ser visualizadas no display, mas não podem ser alteradas pelo usuário.
Parâmetros de Regulação	são os valores ajustáveis a serem utilizados pelas funções do inversor.
Parâmetros de Configuração	definem as características do inversor, as funções a serem executadas, bem como as funções das entradas/saídas.
Parâmetros do Motor	define a corrente nominal do motor.

Procedimento	06)	<p>Verifique o Parâmetro P156 (<u>Corrente de sobrecarga do motor</u>) para que fique ajustada entre 5 a 15% maior que a <u>corrente nominal de saída do inversor</u>, ou seja, $1,05 \times 6,5 = \mathbf{6,8\ A}$ (para o modelo 6.5/3AC380-480) e $1.05 \times 13 = \mathbf{13,6\ A}$ (para o modelo 13/3AC380-480). (obs.: O Ajuste de P156 muito baixo para o motor utilizado, pode gerar o erro E05 que trata da Sobrecarga na saída.).</p>
--------------	------------	---

Da página **15** do Manual, temos:

Inom - Corrente nominal de saída do inversor

Da página **44** do Manual, temos:

P156 - Corrente de sobrecarga : ajuste num valor de 5 a 15% acima da corrente nominal do motor.

Da página **59** do Manual, temos:

	min.	Faixa (A)		máx.	Padrão Fábrica
P156 - Corrente de Sobrecarga do Motor	$0.2 \times I_{nom}$			$1.3 \times I_{nom}$	$1.0 \times I_{nom}$

Da página 77 do Manual, temos:

Procedimento	07)	Ajuste o parâmetro P401 para 6,5 A ou 13 A, conforme o modelo do inversor (6.5/3AC380-480) ou (13/3AC380-480), respectivamente.
--------------	------------	--

	mín.	Faixa (A)	máx.	Padrão Fábrica
P401 - Corrente nominal do motor	0		1.30x Inom	1.0x Inom

- Ajustar P401 no valor da corrente nominal do motor.
- Este parâmetro é utilizado pelas funções compensação de escorregamento e IxR automático.

Procedimento	08)	Manter o parâmetro P202 no valor zero, ou seja, para 60Hz.
--------------	------------	---

Valores Possíveis

P202 - Tipo de controle	0 = U/F 60Hz	Padrão fábrica
	1 = U/F 50Hz	

- Define a frequência nominal do motor.

Procedimento	09)	Ajuste o parâmetro P133 para o valor zero (0.0 Hz) , pois, assim, o eixo do motor não começa girando ao se pressionar a tecla I/O .
--------------	------------	--

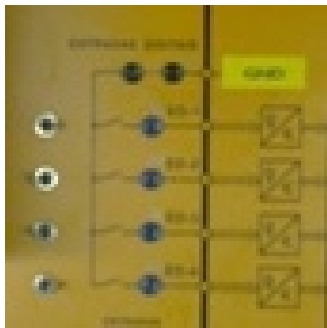
Para que as entradas **ED-2**, **ED-3** e **ED-4** funcionem como **entradas digitais**, **faça** as parametrizações seguintes (Não se esqueça de **liberar** a senha em **P000** previamente):

Procedimento	10)	<p>Ajuste os valores dos parâmetros abaixo para os respectivos valores apresentados, ou seja:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>P221 = 6, P222 = 6, P264 = 7, P 265 = 7 e P 266 = 7</p> </div> <p>Obs.: Primeiro, ajuste o grupo de parâmetros P221 e P222 e, por último, o grupo de parâmetros P264, P265 e P266; ou, ao contrário, tanto faz um ou outro grupo primeiro. O fato é que, ao validar a alteração do primeiro grupo ajustado, o inversor apresentará a mensagem de erro E24. Ignore essa mensagem e ajuste o próximo grupo, sendo que o erro não se consumará, pois, aqui, estamos diante de um erro do projeto de fabricação do inversor.</p>
--------------	-----	---


Procedimento	11)	<p>Ajuste os valores dos parâmetros abaixo para os respectivos valores apresentados, ou seja,</p>
--------------	-----	--

Parâmetros	Frequência [Hz]
P124	10 Hz
P125	20 Hz
P126	35 Hz
P127	40 Hz
P128	45 Hz
P129	50 Hz
P130	55 Hz
P131	60 Hz

Procedimento	12)	<p>Deixe as três entradas digitais ED.2, ED.3 e ED.4 na condição aberta, ou seja, deixe as três chaves do tipo alavanca na posição aberta.</p>
--------------	-----	---

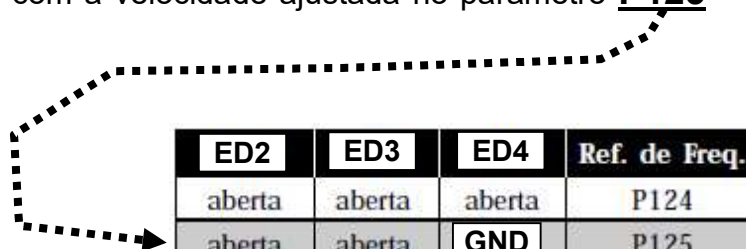


ED2	ED3	ED4	Ref. de Freq.
aberta	aberta	aberta	P124
aberta	aberta	GND	P125
aberta	GND	aberta	P126
aberta	GND	GND	P127
GND	aberta	aberta	P128
GND	aberta	GND	P129
GND	GND	aberta	P130
GND	GND	GND	P131

Faça: Volte a habilitar (ligar) o motor pela tecla  da IHM.

Procedimento	13)	Pela IHM, selecione o parâmetro de leitura P002 e deixe o display mostrando o seu valor. Com este parâmetro podemos verificar o registro no display da frequência do parâmetro P124 . Anote o valor da velocidade observada . Confere com o ajustado, ou seja, 10 Hz?
--------------	-----	---

Procedimento	14)	Deixe as três entradas digitais ED.2 , ED.3 e ED.4 na condição em que o eixo do motor gire com a velocidade ajustada no parâmetro P125 = 20 Hz.
--------------	-----	--



ED2	ED3	ED4	Ref. de Freq.
aberta	aberta	aberta	P124
aberta	aberta	GND	P125
aberta	GND	aberta	P126
aberta	GND	GND	P127
GND	aberta	aberta	P128
GND	aberta	GND	P129
GND	GND	aberta	P130
GND	GND	GND	P131

Procedimento	15)	Pela IHM, mantenha o parâmetro de leitura P002 e deixe o display mostrando o seu valor. Com este parâmetro podemos verificar o registro no display da frequência do parâmetro P125 . Anote o valor da velocidade observada . Confere com o ajustado, ou seja, 20 Hz?
--------------	-----	--

Procedimento	16)	Repita esses procedimentos para os demais parâmetros, ou seja:
--------------	-----	--

P126 = 35 Hz
P127 = 40 Hz
P128 = 45 Hz
P129 = 50 Hz
P130 = 55 Hz
P131 = 60 Hz

Procedimento	17)	Na IHM, pressionar outra vez a tecla liga / desliga (I/O) . O eixo do motor deverá parar de girar.
--------------	-----	--

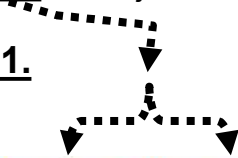
Procedimento	18)	Ajuste os valores dos parâmetros abaixo para os respectivos valores apresentados, ou seja,
--------------	-----	---

Parâmetros	Frequência [Hz]
P124	15 Hz
P125	25 Hz
P126	35 Hz
P127	44 Hz
P128	50 Hz
P129	60 Hz
P130	80 Hz
P131	120 Hz

Procedimento 19) Na IHM, **pressione** a tecla **liga / desliga** (I/O).

Procedimento 20) **Deixe** as três entradas digitais **ED.2, ED.3 e ED.4** na condição em que o eixo do motor gire com cada uma das **velocidades ajustadas (uma de cada vez)** nos parâmetros de **Referência de Frequência**, ou seja, a partir de **P124 = 15 Hz** e, sucessivamente, até o **P131**.

Obs.:
Tenha um cuidado especial com as velocidades de **80** e **120** Hz, pois os mancais do motor que utilizamos na experiência só foram projetados para girar com uma velocidade em torno de 60 Hz. **Mantenha o motor girando nessas velocidades o menor tempo possível.**



ED2	ED3	ED4	Ref. de Freq.
aberta	aberta	aberta	P124
aberta	aberta	GND	P125
aberta	GND	aberta	P126
aberta	GND	GND	P127
GND	aberta	aberta	P128
GND	aberta	GND	P129
GND	GND	aberta	P130
GND	GND	GND	P131

Procedimento 21) **Anote** os valores das velocidades observadas (**uma de cada vez**). Conferem com os valores ajustados, ou seja, **15, 25, 35, ... , 80 e 120 Hz**?

- 1) **Desligue** todos os equipamentos.
- 2) **Desconecte** os equipamentos da energia elétrica.
- 3) **Desfaça** a montagem da prática / experiência e guarde todo o material.

2.2 - Deixe o **laboratório** arrumado e **organizado**.