

# AEAMESP

**16ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA**

***EXPANSÃO E MODERNIZAÇÃO DO METRÔ-  
SP:***

***ADEQUAÇÃO DA MANUTENÇÃO ELETRÔNICA***

***FRENTE ÀS NOVAS TECNOLOGIAS***

---

---

# *Participantes do Trabalho*

*Constantinos Dias Theodoridis*

*Fernando Gabriel Belchior Amaral*

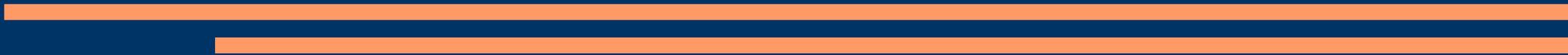
*Luiz Carlos de Figueiredo*

*Paulo Sérgio Siqueira de Carvalho*

---

---

# NOVO CENÁRIO



# TRENS NOVOS



# NOVAS TECNOLOGIAS

CBTC

STD

SCMVD

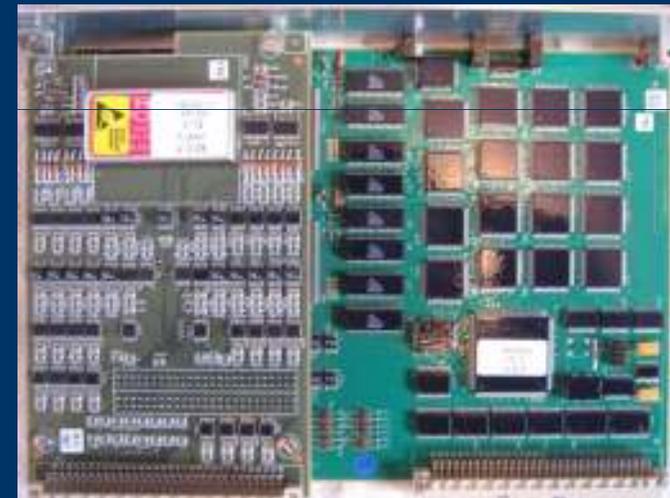
SCA

SAM

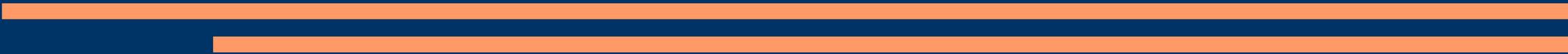
---

---

# MÓDULOS COMPLEXOS PARA MANUTENÇÃO



# NOVOS DESAFIOS



# FALHAS INTERMITENTES

- Módulos que apresentam falhas intermitentes, com dificuldade de simulação em laboratório.

Origem	C 3631	Pedido / Falha	
Data Remoção	26/05/2010	Registro e Visto	24001
Área / Equipe	MTE/MEJ		
Causa da Remoção		Local de Simulação	
<input type="checkbox"/> Programação	<input checked="" type="checkbox"/> Suspeita de Falha	<input type="checkbox"/> Laboratório	<input type="checkbox"/> Em Memória
<input type="checkbox"/> Modificação	<input type="checkbox"/> Falha	<input type="checkbox"/> Res. Externas	
<input type="checkbox"/> Inspeção	<input type="checkbox"/> Produto Não Conforme		
Detalhes			
"Falha intermitente" Suspeita de falha			

# MÓDULOS SEM JIGA DE TESTE

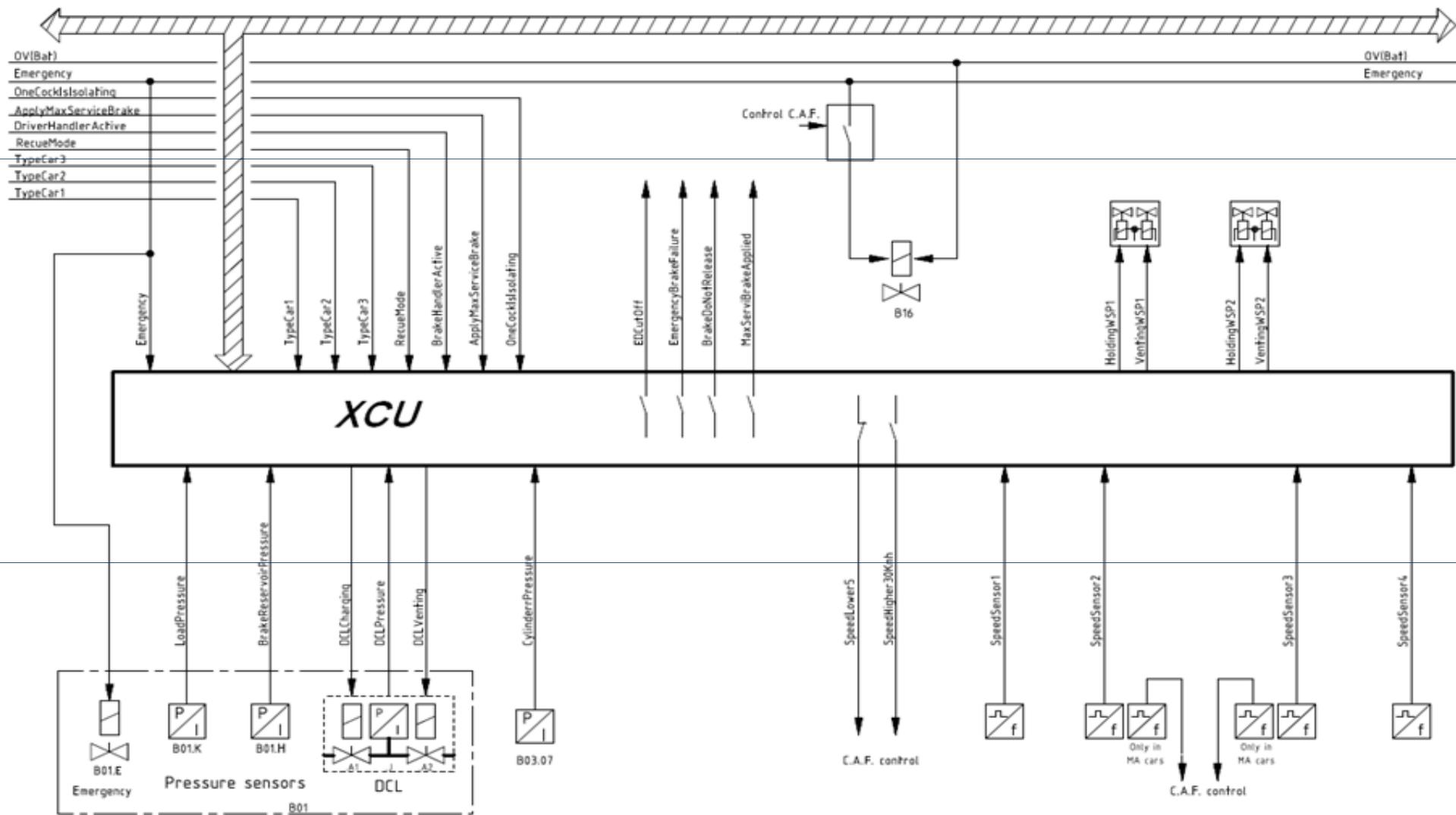
- *Módulos com várias entradas e saídas, sem jiga de teste.*
- *Essa multiplicidade de entradas e saídas*
- *dificulta os testes manuais.*



# Jigas Funcionais



# AUSÊNCIA DE PROCEDIMENTO DE TESTE



***Solução ?***

---

---

*Adequar a manutenção  
eletrônica*

*frente às novas tecnologias e à*

*ausência de procedimentos e*

*esquemas eletrônicos.*

---

---

# Considerando que :

- Muitos módulos não possuem Jiga de teste funcional;
  - O Metrô dispõe do E.I.U. - Equipamento que possui instrumentos virtuais para localização de falhas eletrônicas;
  - **Um dos passos para a adequação da manutenção frente a esse novo cenário seria o ...**
- 
-

*Desenvolvimento de  
um dispositivo para  
teste funcional  
usando o E.I.U.*

---

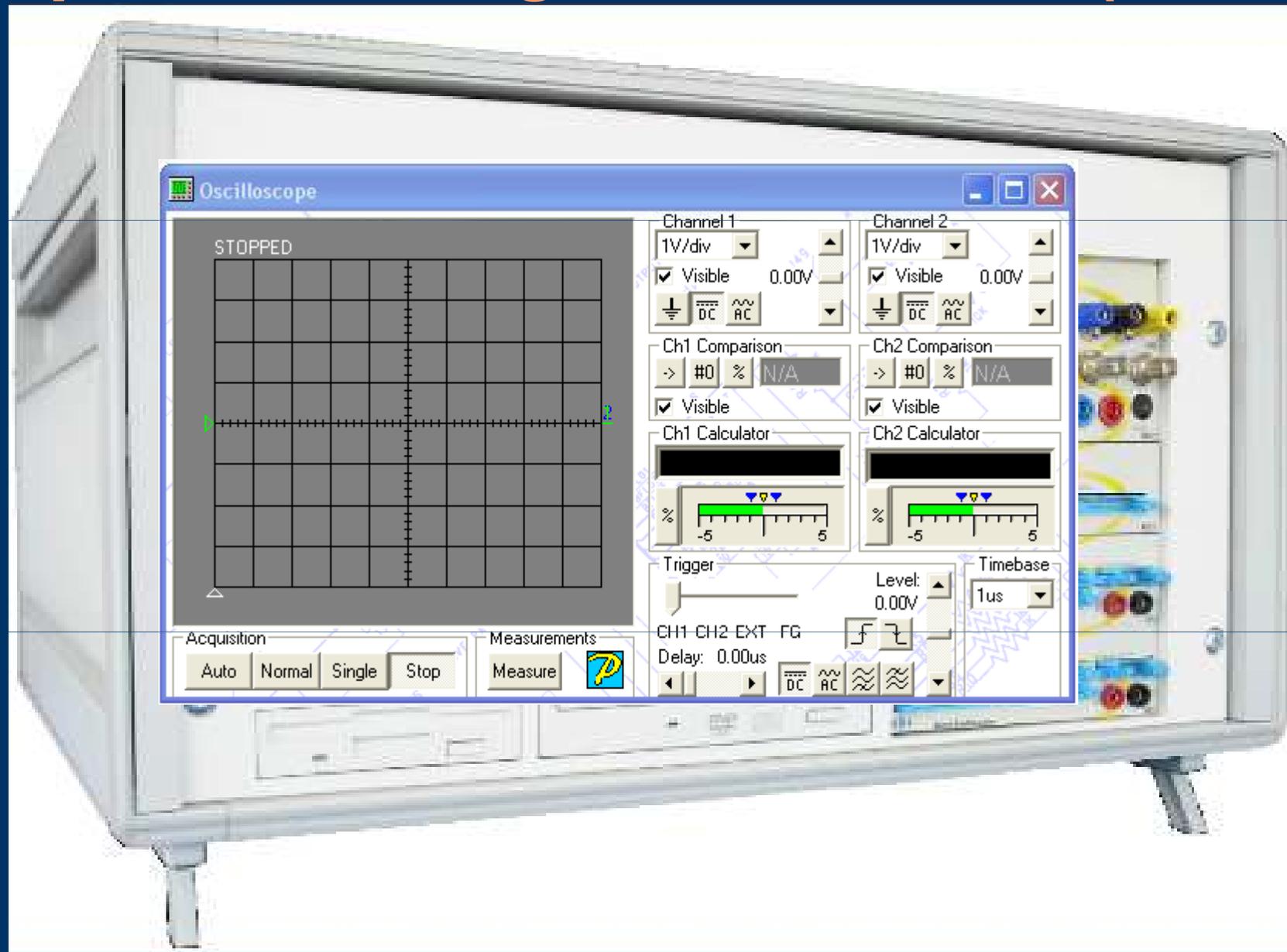
---

# E.I.U.

- *Equipamento Integrado Universal para diagnóstico de placas eletrônicas.*



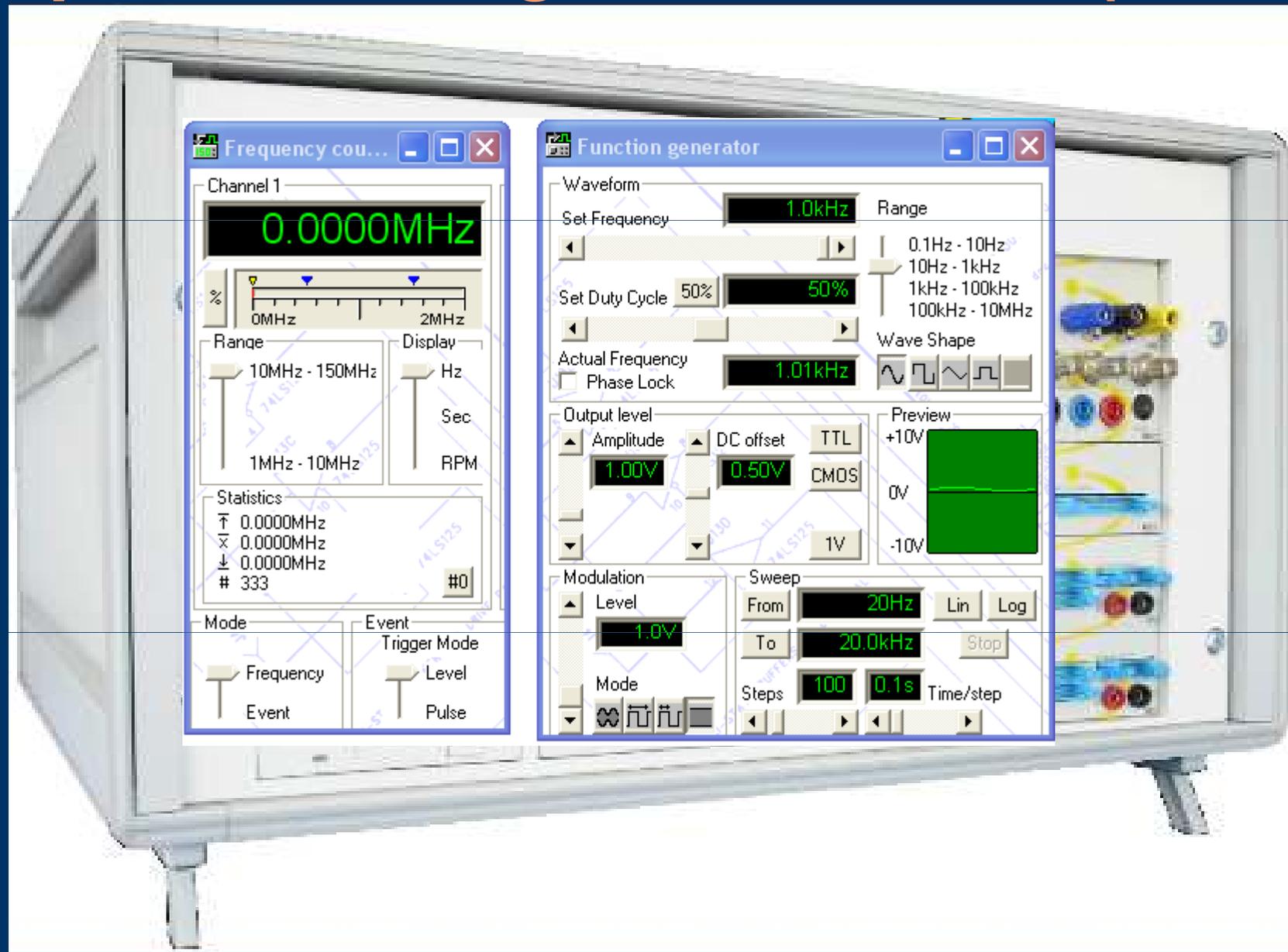
# Equipamento Integrado Universal (E.I.U.)



# Equipamento Integrado Universal (E.I.U.)



# Equipamento Integrado Universal (E.I.U.)



# Equipamento Integrado Universal (E.I.U.)

**Variable Power Supply**

Logic supply	Control	Negative supply	Positive supply
5.00V	Power	0.05V	0.05V
0.00A		0.00A	0.00A
Vout (V) 5.00 Vmax (V) 5.5		Vout (V) 0.00 Imax (A) 1.00	Vout (V) 0.00 Imax (A) 1.00

**Analogue IC Tester**

OP07 Setup Start Stop Actual Rotate Single Undefined

ULTRA LOW OFFSET OPERATIONAL AMPLIFIER

Library: ALL Package: DIL8

Pin	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8
	O/NULL1	INV	NINV	V-	O/NULL2	V+	OUTPUT	NC

Trace

**Digital IC Tester - IN CIRCUIT**

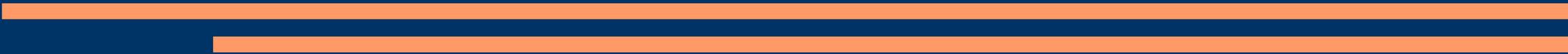
4000 Part Setup Start Stop Analysis IC Rotate Actual Cal Single

DUAL 3 INPUT NOR GATE & INVERTER

Pin	Pin 1	Pin 2	Pin 3	Pin 4	Pin 5	Pin 6	Pin 7	Pin 8	Pin 9	Pin 10	Pin 11	Pin 12	Pin 13	Pin 14
OPCT	-0.01V	1	NC	VDD	14	-0.01V	NOV+							
OPCT	-0.01V	2	NC	2C	13	-0.01V	OPCT							
OPCT	-0.01V	3	1A	2B	12	-0.01V	OPCT							
OPCT	-0.01V	4	1B	2A	11	-0.01V	OPCT							
OPCT	-0.01V	5	1C	2Y	10	-0.01V	OPCT							
OPCT	-0.01V	6	1Y	3Y	9	-0.01V	OPCT							
OPCT	-0.01V	7	VSS	3A	8	-0.01V	OPCT							

# *Problema:*

Módulos com Múltiplas  
entradas e saídas  
analógicas e digitais



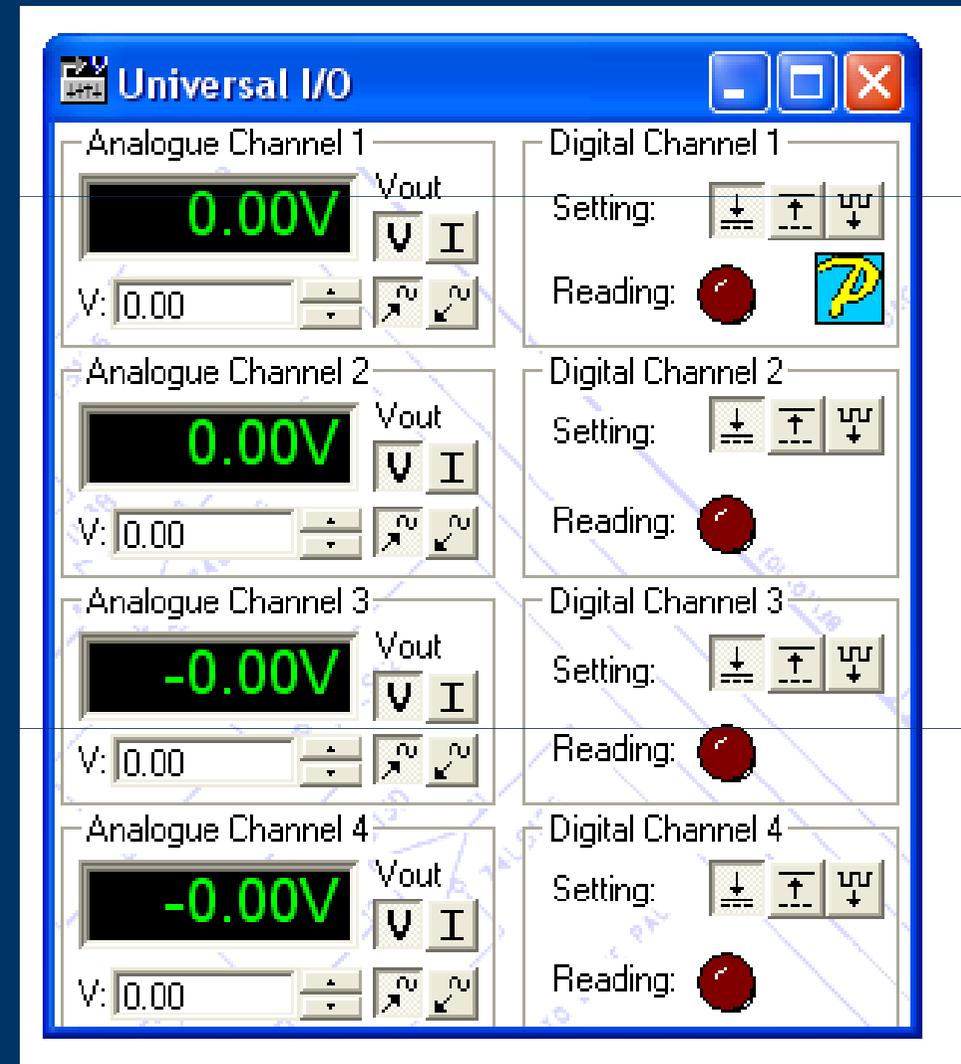
Código	XX.XXXX.XX.XXX	Rev.	0
Folha	X	11 de 130	

Emitente – Contratada / Emitente / Remissor  <b>MTO/OFI</b>	Emitente	ZZZZZZZZZZZZ	09/04/23
	Contratada	YYYYYYYYYYY	09/04/23

X1.1	E1	Autorização de abertura	1 = abertura autorizada
X1.2	E2	Abertura central	1 = aberto
X1.3	E3	Velocidade zero	1 = velocidade zero
X1.4	E4	Isolamento elétrico da porta	1 = isolar porta
X1.5	E5	Manter a porta fechada	1 = manter a porta fechada
X1.6	E6	Chave de comutação	+15 vdc
X1.7	E7	Botão SOCO ativo	+15 vdc
X1.8	E8	Limitador "dispositivo de abertura manual externo"	Aplicar 4,3 VDC
X1.9	E9	Limitador "direita 98% fechada"	0 = porta 98% fechada
X1.10	E10	Limitador "porta fechada e travada"	0 = porta fechada/travada
X1.11	E11	Limitador "porta fora de serviço"	0 = fora de serviço
X1.12	E12	Limitador "dispositivo de emergência interno"	0,5 VDC acionado 3,3 VDC off
X1.13	E13	Chave de comutação (relé de segurança)	1 = ativada
X1.14	E14	Botão SOCO habilitado (relé de segurança)	1 = SOCO habilitado
X1.15	KL (-)	Não usado	
X1.16	E15	sensor termico	2,2 a 5,3 VDC
X1.17	KL (-)	Não usado	
X1.18	E16	Não usado	
X1.19	E17	Direção do sensor de posição da porta	0 = pulso
X1.20	E18	Pulso do sensor de posição da porta	0 = pulso

# E.I.U.

- O E.I.U. possui quatro canais de
- entradas e saídas analógicas.
  
- Os novos módulos
- possuem mais que
- quatro entradas / saídas,
- inviabilizando
- o teste automático.



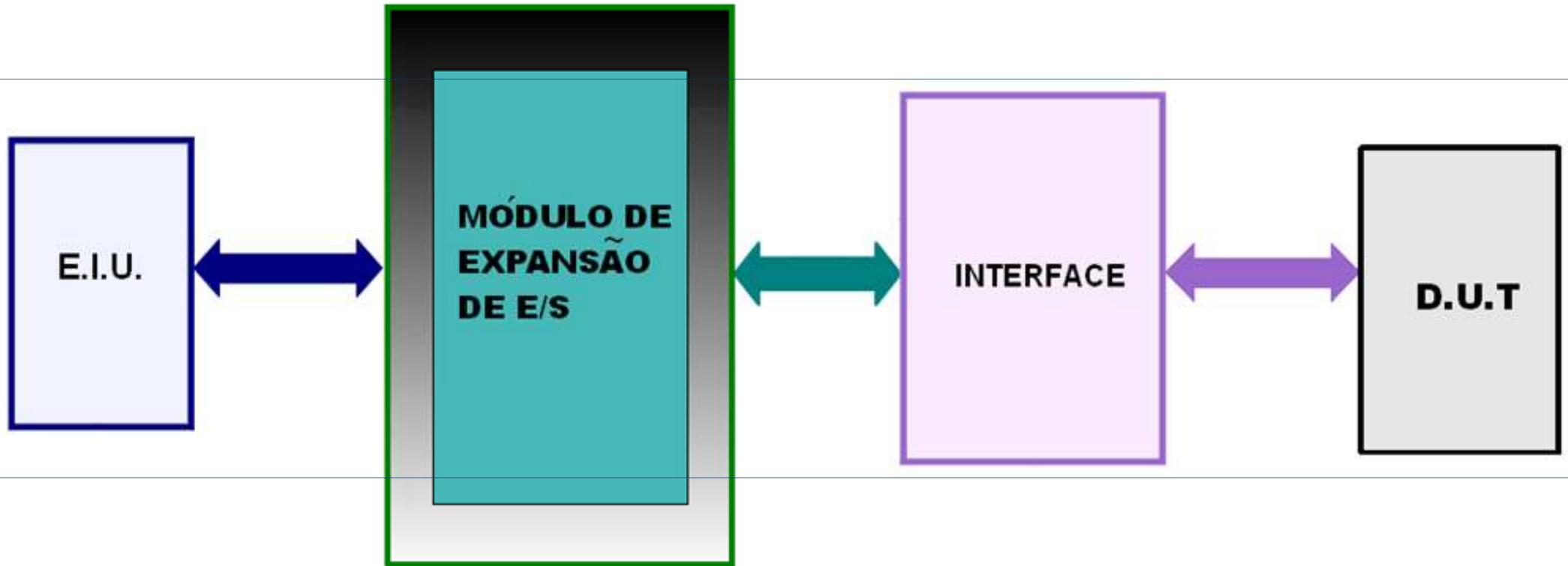
*Para fazer testes automatizados é necessário o*

**Desenvolvimento de um  
módulo de expansão  
Entrada e Saída**

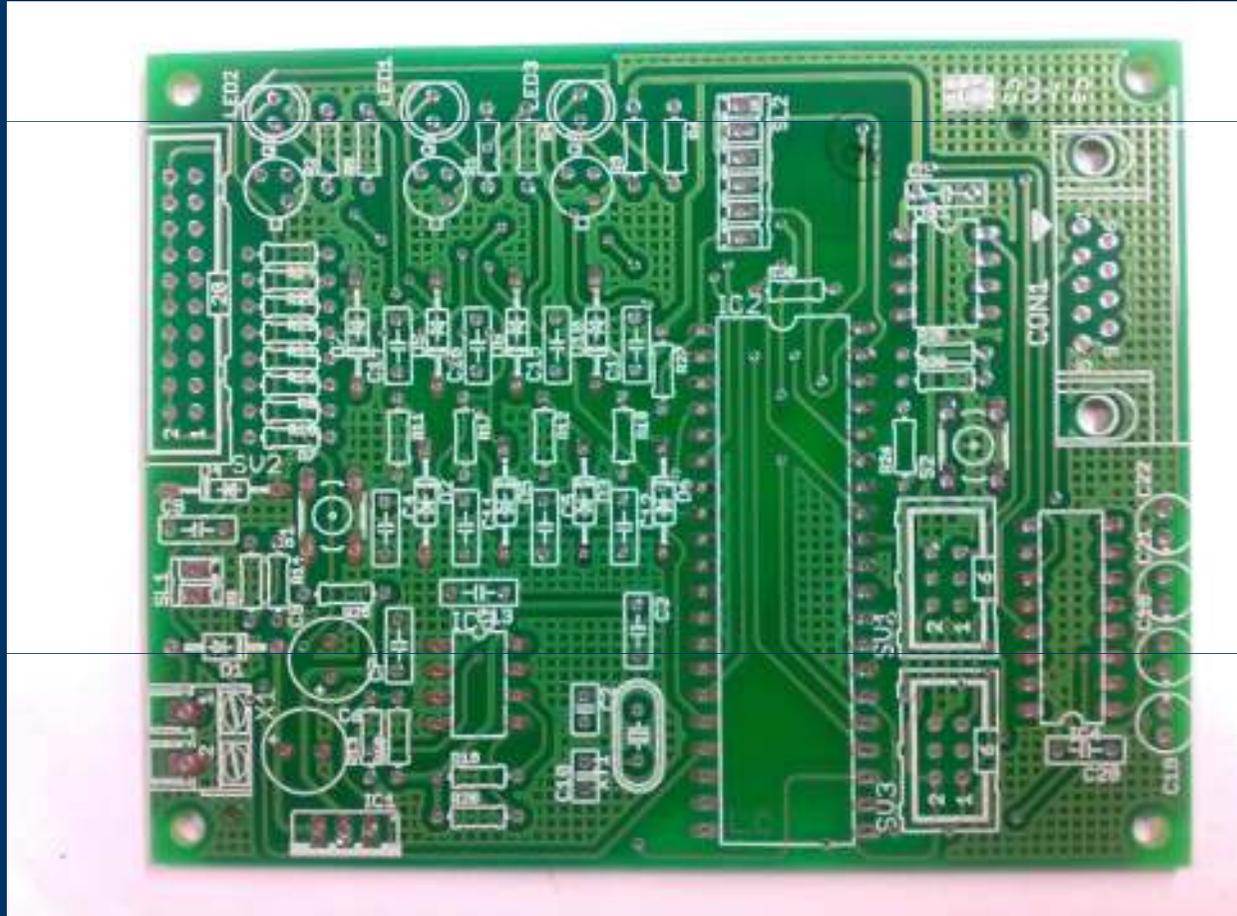
---

---

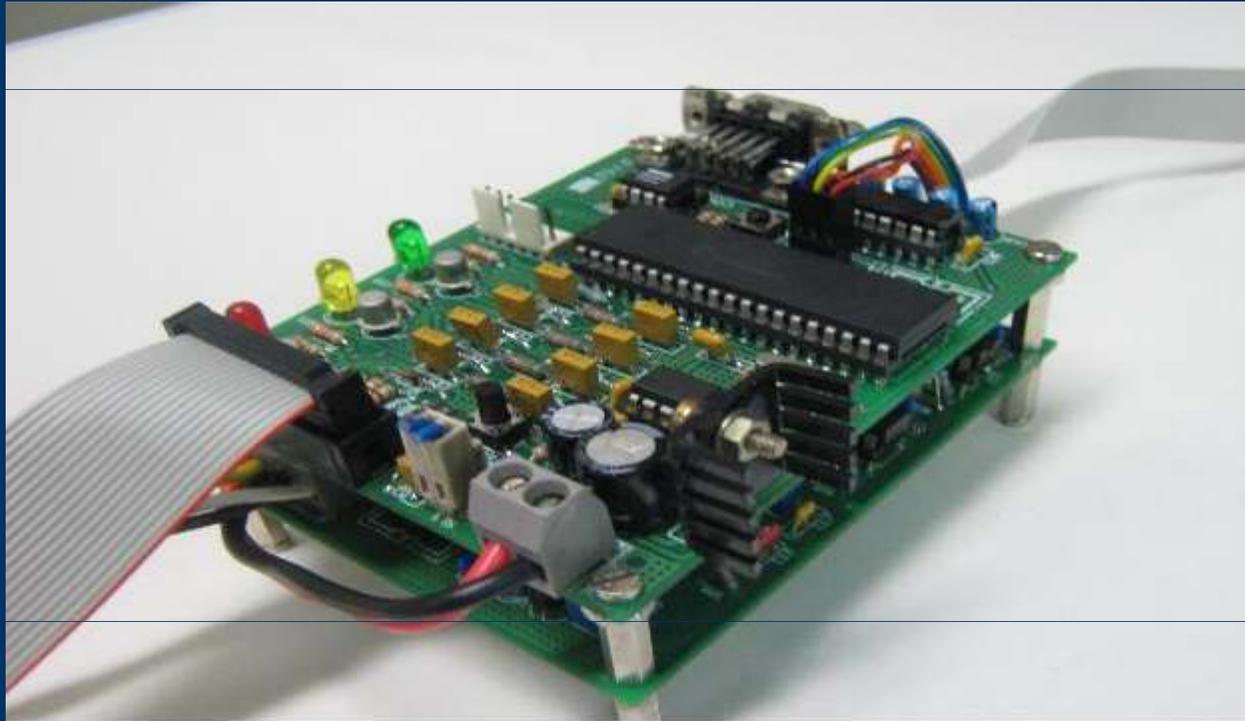
# *Módulo de Expansão de E / S*



# *Desenvolvimento PCI do módulo de expansão*



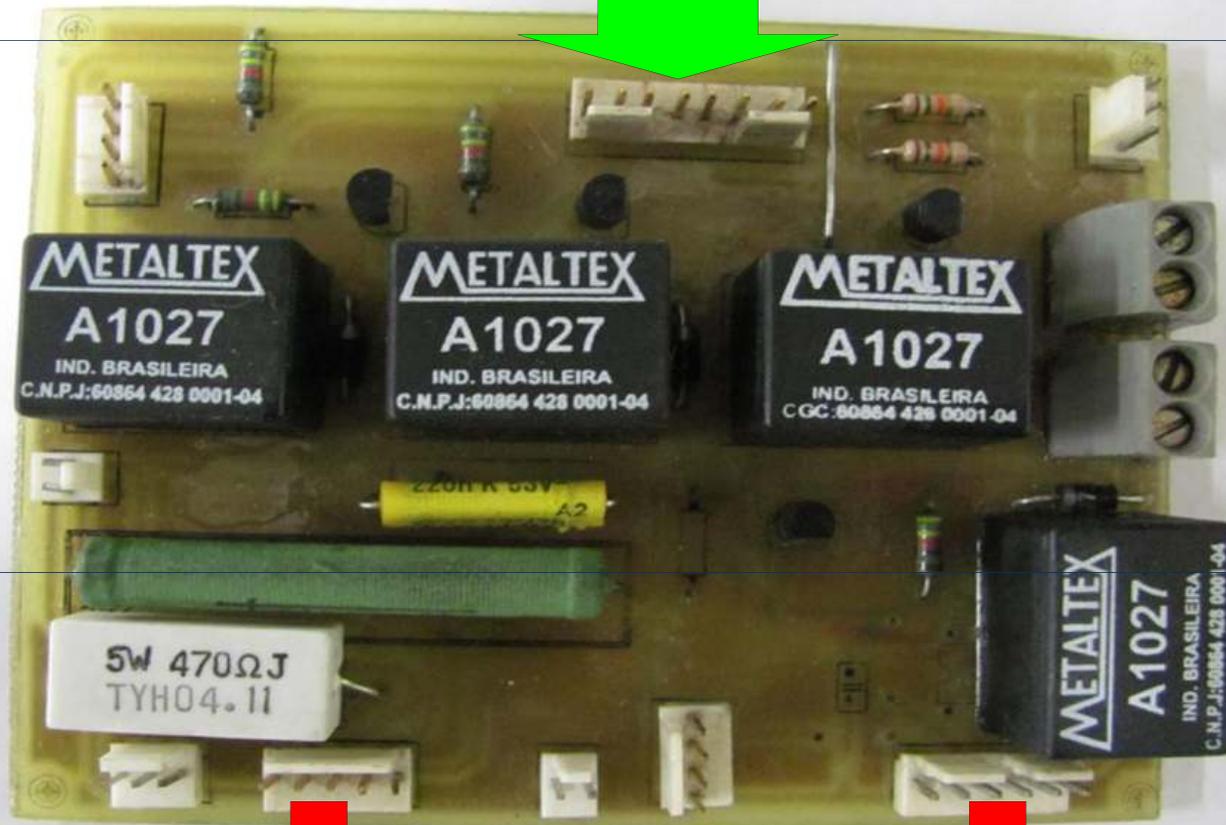
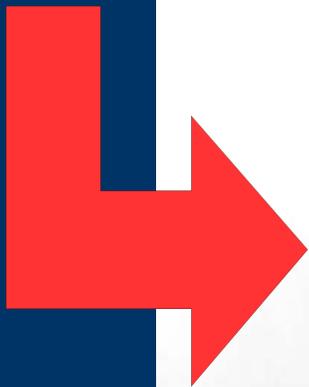
# *Módulo de expansão – Hardware*



# Interface

MÓDULO  
EXPANSÃO

72 VDC



72 VDC

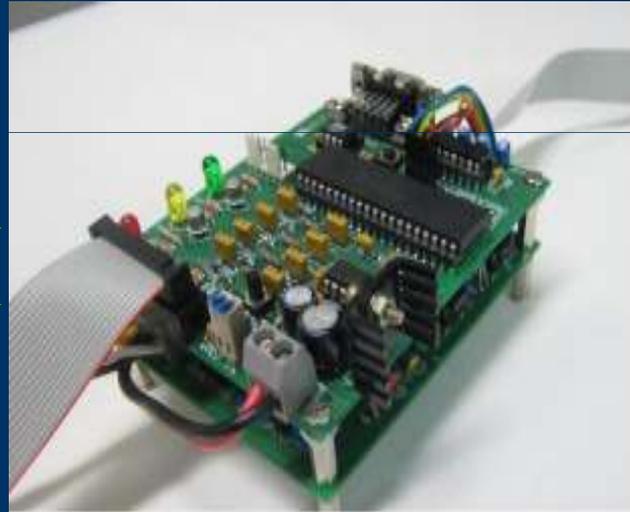
72 VDC

# Sistema:

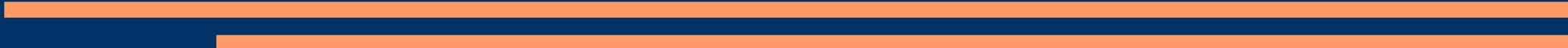
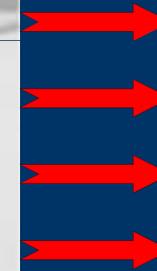
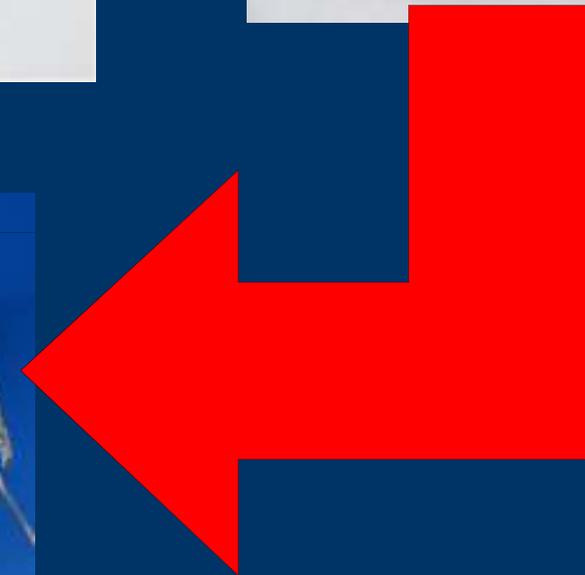
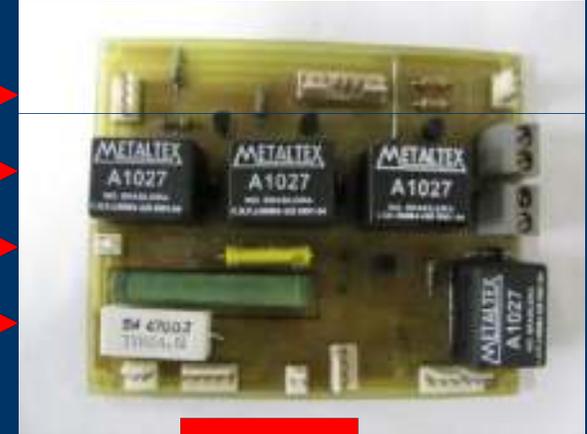
E.I.U



Módulo de Expansão de E/S



Interface



# ***Módulo de expansão – Software***

***Utilização de dois canais de I / O para***

***comunicação entre o E.I.U. e o  
módulo***

***de expansão de entradas e saídas.***

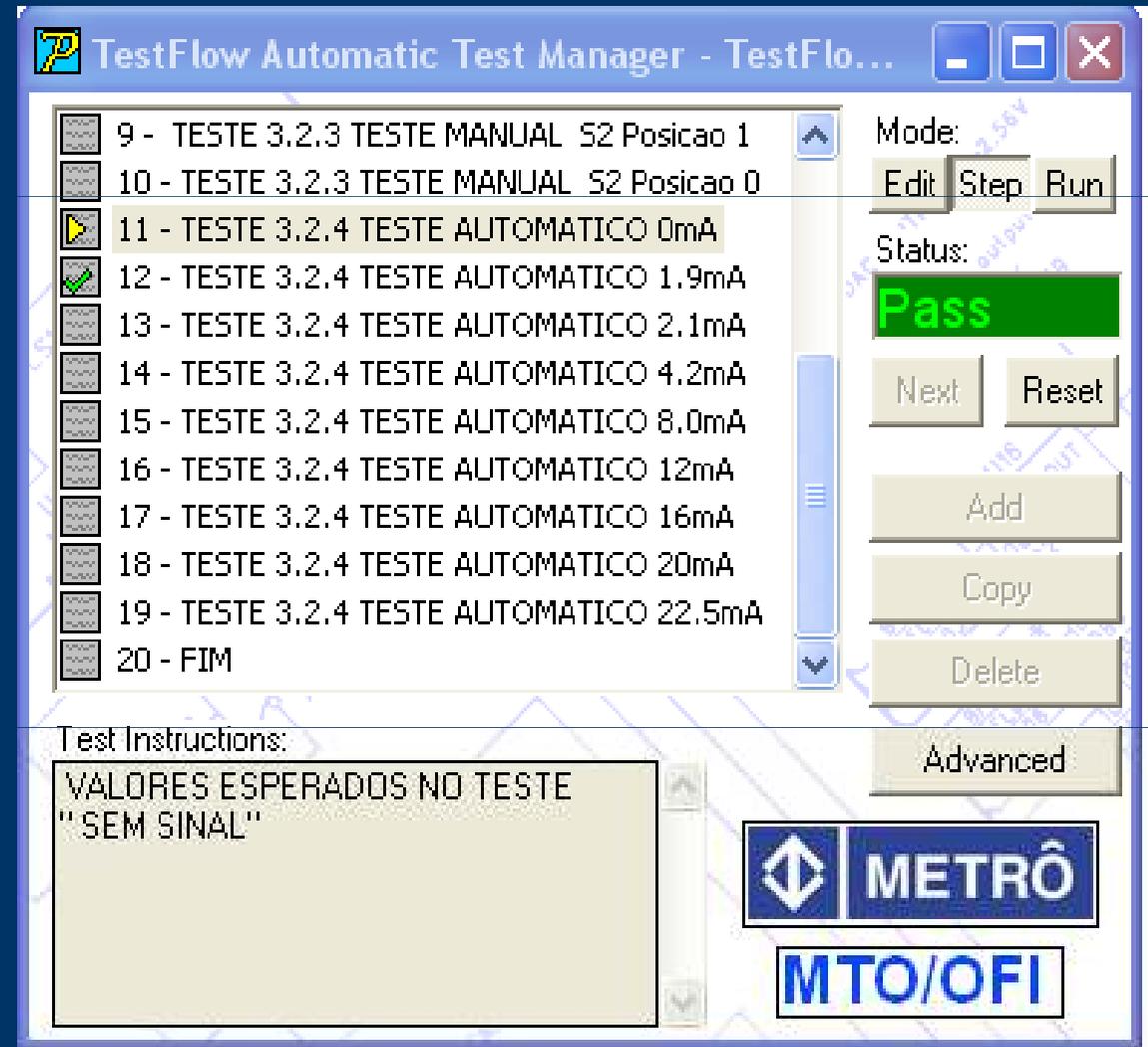
***O sistema disponibiliza 16 canais  
+ 2 canais já existentes no E.I.U.***

---

---

# Flow de Teste

*Sequência de testes  
executados pelo E.I.U.  
de forma automática*



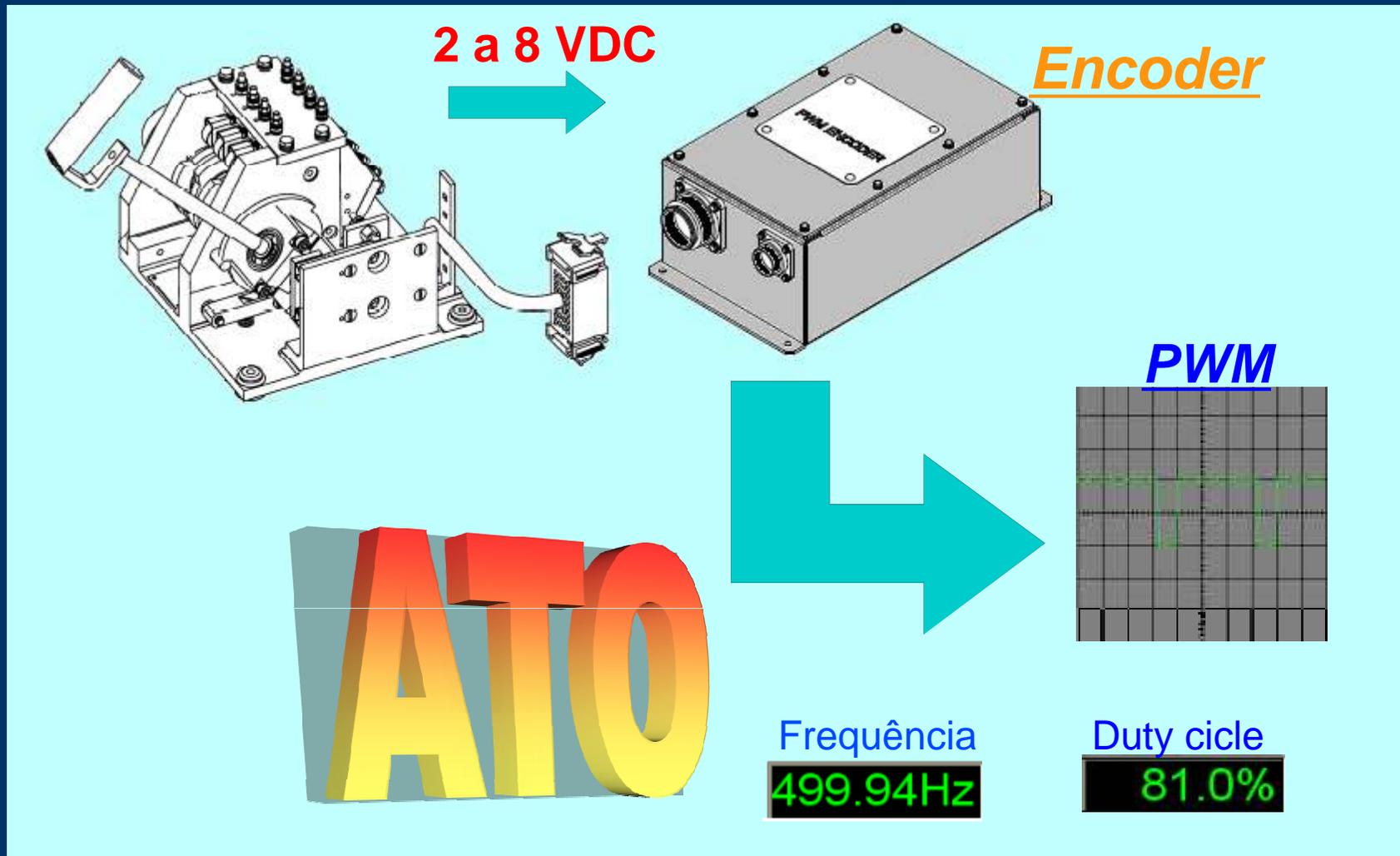
# Aplicação

*Desenvolvimento de um teste funcional automático utilizando o E.I.U. e o módulo de expansão de E / S, para o ENCODER do Trem da Frota G.*

---

---

# ENCODER



# ENCODER – Curva Modo Manual

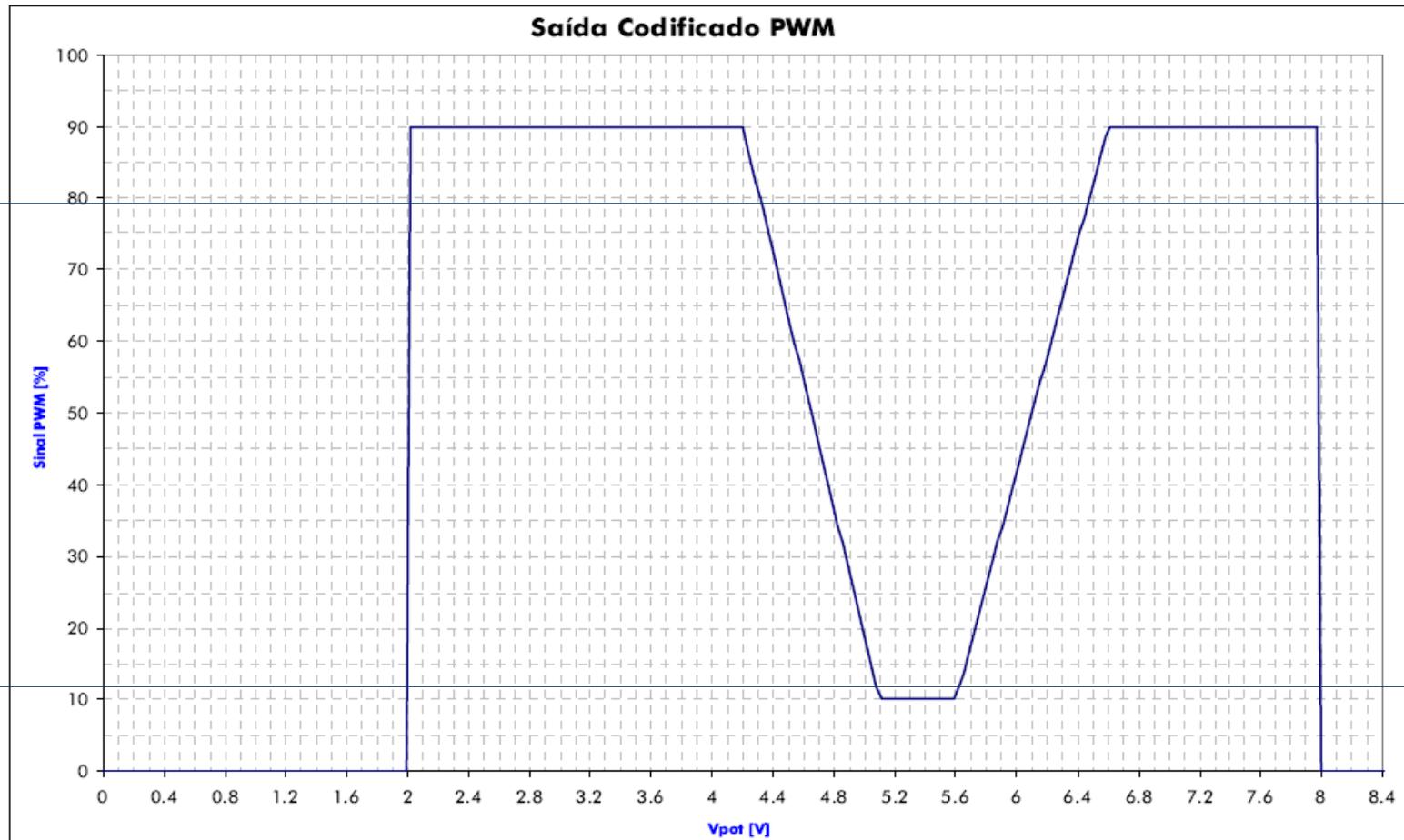


Figura 1 - Curva de Saída do Codificador PWM em função da tensão do potenciômetro

# ENCODER – Curva Modo ATO

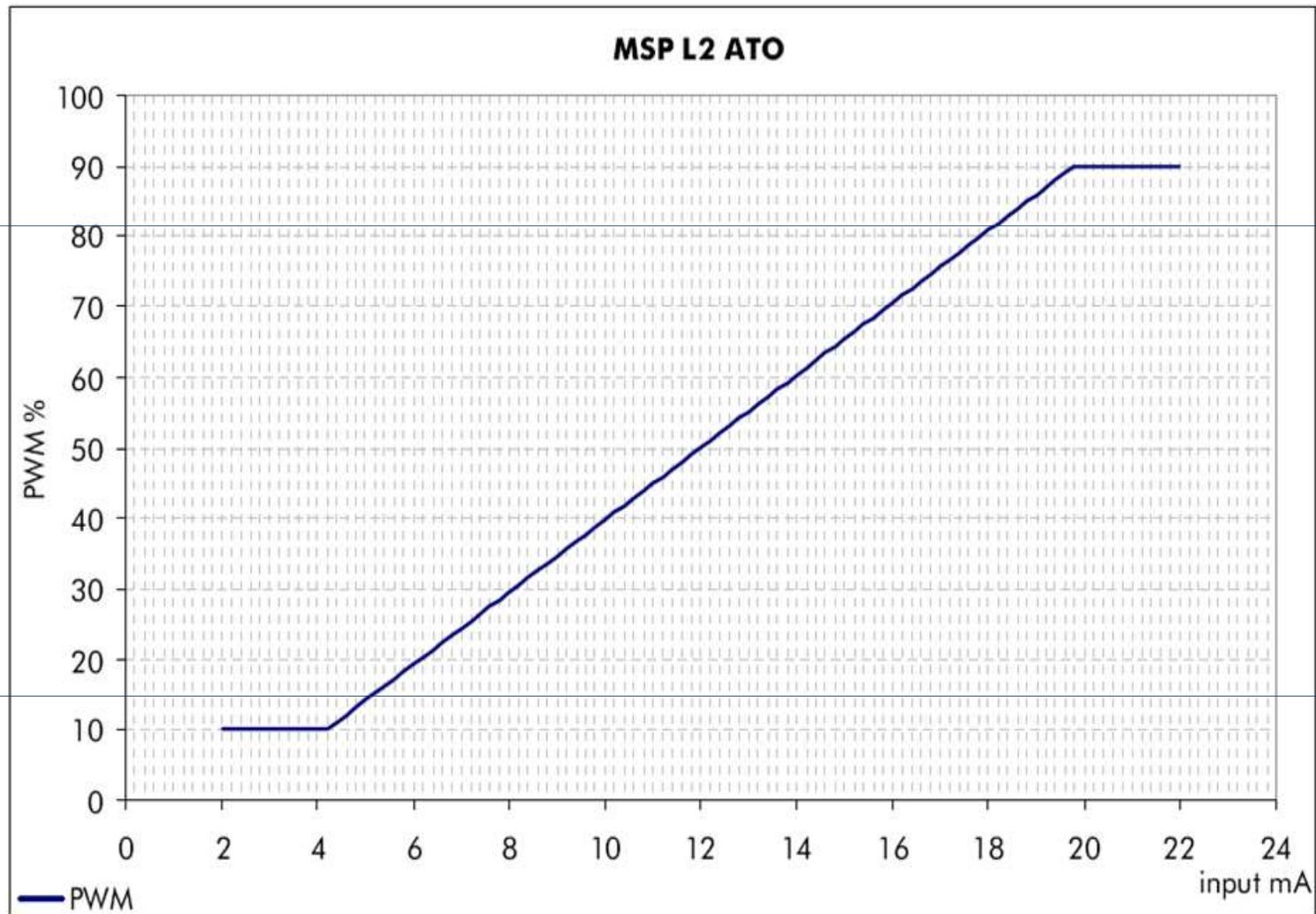


Figura 2 - Curva de Saída do Codificador PWM em função do sinal de comando do ATO

# Procedimento manual de teste

## 3.2.4 Teste do Funcionamento em Modo Automático (ATO)

Através das chaves S3 e S4, aplicar nível 1 em PL1/10 e nível 0 em PL1/11.

Ligar a fonte de alimentação PS2 e medir com o multímetro a corrente "A" em mA e a saída PWM com o osciloscópio entre os pontos (+)PL2/E e (-)PL2/F. Medir uma onda retangular:

Frequência de: 500Hz $\pm$ 25Hz

Tensão pico a pico: 24V $\pm$ 0,5Vpp.

Tempo de subida < 25ms.

Verificar que a taxa PWM (tempo on / período da forma de onda) varia de acordo corrente "A" no pino P, conforme a figura abaixo, seguindo a tabela abaixo para aplicar a corrente e fazer as medições:

# Procedimento manual de teste

## 3.2.4 Teste do Funcionamento em Modo Automático (ATO)

Através das chaves S3 e S4, aplicar nível 1 em PL1/10 e nível 0 em PL1/11.

Ligar a fonte de alimentação PS2 e medir com o multímetro a corrente "A" em mA e a saída PWM com o osciloscópio entre os pontos (+)PL2/E e (-)PL2/F. Medir uma onda retangular:

Frequência de: 500Hz $\pm$ 25Hz

Tensão pico a pico: 24V $\pm$ 0,5Vpp.

Tempo de subida < 25ms.

Verificar que a taxa PWM (tempo on / período da forma de onda) varia de acordo corrente "A" no pino P, conforme a figura abaixo, seguindo a tabela abaixo para aplicar a corrente e fazer as medições:

# Procedimento manual de teste

## 3.2.4 Teste do Funcionamento em Modo Automático (ATO)

Através das chaves S3 e S4, aplicar nível 1 em PL1/10 e nível 0 em PL1/11.

Ligar a fonte de alimentação PS2 e medir com o multímetro a corrente "A" em mA e a saída PWM com o osciloscópio entre os pontos (+)PL2/E e (-)PL2/F. Medir uma onda retangular:

Frequência de: 500Hz $\pm$ 25Hz

Tensão pico a pico: 24V $\pm$ 0,5Vpp.

Tempo de subida < 25ms.

Verificar que a taxa PWM (tempo on / período da forma de onda) varia de acordo corrente "A" no pino P, conforme a figura abaixo, seguindo a tabela abaixo para aplicar a corrente e fazer as medições:

# Procedimento manual de teste

## 3.2.4 Teste do Funcionamento em Modo Automático (ATO)

Através das chaves S3 e S4, aplicar nível 1 em PL1/10 e nível 0 em PL1/11.

Ligar a fonte de alimentação PS2 e medir com o multímetro a corrente "A" em mA e a saída PWM com o osciloscópio entre os pontos (+)PL2/E e (-)PL2/F. Medir uma onda retangular:

Frequência de: 500Hz $\pm$ 25Hz

Tensão pico a pico: 24V $\pm$ 0,5Vpp.

Tempo de subida < 25ms.

Verificar que a taxa PWM (tempo on / período da forma de onda) varia de acordo corrente "A" no pino P, conforme a figura abaixo, seguindo a tabela abaixo para aplicar a corrente e fazer as medições:

# Tela de Trabalho do E.I.U



1 -  
2 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 8  
3 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 7  
4 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 6  
5 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 5  
6 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 4  
7 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 3  
8 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 2  
9 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 1  
10 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 0  
11 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 0mA  
12 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 1.9mA

Mode: Edit Step Run  
Status: Pass  
View Reset  
Add Copy Delete  
Advanced

Test Instructions:  
VALORES ESPERADOS NO TESTE  
FREQUENCIA: 475 a 525 Hz  
AMPLITUDE: 3 a 5V  
DUTY CYCLE: 89 a 91%  
TEMPO DE SUBIDA < 25us  
LARGURA DEO PULSO: 1.75 a 1.85ms

METRÔ  
MTO/OFI

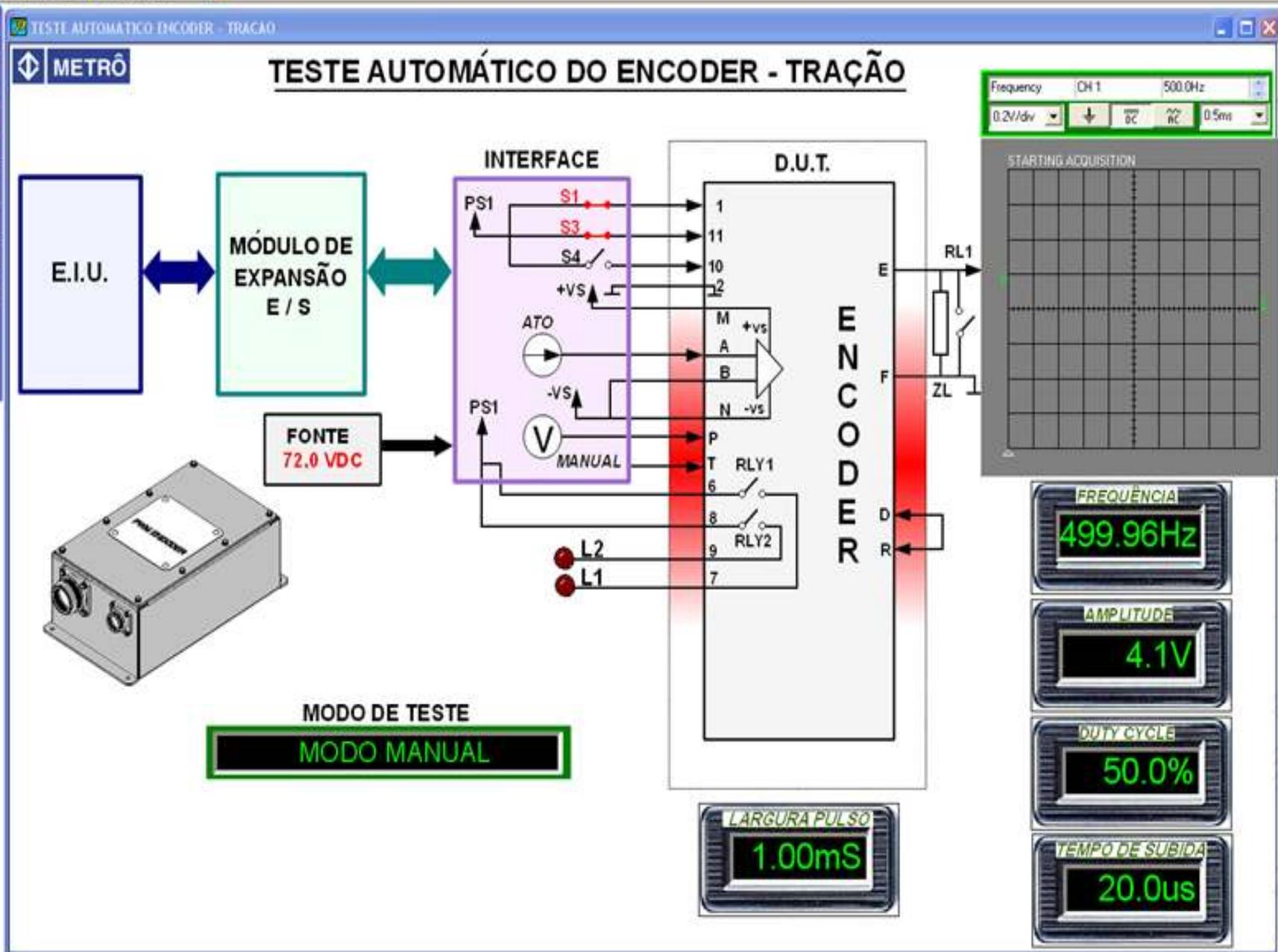
Power Supply

Negative supply  
-18.01V 0.01A  
Vout(M) 18.0 I(A) 0.50

Positive supply  
18.00V 0.00A  
Vout(M) 18.00 I(A) 0.50

Control  
Power  
Ajuste a Fonte para +/- 18VDC

Universal VO



TestFlow Automatic Test Manager - TestFlo...

- 9 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 1
- 10 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 0
- 11 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 0mA
- 12 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 1.9mA
- 13 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 2.1mA
- 14 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 4.2mA
- 15 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 8.0mA
- 16 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 12mA
- 17 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 16mA
- 18 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 20mA
- 19 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 22.5mA
- 20 - FIM

Mode: Edit Step Run  
Status: **Pass**  
Next Reset  
Add Copy Delete  
Advanced

Test Instructions:  
VALORES ESPERADOS NO TESTE "SEM SINAL"

**METRÔ**  
MTO/OFI

TFL

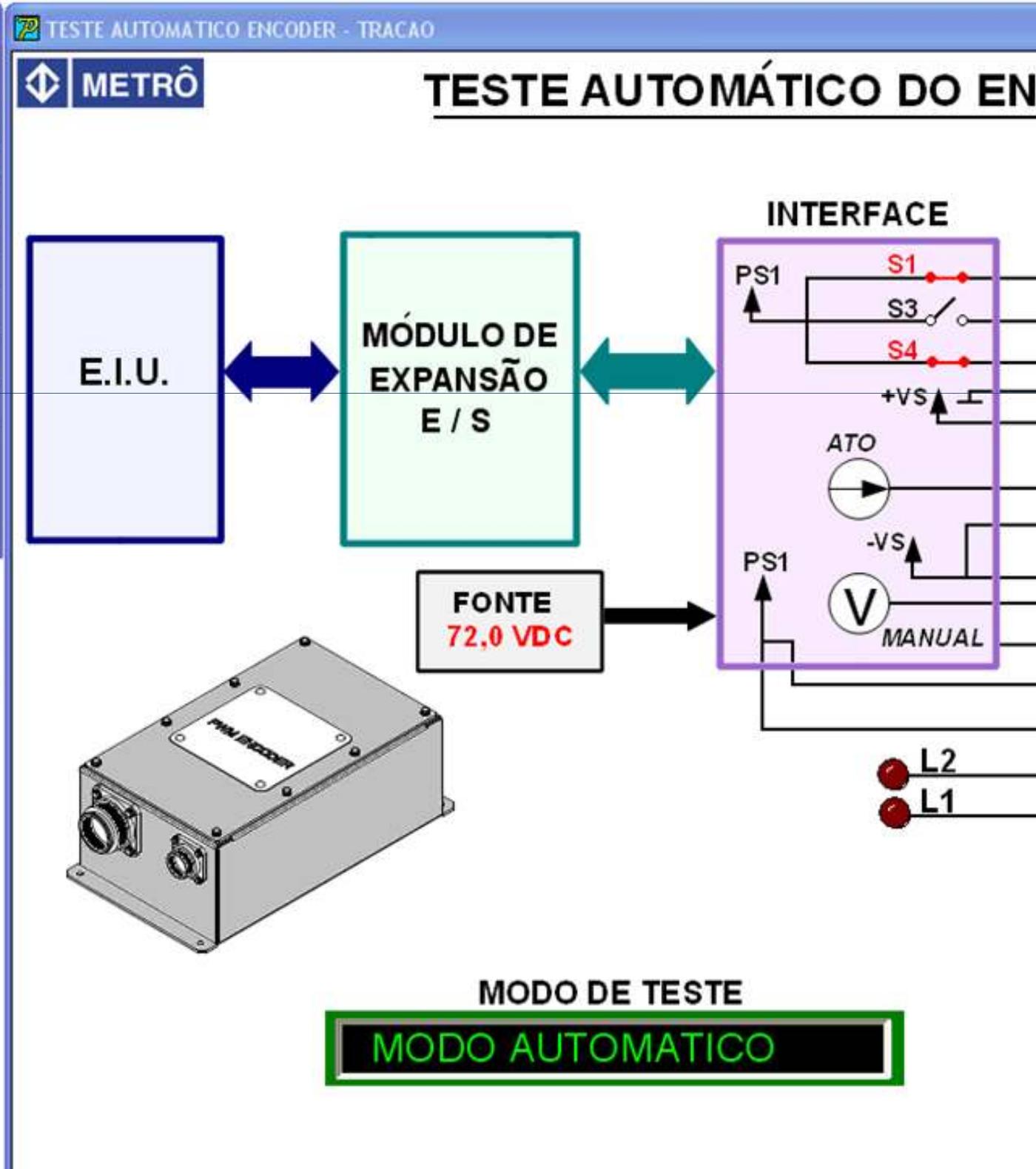
Power Supply

Negative supply  
-18.02V 0.00A  
Vout (V) -18.0 (A) 0.50

Positive supply  
18.01V 0.00A  
Vout (V) 18.00 (A) 0.50

Control  
Power  
Ajuste a Fonte para +/- 18VDC

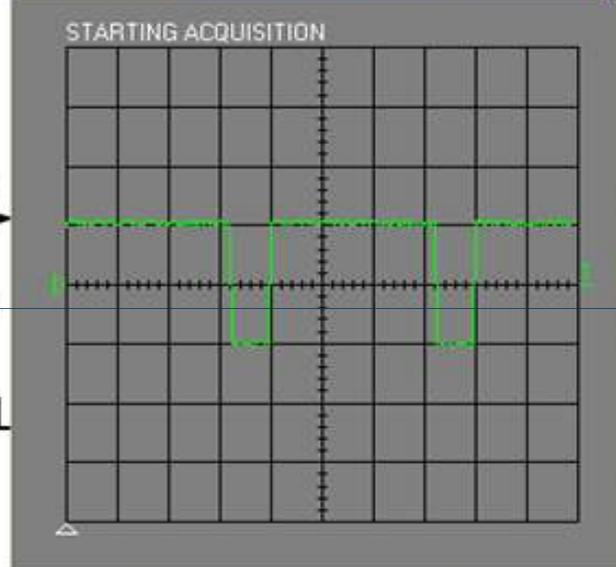
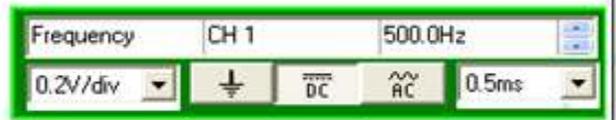
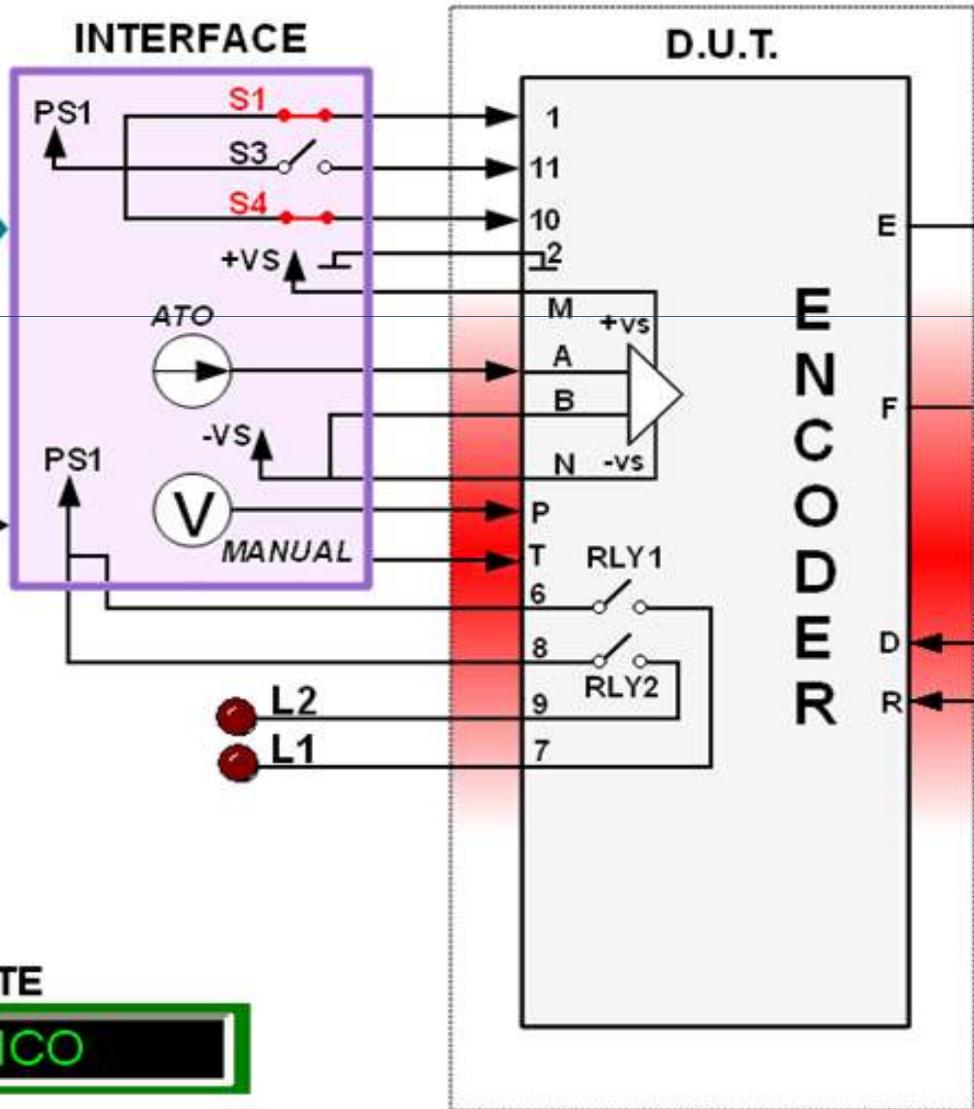
Universal I/O



# TESTE AUTOMÁTICO DO ENCODER - TRAÇÃO

MÓDULO DE EXPANSÃO E / S

FONTE 72.0 VDC



MODO DE TESTE

MODO AUTOMATICO

FREQUÊNCIA  
499.94Hz

AMPLITUDE  
4.2V

DUTY CYCLE  
81.0%

TEMPO DE SUBIDA  
20.0us

LARGURA PULSO  
1.62mS

# Teste OK

TestFlow Automatic Test Manager - TestFlo...

- 1 -
- 2 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 8
- 3 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 7
- 4 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 6
- 5 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 5
- 6 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 4
- 7 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 3
- 8 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 2
- 9 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 1
- 10 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 0
- 11 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 0mA
- 12 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 1.9mA

Mode: Edit Step Run  
Status: **Pass**  
Next Reset  
Add  
Copy  
Delete  
Advanced

Test Instructions:  
VALORES ESPERADOS NO TESTE  
FREQUENCIA: 475 a 525 Hz  
AMPLITUDE: 3 a 5V  
DUTY CYCLE: 49 a 51%  
TEMPO DE SUBIDA < 25uS  
LARGURA DEO PULSO: 0.95 a 1.05mS

**METRÔ**  
**MTO/OFI**

TFL 0...

Power Supply

Negative supply  
**-18.00V** **0.00A**  
Vout (V) -18.0 (A) 0.50

Positive supply  
**18.01V** **0.00A**  
Vout (V) 18.00 (A) 0.50

Control  
Power  
Ajuste a Fonte para +/- 18VDC

TESTE AUTOMATICO ENCODER - TRACAO

## METRÔ

## TESTE AUTOMÁTICO DO EN

E.I.U.

MÓDULO DE EXPANSÃO E / S

INTERFACE

PS1 S1 S3 S4 +VS ATO -VS V MANUAL

FONTE 72,0 VDC

L2 L1

MODO DE TESTE

**TESTE SEM FALHAS**

# Teste com Falha

TestFlow Automatic Test Manager - TestFlo...

- 1 -
- 2 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 8
- 3 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 7
- 4 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 6
- 5 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 5
- 6 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 4
- 7 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 3
- 8 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 2
- 9 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 1
- 10 - TESTE 3.2.3 TESTE MANUAL S2 Posicao 0
- 11 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 0mA
- 12 - TESTE 3.2.4 TESTE AUTOMATICO 1.9mA

Mode: Edit Step Run

Status: **Fail**

Next Reset

Add Copy Delete Advanced

Test Instructions:  
VALORES ESPERADOS NO TESTE  
FREQUENCIA: 475 a 525 Hz  
AMPLITUDE: 3 a 5V  
DUTY CYCLE: 9 a 11%  
TEMPO DE SUBIDA < 25µs  
LARGURA DEO PULSO: 0.15 a 0.25µs

METRÔ

MTO/OFI

TFL

Power Supply

Negative supply

**-18.01V** **0.00A**

Vout (V) -18.0 (A) 0.50

Positive supply

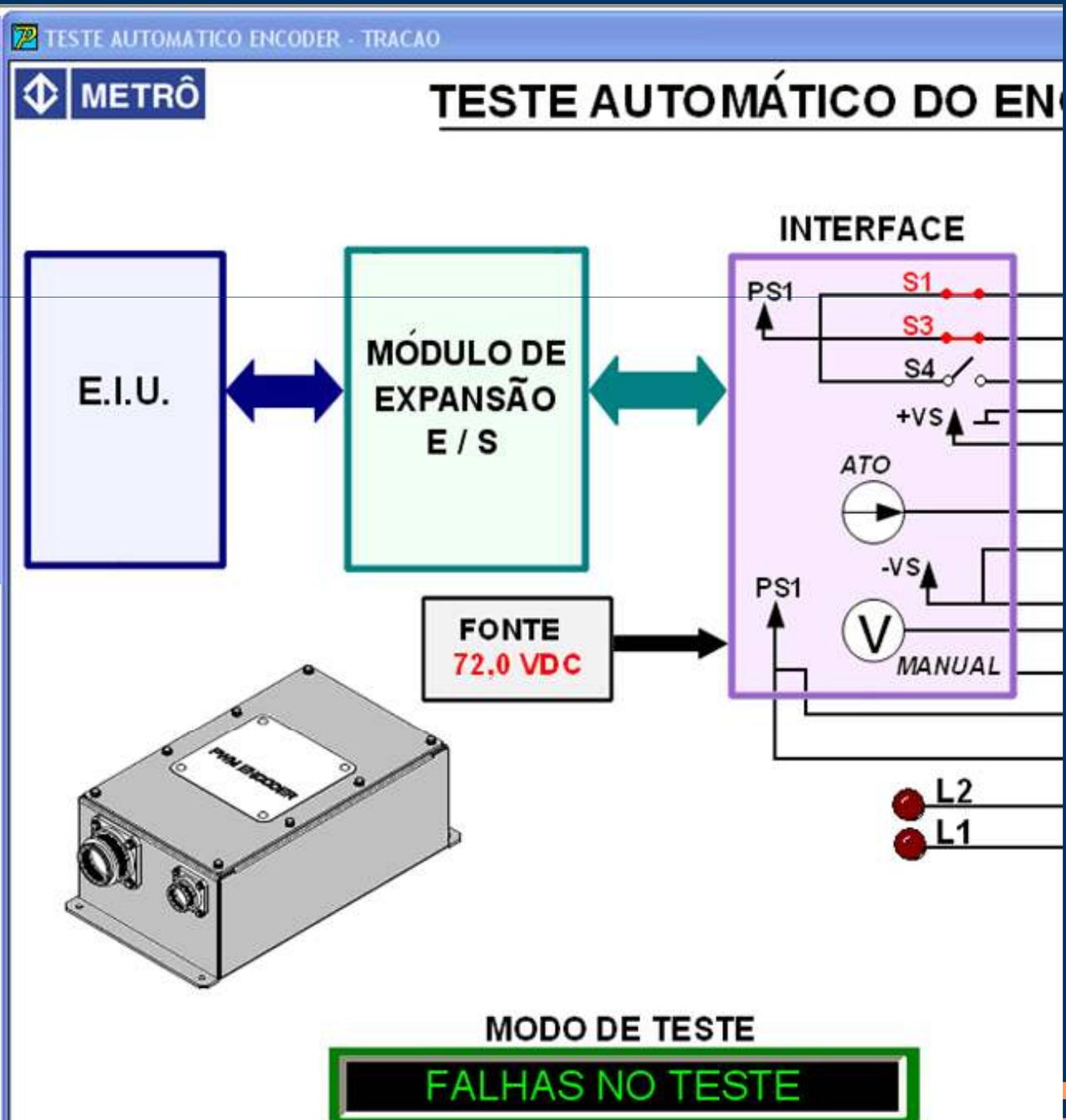
**18.00V** **0.00A**

Vout (V) 18.00 (A) 0.50

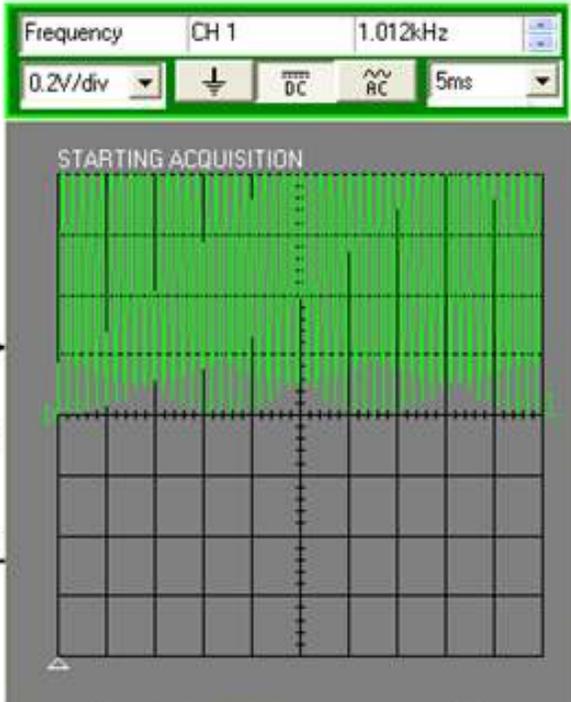
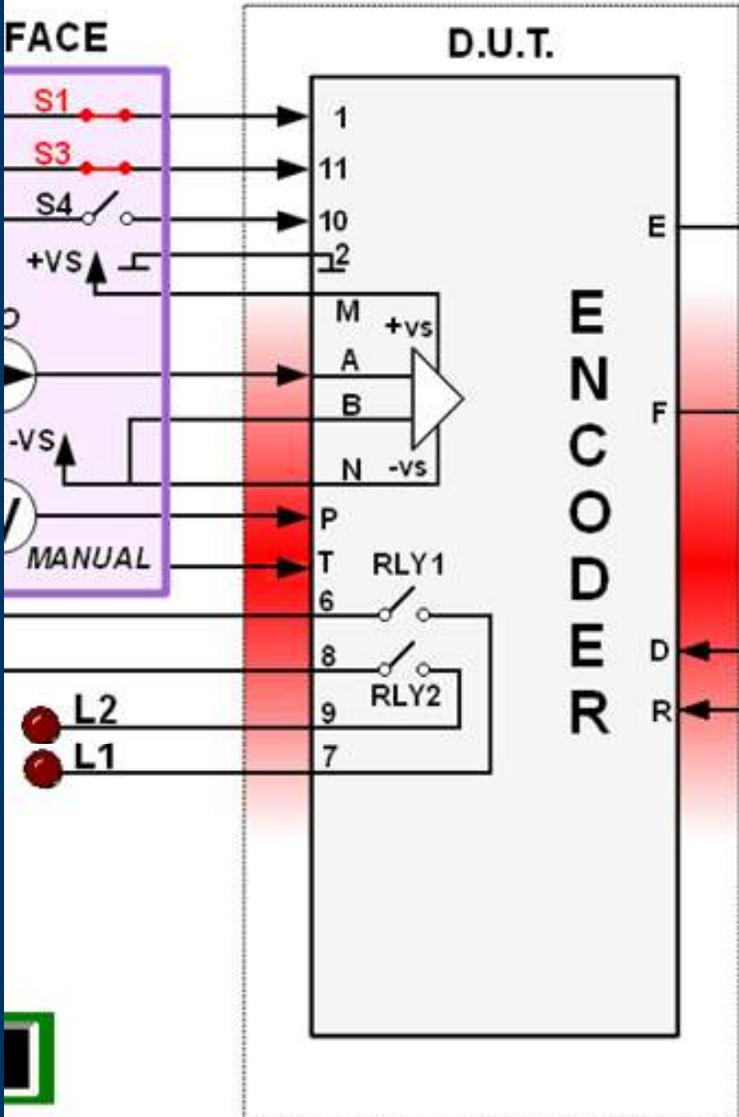
Control

Power

Ajuste a Fonte para +/- 18VDC



# DO ENCODER - TRAÇÃO



```
// TESTE MANUAL S2 NA POSICAO 8
//Bloqueando inicialmente as gravacoes
DISPLAY " MODO MANUAL "
UIO_DCH1_STATE = 0
UIO_DCH1_DIRECTION = 0

// Enviando as tensoes de S1, S3, S4 e PL2
//S1 = -12V
UIO_ACH1_VALUE_OUT = 12*0.5
UIO_ACH2_VALUE_OUT = 0.2
UIO_DCH1_DIRECTION = 1
UIO_DCH1_STATE = 1
PAUSE 100
UIO_DCH1_STATE = 0
```

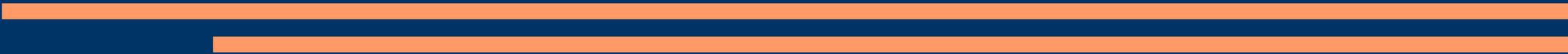
```
//Medindo a Amplitude do sinal
//USE FC CALCULATOR segunda tela
x=1
while x <2000
(
h= 10*dso_ch1_amplitude
```

```
//Ajustando o timebase do osciloscopio
//DSO CALCULATOR 2 TELA 3
x=1
dso_timebase_index =5
pause 500
while x<2000
(
k= fc_ch2
```

```
//Medindo o Duty Cycle
// DSO CALCULATOR 1 QUARTA TELA
x=1
while x < 2000
(
k= dso_ch1_duty_cycle
```

```
//Medindo o tempo de subida
//DSO CALCULATOR 1 TELA 5
```

# Relatórios dos Testes Executados



**METRÔ****TESTE COM S2 NA POSICAO 6****MTO/OFI**

DATA

03/08/10

Horario

15:34:17

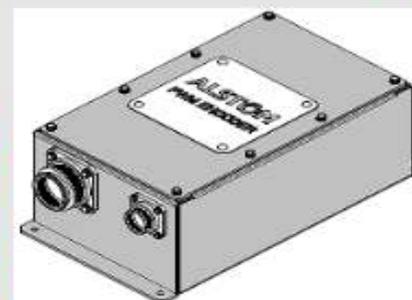
Responsavel

RG 21041-6

Nº	FREQUENCIA	Hz	AMPLITUDE	V	DUTY CYCLE	%	TEMPO DE SUBIDA	uS	LARGURA DE PULSO	uS
	475 < F < 525		2 < A < 6		89 < D < 91		TS < 25		1.75 < LP < 1.85	
1	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
2	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
3	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
4	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
5	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
6	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
7	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
8	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
9	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
10	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
11	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
12	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
13	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
14	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
15	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
16	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
17	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
18	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
19	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
20	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
21	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
22	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
23	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
24	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
25	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
26	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
27	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
28	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS

## ENCODER

NUMERO DE FALHAS DE FREQUENCIA =	0
NUMERO DE FALHAS DE AMPLITUDE =	0
NUMERO DE FALHAS DE DUTY CYCLE =	0
NUMERO DE FALHAS DE TEMPO DE SUBIDA =	0
NUMERO DE FALHAS DE LARGURA DE PULSO =	0
NUMERO TOTAL DE FALHAS =	0



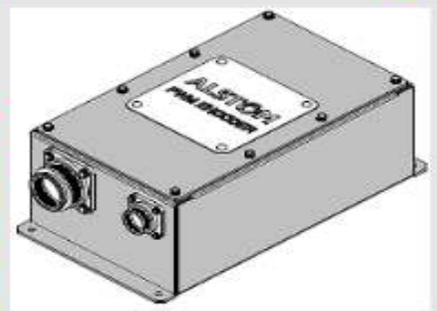
**METRÔ** **TESTE COM S2 NA POSICAO 6** **MTO/OFI**

**DATA** **Horario** **Responsavel**  
**03/08/10** **15:44:14** **RG 21041-6**

Nº	FREQUENCIA	Hz	AMPLITUDE	V	DUTY CYCLE	%	TEMPO DE SUBIDA	uS	LARGURA DE PULSO	uS
	475 < F < 525		2 < A < 6		89 < D < 91		TS < 25		1.75 < LP < 1.85	
1	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
2	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
3	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
4	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
5	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
6	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
7	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
8	500.08	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
9	500.08	Hz	5.12	V	87	%	20	uS	1.8	uS
10	500.08	Hz	5.12	V	83	%	20	uS	1.8	uS
11	500.08	Hz	5.12	V	81	%	20	uS	1.8	uS
12	500.08	Hz	5.12	V	85	%	20	uS	1.8	uS
13	500.08	Hz	5.12	V	85	%	20	uS	1.8	uS
14	500.08	Hz	5.12	V	80	%	20	uS	1.8	uS
15	500.08	Hz	5.12	V	88	%	20	uS	1.8	uS
16	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
17	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
18	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
19	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS
20	500.07	Hz	5.12	V	90	%	20	uS	1.8	uS

# ENCODER

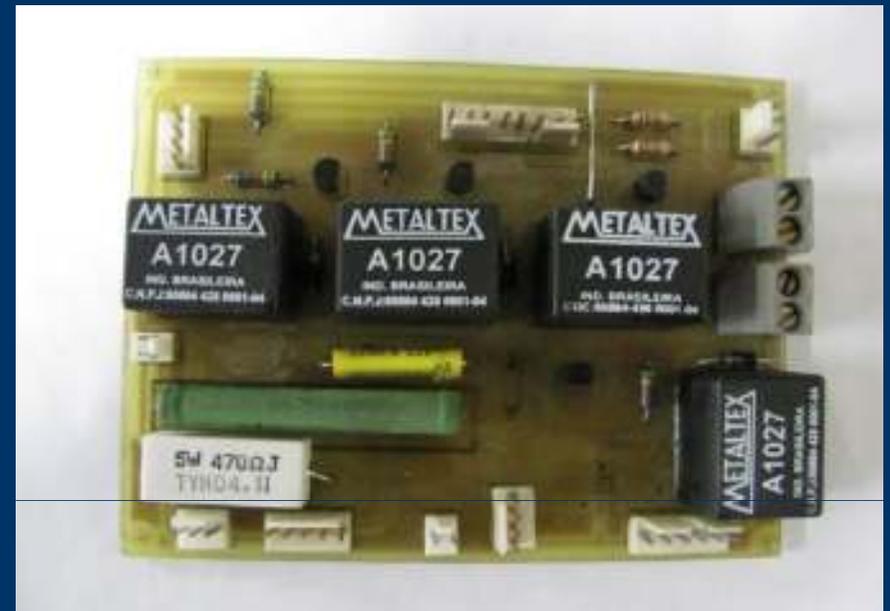
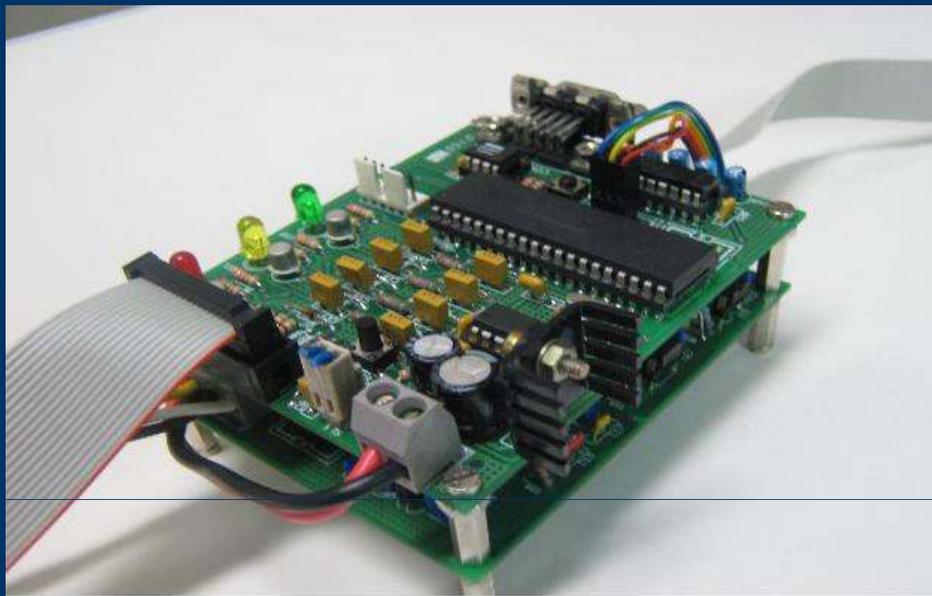
NUMERO DE FALHAS DE FREQUENCIA =	7
NUMERO DE FALHAS DE AMPLITUDE =	0
NUMERO DE FALHAS DE DUTY CYCLE =	0
NUMERO DE FALHAS DE TEMPO DE SUBIDA =	0
NUMERO DE FALHAS DE LARGURA DE PULSO =	0
NUMERO TOTAL DE FALHAS =	0



# Resultados Obtidos

- *Desenvolvimento de uma jiga de teste funcional automática para teste do módulo ENCODER.*
- *Geração automática de relatórios para banco de dados e rastreabilidade.*

- Utilização do mesmo hardware (placa de expansão E / S), para testes funcionais em diversos módulos.



# Resultados Obtidos

- *Facilidade na adequação do software para desenvolvimento de novas jigas de teste.*
  - *Permitir a simulação automática de testes, incluindo até 16 variáveis analógicas de entrada.*
  - *Possibilidade de executar teste de repetibilidade (burn-in) para identificação e reparo em falhas intermitentes .*
- 
-

***Constantinos Dias Theodoridis***  
[constantinos@metrosp.com.br](mailto:constantinos@metrosp.com.br)

***Fernando Gabriel Belchior Amaral***  
[fernando\\_amaral@metrosp.com.br](mailto:fernando_amaral@metrosp.com.br)

***Luiz Carlos de Figueiredo***  
[lfigueiredo@metrosp.com.br](mailto:lfigueiredo@metrosp.com.br)

---

***Paulo Sérgio Siqueira de***