



ENTRAN® – INDÚSTRIA E COMÉRCIO  
DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS  
LTDA.

ECF10 - Manual do Usuário

Última Modificação: 28/1/2015

## **ATENÇÃO**

Ler o manual antes de usar o aparelho.

Este manual não substitui a norma vigente para o ensaio. Antes de qualquer operação com o ECF10 a norma deve ser lida e compreendida. O procedimento correto de ensaio é de responsabilidade do operador do ECF10, cuja função é auxiliar o operador durante os testes. A Entran não se responsabiliza por qualquer tipo de erro cometido no procedimento dos ensaios realizados com o ECF10.

Durante o teste de corrente de fuga é necessário isolar o equipamento sob teste (EST). Caso o isolamento não for feito ou for mal feito, uma corrente excessiva pode circular, danificando o ECF10. Certifique-se de no momento do teste o equipamento sob teste não está em contato com superfícies condutoras.

### **Segurança de operação**

As seguintes recomendações devem ser levadas em conta para evitar acidentes.

Antes de utilizar o ECF10, o operador deve entender de forma plena o teste de corrente de fuga de acordo com a norma segundo a qual os testes serão realizados.

O ECF10 é um aparelho para ensaios e não deve ser usado na operação contínua do equipamento.

Para certos testes é necessário desconectar o aterramento de segurança do equipamento sob teste do aterramento da rede elétrica (chave “C3” aberta). Essa ocasião apresenta um risco potencial de choque elétrico. Não tocar no aparelho enquanto a chave “C3” estiver aberta.

O borne “B5” fornece uma tensão com o valor de 110% da tensão de rede, essa tensão é potencialmente perigosa e nunca o operador deve entrar em contato direto com a mesma. Ao utilizar esse recurso, é necessário ter certeza de estar seguindo corretamente a norma.

## Conteúdo

1. Especificações .....	4
2. Corrente de fuga .....	5
3. ECF10.....	8
4. Início.....	10
5. Operação.....	13
6. Testes NBR IEC 6060-1 .....	15
7. Manutenção .....	20
8. Suporte Técnico.....	21
Apêndice A.....	22
Apêndice B.....	24

## 1. Especificações

### Elétricas:

Tensão de alimentação	220V AC, 60Hz
Potência máxima (ECF10)	30W
Fusível de alimentação do ECF10	2A
Corrente máxima do equipamento sob teste	10A
Fusível de saída para equipamento sob teste	10A
Tomada de alimentação para equipamento sob teste no padrão NBR 14136.	

### Mecânicas:

Dimensões	110x220x240 mm
Peso	2,1kg

### Instrumentos:

Amperímetro (medida da corrente de fuga CA+CC RMS):		
Faixa	Resolução	Precisão*
0,01mA à 0,5mA	0,5uA	±5% ±5µA
0,5mA à 5mA**	10uA	±10% ±50µA
Vôltímetro (medida da tensão de alimentação):		
Faixa	Resolução	Precisão
100V AC à 350V AC	1V	5%+10V
Dispositivo de medida (DM) - Modelo de corpo humano:		
1kΩ ±1% // (10kΩ ±5% + 0,015uF ±5%) – Recomendado pela NBR IEC 60601-1		

### Interface:

Display LCD 2 linhas x 16 colunas
-----------------------------------

### Acessórios:

3 Cabos banana-jacaré vermelhos
1 Cabo banana-banana vermelho

\* - Para obter-se uma maior precisão e diferentes faixas de leitura, é possível fazer as medidas através de um voltímetro externo.

\*\* - Valores de 5mA a 10mA podem ser lidos por um voltímetro externo. A corrente não deve ultrapassar 10mA RMS sob risco de danificar o ECF10.

## 2. Corrente de fuga

O ECF10 é um equipamento para a realização de testes de correntes de fuga segundo a norma NBR IEC 60601-1:1994 - Equipamento eletromédico - Parte 1: Prescrições gerais para segurança.

A corrente de fuga em um equipamento elétrico é uma corrente não funcional que provém normalmente de um isolamento impróprio e acaba fluindo para o aterramento de segurança, gabinete ou parte aplicadas do equipamento. Se a corrente de fuga fluir por uma parte do equipamento não aterrada, ou aterrada imprópriamente, ela pode passar pelo corpo de uma pessoa que eventualmente toque nesse equipamento, caso esse que constitui um choque elétrico.

A medição da corrente de fuga se faz colocando-se um dispositivo com resistência semelhante à do corpo humano no caminho da corrente. Para os ensaios, os piores casos são simulados, como: tensão de alimentação acima do valor nominal, interrupção de uma fase e interrupção do aterramento de proteção. Todas essas ocasiões podem ser criadas com o auxílio do ECF10.

A norma NBR IEC 60601-1 classifica a corrente de fuga em quatro tipos diferentes, cada um descrito abaixo:

### Corrente de fuga para o terra

Corrente que, ao atravessar ou contornar o isolante circula da parte a ser ligada à rede para o condutor de aterramento para proteção.

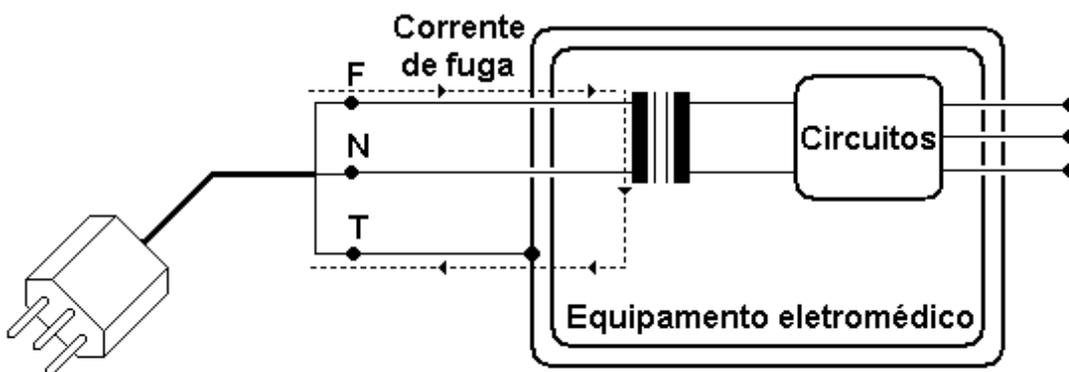


Figura 1 - Corrente de fuga para o terra.

### Correntes de fuga através do gabinete

Corrente que circula através do gabinete ou de suas partes, excluindo-se partes aplicadas, acessíveis em utilização normal ao operador ou ao paciente, que passa através de uma ligação condutiva externa, diversa do condutor de aterramento para proteção, e através do terra ou de outra parte integrante do gabinete.

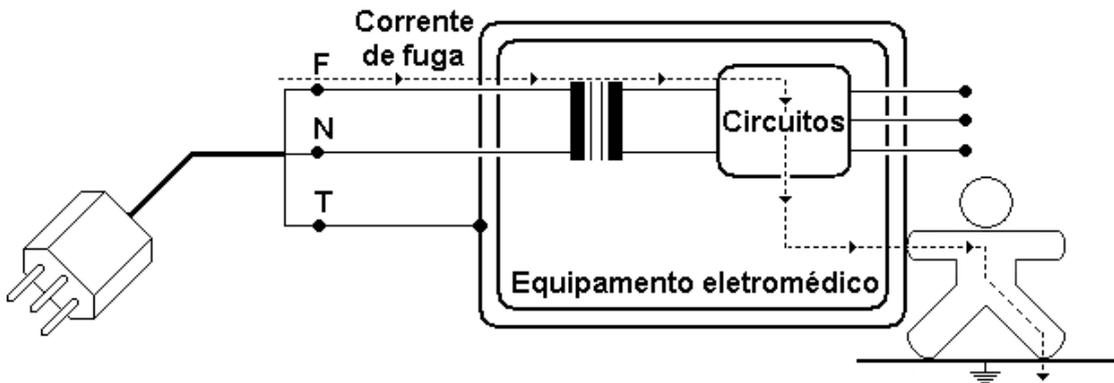


Figura 2 - Corrente de fuga pelo gabinete.

### Corrente de fuga através do paciente

Corrente que circula da parte aplicada, através do paciente, para o terra, ou passando do paciente para o terra, através de uma parte aplicada de tipo f, e devido ao aparecimento indesejado, no paciente, de uma tensão proveniente de fonte externa.

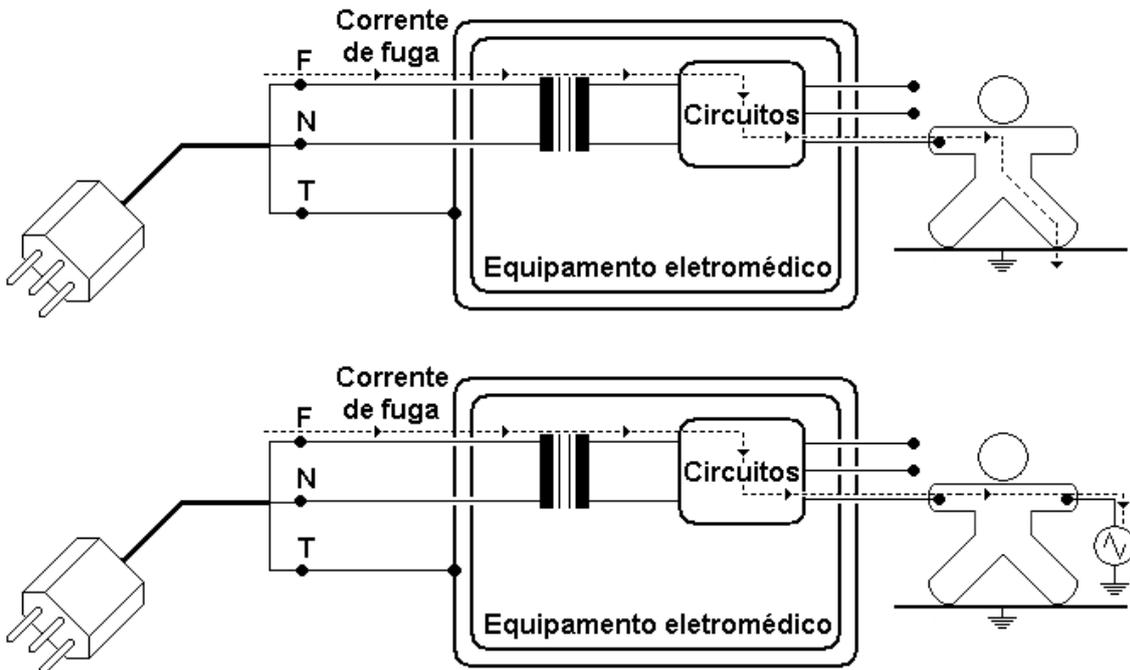


Figura 3 - Corrente de fuga pelo paciente.

### Corrente auxiliar através do paciente

Corrente que circula através do paciente, em utilização normal, entre elementos da parte aplicada, e que não é destinada a produzir um efeito fisiológico, por exemplo: corrente de polarização de um amplificador ou corrente utilizada em pletismografia por medição de impedância.

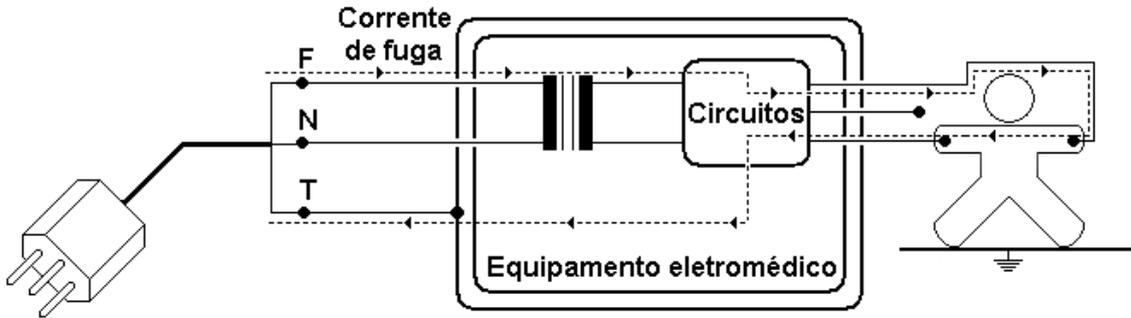


Figura 4 - Corrente auxiliar através do paciente.

### 3. ECF10

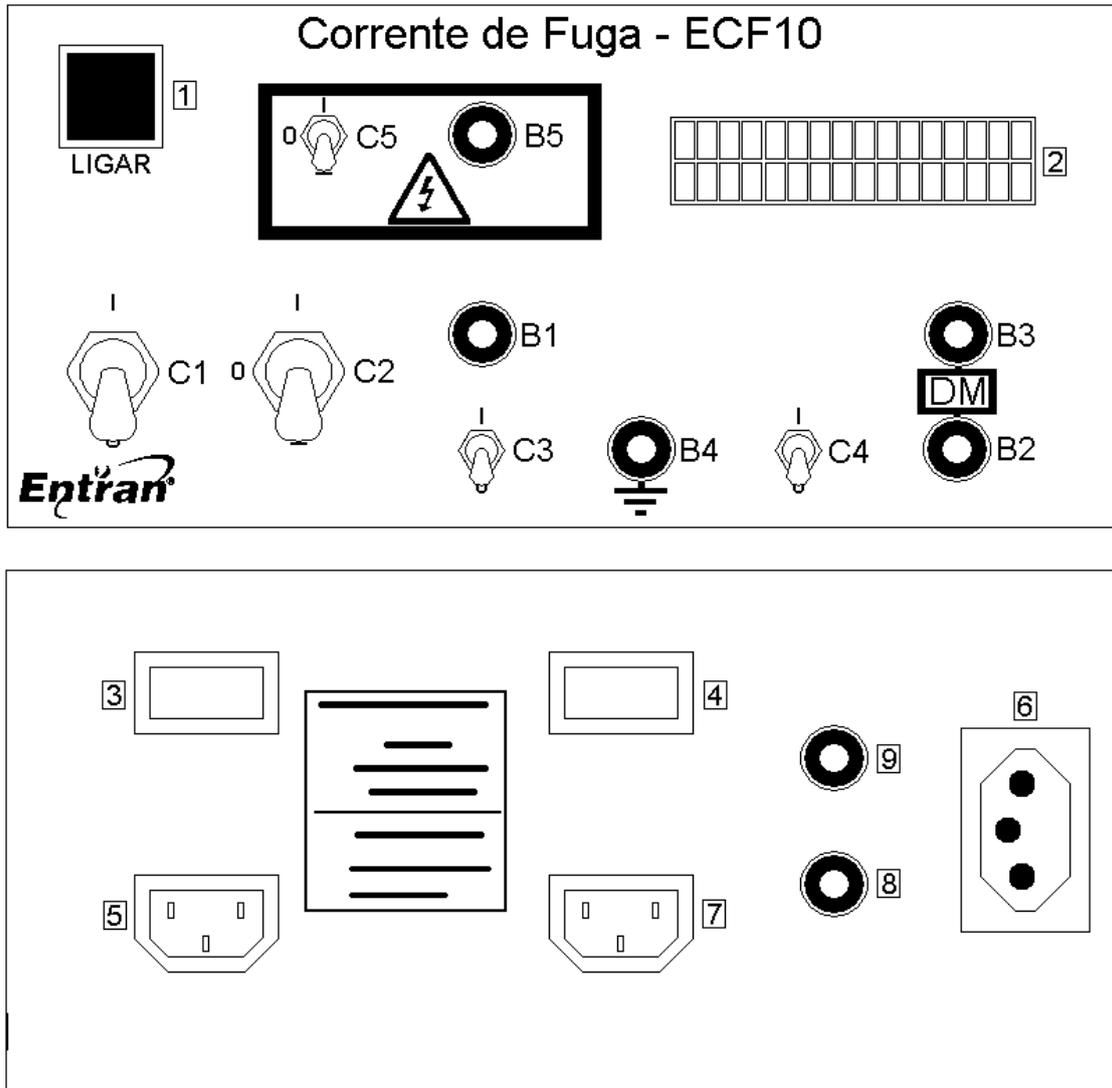


Figura 5 - Painéis frontal e traseiro do ECF10.

C1	Chave interruptora de fase.	1	Botão Liga/Desliga.
C2	Chave inversora fase-neutro.	2	Display LCD.
C3	Chave interruptora do aterramento de proteção.	3	Fusível 2A.
C4	Chave interruptora do aterramento para o DM.	4	Fusível 10A.
C5	Chave inversora fase-neutro para o V11'.	5	Entrada para alimentação do ECF10.
B1	Aterramento de proteção do EST.	6	Saída para a alimentação do EST.
B2, B3	Terminais do DM.	7	Entrada para a alimentação do EST.
B4	Aterramento de proteção da rede.	8	Terminal para medida de Vdm (1).
B5	V110'.	9	Terminal para medida de Vdm (2).

Abaixo, um diagrama interno simplificado do ECF10 mostra como se organizam as ligações entre a rede elétrica, o ECF10 e o equipamento sob teste (EST).

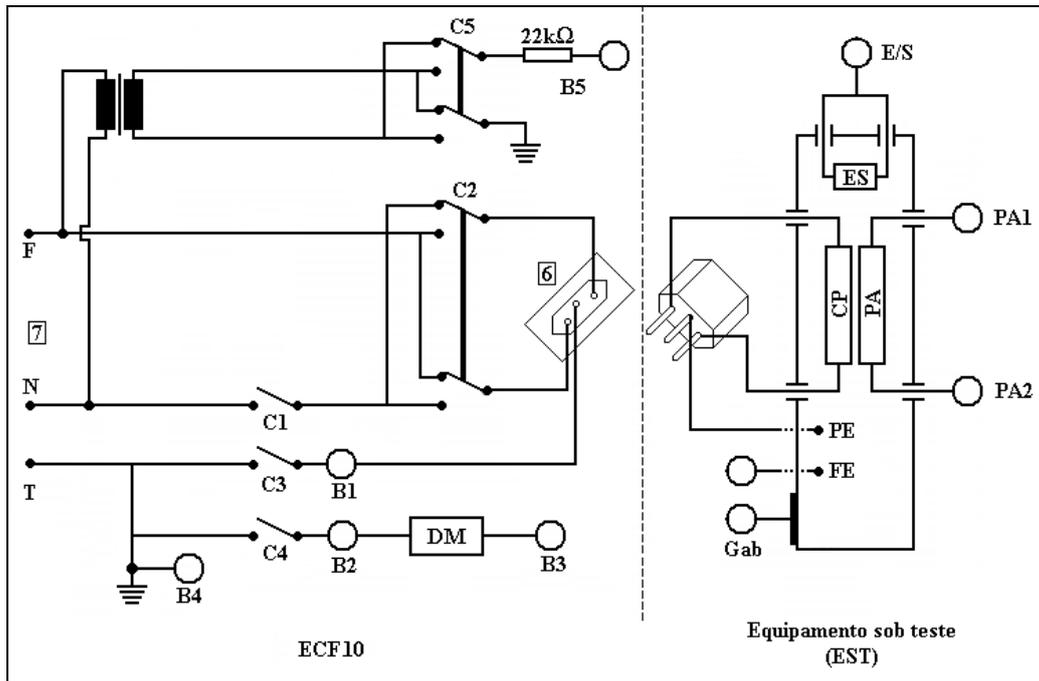


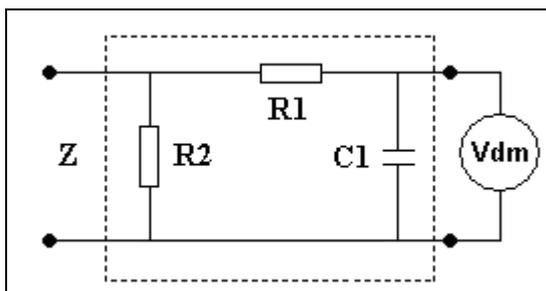
Figura 6 - Diagrama interno do ECF10.

DM – Dispositivo de medida.	CP – Circuito principal do EST.
PE – Terminal de aterramento de proteção do EST.	E/S – Entrada/Saída de sinal do EST.
FE – Terminal de aterramento funcional do EST.	PA1 – Parte aplicada do EST.
GAB – Gabinete do EST.	PA2 – Parte aplicada do EST.

#### 4.1 DM

O DM é o dispositivo (malha resistiva) colocado no caminho da corrente de fuga. Ele simula a resistência do corpo humano e é nele que as medidas de corrente de fuga são feitas.

O modelo de DM usado no ECF10 é o recomendado pela norma NBR IEC 60601-1 que se encontra especificado abaixo.



- R1 = 10kΩ ±5%
- R2 = 1kΩ ±1%
- C1 = 0,015uF ±5%

Figura 7 - DM (dispositivo de medida).

## 4. Início

### 4.1 Alimentação do ECF10

1 – Ligar o cabo de força na rede de energia com tensão de 220V AC 60Hz como mostrado na Figura 8.

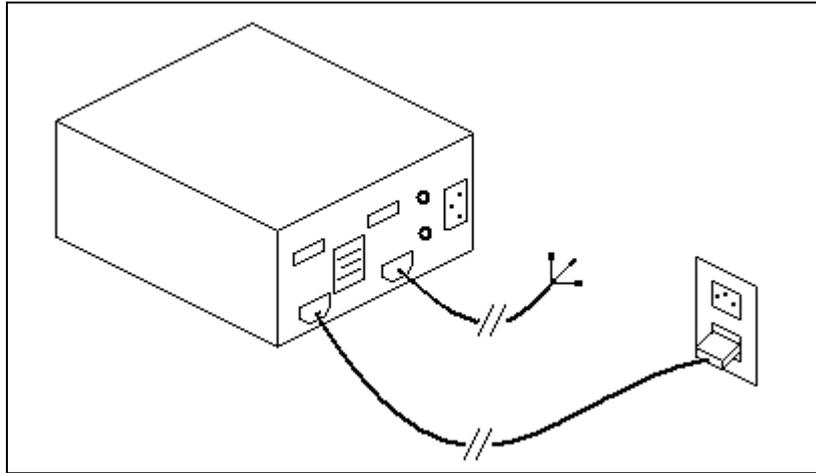


Figura 8

2 – Pressionar o botão LIGAR no painel frontal do ECF10 para que o equipamento inicie a operação.

### 4.2 Alimentação do EST

1 – Se a alimentação do equipamento sob teste (EST) deve ser feita na tensão de rede, conectar a entrada de alimentação do EST a uma tomada e ligá-la a rede de energia como mostra Figura 9.

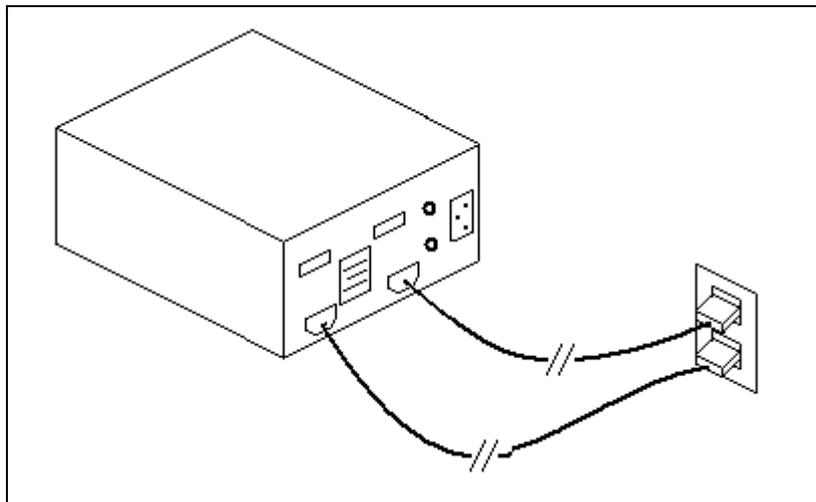


Figura 9

2 – Se a alimentação do EST deve ser feita em outra tensão (110% da tensão de rede no caso de teste de equipamentos eletromédicos – NBR IEC 60601-1), conectar a entrada de alimentação do EST ao transformador isolador com o condutor neutro aterrado no secundário (fornecido em conjunto com o ECF10) como mostra a Figura 10. A conexão entre a entrada de alimentação do EST e o transformador está especificada no Apêndice A. **Atenção: Não lidar com o transformador se ele estiver conectado à rede de energia.**

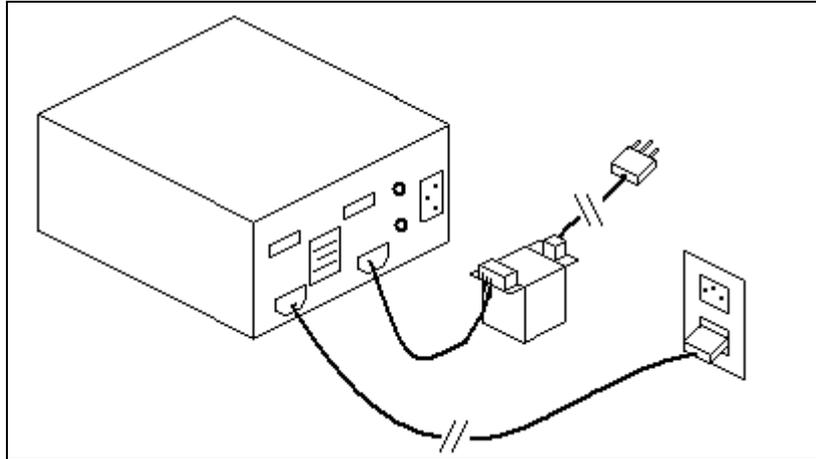


Figura 10

3 – Após ter feito a conexão entre a entrada de alimentação do EST e o transformador, ligar o transformador na rede de energia, como mostra a Figura 11. Para realizar testes em equipamentos de 127V ligar na rede de 127V. Para realizar testes em equipamentos de 220V ligar na rede de 220V.

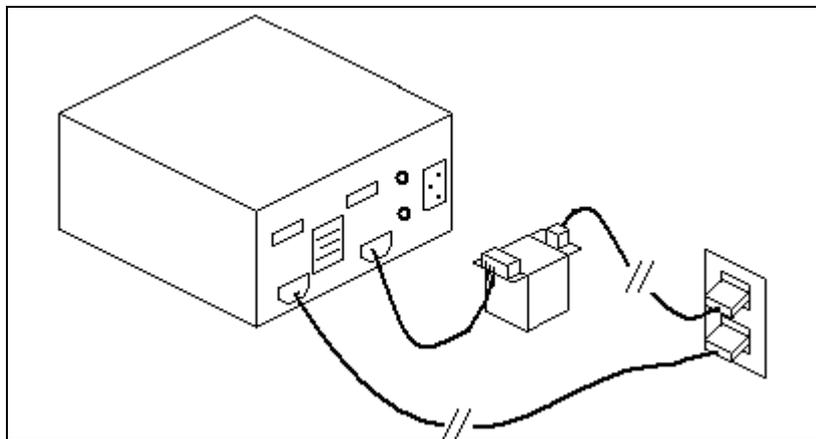


Figura 11

4 – Conectar o cabo de alimentação do equipamento sob teste a saída de alimentação como mostra a Figura 12. Ao conectar o EST na tomada do ECF10, ele estará energizado. **Atenção:** O EST não pode consumir uma potência maior que a potência do transformador. A potência do transformador é indicada na sua placa.

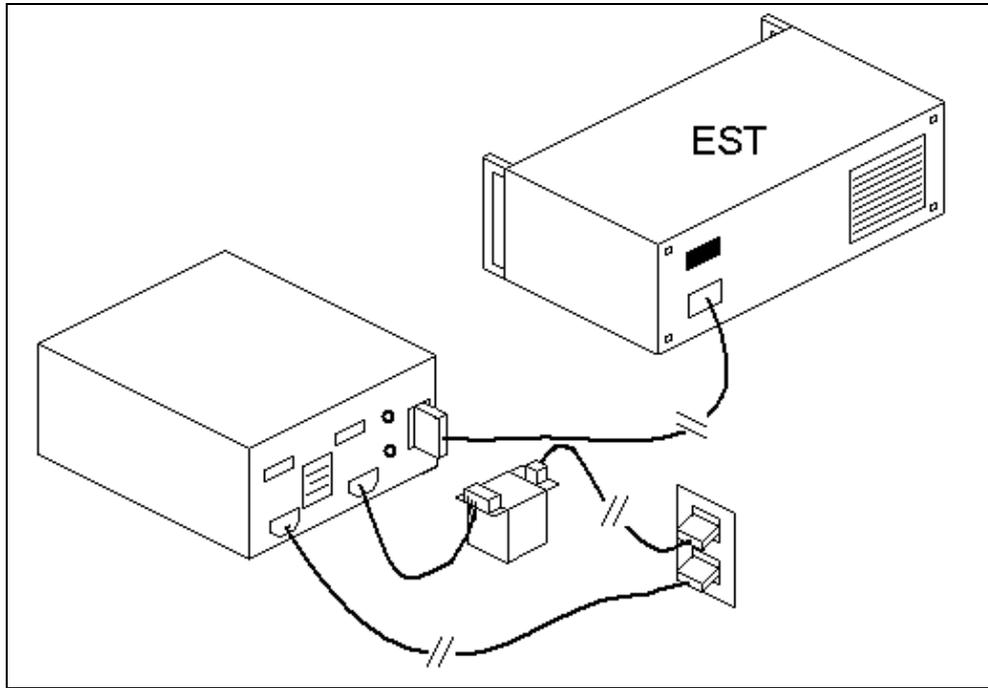


Figura 12

## 5. Operação

### 5.1 Início

Com o ECF10 energizado, de acordo com o procedimento do capítulo 5, ele é ligado através do botão *LIGAR*. Ao ser ligado, o visor LCD do ECF10 entra em funcionamento, mostrando as medidas feitas.

### 5.2 Tensão de alimentação

A primeira medida a ser verificada é a tensão na qual está sendo alimentado o EST. O valor RMS dessa tensão é indicado na linha superior do LCD, identificado por *Alim*.

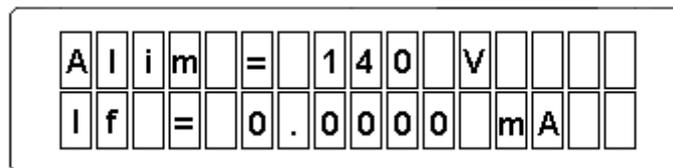


Figura 13 - Visor LCD do ECF10 (com tensão de alimentação do EST de 140V).

No caso de o EST estar sendo alimentado através de um transformador (como exemplificado na figura 12), a tensão indicada por *Alim* é a tensão depois do transformador.

### 5.3 Corrente de fuga

O valor RMS da corrente que passa sobre o DM é indicado na linha inferior do visor LCD, identificado por *If*.

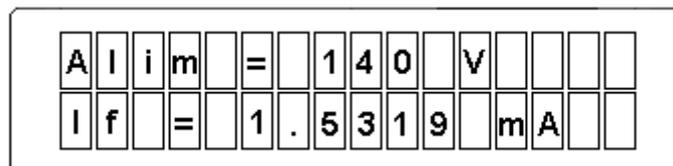


Figura 14 - Visor LCD do ECF10 (com corrente de fuga de 1,5319 mA).

Durante os testes, a corrente *If* indica a corrente de fuga detectada pelo DM. A corrente de fuga é calculada com base na queda de tensão sobre o DM e o seu valor de resistência (1000Ω).

A medida da corrente de fuga (*If*) também pode ser feita por um voltímetro externo. Esse processo é detalhado no Apêndice B.

### 5.4 Condições de testes

Cada teste específico possui uma série de condições a serem atendidas para que a medida de corrente de fuga seja feita. No ECF10 as chaves C1 a C5 e os bornes B1 a B5 possibilitam a criação dessas condições. As funções específicas de cada uma são descritas na Tabela 1.

C1	Chave que possibilita a interrupção de um condutor de rede (fase ou neutro para o EST, dependendo da posição da chave C2).
C2	Chave que realiza a inversão entre condutores de fase e neutro. Quando colocada na posição central os dois condutores permanecem seccionados.
C3	Chave que interrompe a conexão entre o aterramento da rede elétrica e o aterramento para proteção do EST.
C4	Chave que interrompe a conexão entre o aterramento da rede elétrica e o terminal 1 do DM.
C5	Chave que realiza a inversão de fase da tensão V110'. Quando usada, é recomendado que permaneça na mesma posição da chave C2.
B1	Aterramento de proteção do EST.
B2	Terminal 1 do DM.
B3	Terminal 2 do DM.
B4	Aterramento da rede elétrica.
B5	V110' – Tensão de valor igual à tensão de alimentação do EST porém isolada e com baixa potência.

**Tabela 1 - Funções das chaves e bornes do ECF10.**

## 6. Testes NBR IEC 6060-1

Este capítulo mostra como usar o ECF10 para realizar alguns testes descritos na norma NBR IEC 60601-1:1994. Os ensaios indicados a seguir são baseados nos casos mais gerais, porém, cada equipamento exige ensaios particulares, que são especificados pela norma NBR IEC 60601-1. Esse manual não substitui a norma, da qual sempre deve ser acompanhado qualquer teste.

O uso do ECF10 deve ser feito sempre em posse desse manual e da norma NBR IEC 60601-1. O posicionamento e a preparação do EST devem ser seguidos de acordo com a subcláusula 19.4 da norma citada antes do início dos testes.

A seguir a classificação do EST e os procedimentos para cada teste são descritos.

### 6.1. Classificação do equipamento sob teste (EST)

Para proceder corretamente com os testes, é necessária a classificação do equipamento. Todos os testes vão depender do tipo de equipamento a ser testado. Abaixo estão transcritas as partes da norma referente às duas classificações necessárias e algumas outras definições importantes.

Todas as definições em detalhes podem ser conferidas diretamente na norma NBR IEC 60601-1.

#### **Classificação quanto à isolação e aterramento:**

##### *“2.2.4 EQUIPAMENTO DE CLASSE I (CLASS I EQUIPMENT)*

*EQUIPAMENTO no qual a proteção contra choque elétrico não se fundamenta apenas na ISOLAÇÃO BÁSICA, mas incorpora ainda uma precaução de segurança adicional, consistindo em um recurso de conexão do EQUIPAMENTO ao Condutor de aterramento, para proteção pertencente à fiação fixa da instalação, de modo a impossibilitar que PARTES METÁLICAS ACESSÍVEIS possam ficar SOB TENSÃO, na ocorrência de uma falha da ISOLAÇÃO BÁSICA (ver Figura 2).*

##### *2.2.5 EQUIPAMENTO DE CLASSE II (CLASS II EQUIPMENT)*

*EQUIPAMENTO no qual a proteção contra choque elétrico não se fundamenta apenas na ISOLAÇÃO BÁSICA, mas incorpora ainda precauções de segurança adicionais, como ISOLAÇÃO DUPLA ou ISOLAÇÃO REFORÇADA, não comportando recursos de aterramento para proteção, nem dependendo de condições de instalação (ver Figura 3).”*

Retirado de NBR IEC 601-1 edição de Outubro de 1997, página 5.

#### **Classificação quanto ao grau de proteção contra corrente de fuga:**

##### *“\*2.2.24 EQUIPAMENTO DE TIPO B (TYPE B EQUIPMENT)*

*EQUIPAMENTO que proporciona um grau de proteção especial contra choque elétrico, particularmente quanto à:*

*-CORRENTE DE FUGA admissível;*

-confiabilidade da conexão de aterramento para proteção (se existente).

2.2.25 *EQUIPAMENTO DE TIPO BF (TYPE BF EQUIPMENT)*  
*EQUIPAMENTO DE TIPO B com uma PARTE APLICADA DE TIPO F.*

\*2.2.26 *EQUIPAMENTO DE TIPO CF (TYPE CF EQUIPMENT)*  
*EQUIPAMENTO que proporciona um grau de proteção superior ao do EQUIPAMENTO DE TIPO BF contra choque elétrico, particularmente no que se refere às CORRENTES DE FUGA admissíveis, e que possui uma PARTE APLICADA DE TIPO F.”*

Retirado de NBR IEC 601-1 edição de Outubro de 1997, página 6.

## 6.2 Corrente de fuga para o terra

Aplica-se à: Equipamentos de classe I, com ou sem parte aplicada.

Este ensaio está descrito na norma na subcláusula 19.4 item f.

O teste de corrente de fuga para o terra consiste em seccionar o condutor terra (chave C3) e inserir no seu caminho o DM. Qualquer corrente que circule pelo terra será medida pelo DM

Ligar, com um cabo banana-banana, o borne 3 ao borne 1.

Com as chaves nas posições indicadas na tabela abaixo, verificar os valores de corrente de fuga (If).

C1	C2	C3	C4	C5	If(mA)
I	I	O	I	X	0,5
I	-	O	I	X	0,5
O	-	O	I	X	1
O	I	O	I	X	1
X – Posição irrelevante. OBS: Existem outros valores de corrente para alguns casos específicos que devem ser conferidos na norma.					

## 6.3 Correntes de fuga através do gabinete

Aplica-se à: Aparelhos de classe I e II com ou sem parte aplicada.

Este ensaio está descrito na norma na subcláusula 19.4 item g.

O teste de corrente de fuga através do gabinete consiste em inserir o DM entre uma parte não aterrada do gabinete do EST e o terra (subcláusula 19.1 item d). A corrente de fuga que passar pelo gabinete será direcionada ao terra, passando pelo DM.

Ligar borne B3 em cada parte não aterrada do gabinete do EST com um cabo banana-jacaré. Usar uma folha de metal se o gabinete for feito de material isolante, se não ligar a garra jacaré diretamente no gabinete do EST.

Segundo a subcláusula 19.2 item c, no caso do EST possuir alguma parte para entrada ou saída de sinal não protegida por aterramento, ligar com um cabo banana-jacaré o borne B5 à mesma. **Atenção: Se a entrada que for ligada ao borne B5 for protegida por aterramento, um curto-circuito será gerado, provocando danos permanentes ao ECF10 e ao EST.** Se a entrada for projetada pelo fabricante para conexão exclusiva à um equipamento especificado nos documentos acompanhantes, não há a necessidade de se fazer essa ligação.

Com as chaves nas posições indicadas na tabela abaixo, verificar os valores de corrente de fuga (If).

C1	C2	C3	C4	C5	If(mA)
I	I	I	I	I	2,5
I	-	I	I	-	2,5
O	-	I	I	-	5
O	I	I	I	I	5
I	I	O	I	I	5

Outro teste a ser feito consiste em inserir o DM entre duas partes do gabinete ambas não protegidas por aterramento (subcláusula 19.1 item d). Para efetuar esse teste, seguir as instruções seguintes.

O novo teste é semelhante ao anterior, porém com a chave C4 aberta e um cabo banana-jacaré ligado ao borne B2. Os cabos ligados aos bornes B2 e B3 (terminais do DM) devem ser ligados a quaisquer duas partes do gabinete não protegidas por aterramento.

Com as chaves nas posições indicadas na tabela abaixo, verificar os valores de corrente de fuga (If).

C1	C2	C3	C4	C5	If(mA)
I	I	I	O	I	2,5
I	-	I	O	-	2,5
O	-	I	O	-	5
O	I	I	O	I	5
I	I	O	O	I	5

### 6.4 Corrente de fuga através do paciente

Aplica-se à: Equipamento do tipo B, BF e CF.

Este ensaio está descrito na norma na subcláusula 19.4 item h.

O teste de corrente de fuga através do paciente consiste em colocar o DM entre uma parte aplicada do EST e o terra, simulando um paciente. A corrente de fuga que circula pela parte aplicada e passaria pelo corpo do paciente é medida pelo DM.

Ligar borne B3 às partes aplicadas do EST, de acordo com as instruções da norma para cada tipo de equipamento (subcláusula 19.1 item e).

Em alguns tipos de equipamentos é necessária a aplicação de uma tensão de 110% da tensão de rede em alguma parte do EST, isso se faz conectando o borne B5 à tal parte.

**Atenção: Se a parte que for ligada ao borne B5 for protegida por aterramento, um curto-circuito será gerado, provocando danos permanentes ao ECF10 e ao EST. Os equipamentos cujos testes têm essa exigência estão listados na subcláusula 19.2 item b.**

Com as chaves nas posições indicadas na tabela abaixo, verificar os valores de corrente de fuga (If).

C1	C2	C3	C4	C5	If(mA) (B e BF)	If(mA) (CF)
I	I	I	I	I	0,1	0,01
I	-	I	I	-	0,1	0,01
O	-	I	I	-	0,5	0,05
O	I	I	I	I	0,5	0,05
I	I	O	I	I	0,5	0,05
I	-	O	I	-	0,5	0,05

OBS: Para equipamentos do tipo B, quando aplicada a tensão de rede 110% sobre entrada ou saída de sinal, o valor de corrente admitido no caso de falhas passa de 0,5mA para 5mA.

OBS: Para equipamentos do tipo BF, quando aplicada a tensão de rede 110% sobre a parte aplicada, o valor de corrente admitido no caso de falhas passa de 0,5mA para 5mA.

### 6.5 Corrente auxiliar através do paciente

Aplica-se à: Equipamento do tipo B, BF e CF.

Este ensaio está descrito na norma na subcláusula 19.4 item j.

O teste de corrente de auxiliar através do paciente consiste em colocar o DM entre duas partes aplicadas do EST, simulando um paciente. A corrente de fuga que circula pelas partes aplicadas e passaria pelo corpo do paciente é medida pelo DM.

A conexão do DM é especificada na subcláusula 19.1 item f. O borne B2 deve ser ligado a uma das partes aplicadas do EST e o borne B3 deve ser ligado à todas as outras partes aplicadas juntas (repetindo o processo para cada parte aplicada).

Com as chaves nas posições indicadas na tabela abaixo, verificar os valores de corrente de fuga (If).

C1	C2	C3	C4	C5	If(mA)
I	I	I	O	X	0,01
I	-	I	O	X	0,01
O	-	I	O	X	0,05
O	I	I	O	X	0,05
I	I	O	O	X	0,05
I	-	O	O	X	0,05
X – Posição irrelevante.					

OBS: Para esse ensaio, a norma discrimina os valores admitidos de corrente de fuga para correntes alternadas e contínuas. Como o aparelho mede o valor RMS da corrente, sem identificar o tipo (CA ou CC), os menores valores devem ser usados.

## **7. Manutenção**

O ECF10 não deve ser aberto pelo usuário, sob risco de danos permanentes ao mesmo. Qualquer mau-funcionamento do aparelho deve ser comunicado ao fabricante.

A eventual troca do fusível de entrada alimentação do ECF10 pode ser realizada pelo usuário, usar fusíveis de 2A.

A eventual troca do fusível de saída do EST pode ser realizada pelo usuário, usar fusíveis de 10A.

## **8. Suporte Técnico**

Para informações e dúvidas a respeito do ECF10 e seu funcionamento, favor entrar em contato diretamente o fabricante, em:

ENTRAN® – Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos LTDA.  
Rua Valdívia, 517 - Hugo Lange.  
Curitiba - PR - 80040-260  
Telefone: +55 (41) 3026-8338  
Web: [www.entran.com.br](http://www.entran.com.br)  
E-mail: [entran@entran.com.br](mailto:entran@entran.com.br)

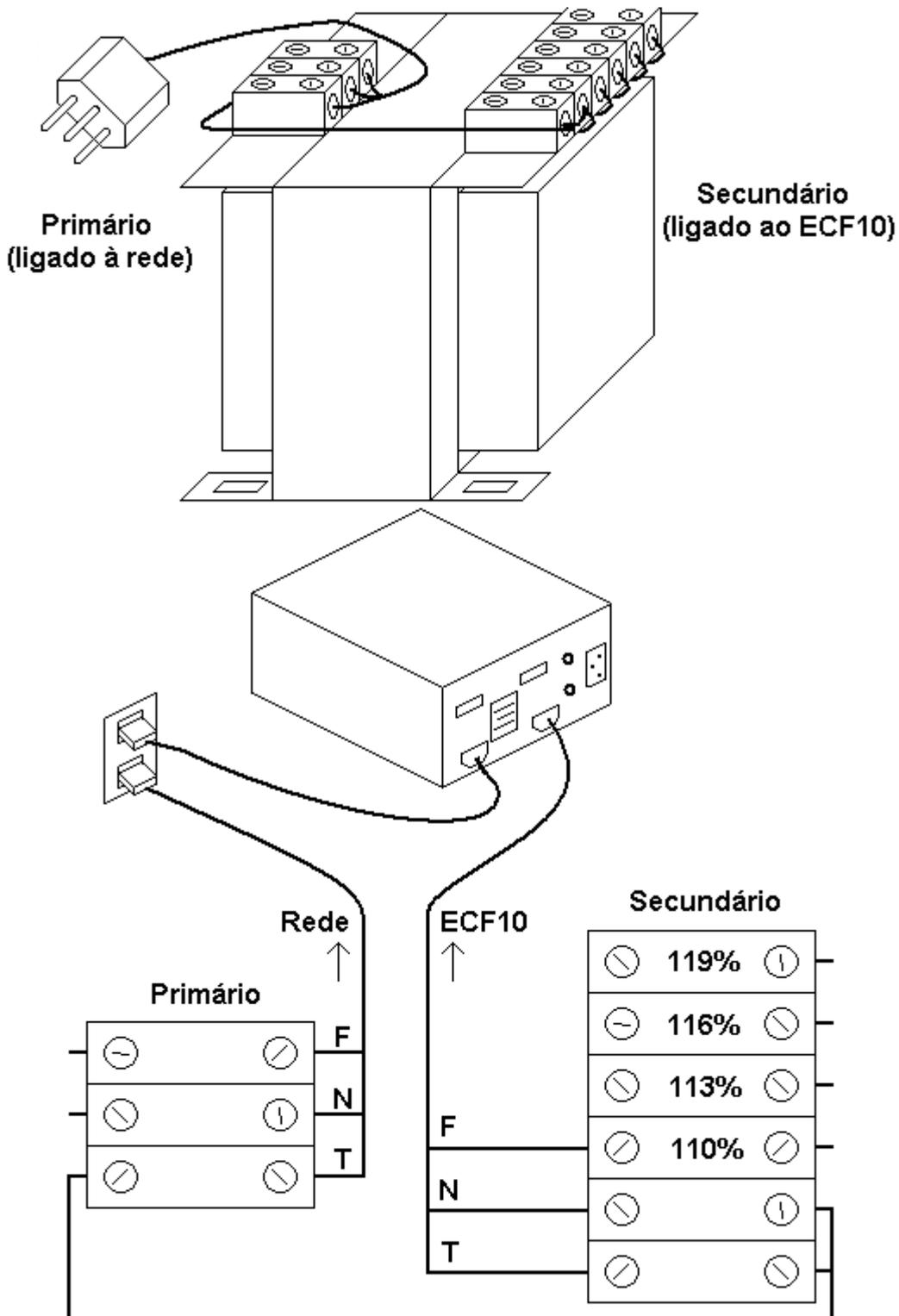
Impresso em: 10/07/2014

Ver. 20140710

## **Apêndice A**

### **Conexão do cabo de entrada da alimentação do EST com o transformador.**

Do cabo de entrada de alimentação do equipamento sob teste (EST) saem três fios: o neutro (branco), a fase (preto) e o terra (verde). Esses fios devem ser ligados ao secundário do transformador como mostra a figura abaixo.



O condutor de fase do cabo de alimentação do EST pode ser ligado nas saídas indicadas com relação de transformação maior que 110%. Essas saídas existem caso o usuário queira alimentar o EST com uma tensão maior que 110% da tensão de rede. Se a rede de energia fornecer uma tensão de valor mais baixo que o esperado (127V ou 220V) as saídas de porcentagem superior podem ser utilizadas para corrigir esse defeito. O condutor de fase é o de cor preta ou marrom. O condutor de neutro é de cor branca ou azul. O condutor de terra é de cor verde ou verde e amarela.

## Apêndice B

### Medida da corrente de fuga por voltímetro externo.

Caso seja necessária uma faixa de medida maior de corrente de fuga (não ultrapassando 10mA RMS) ou precisão maior, um voltímetro externo pode ser utilizado para a realização da medida.

O voltímetro deve ser conectado aos terminais para medida de  $V_{dm}$ , no painel traseiro do ECF10. Esses terminais estão ligados ao DM da forma como é mostrada na norma (Figura 7 do manual). A tensão indicada pelo multímetro deve ser dividida por  $1000\Omega$  para obter-se a corrente de fuga.

