

engenho

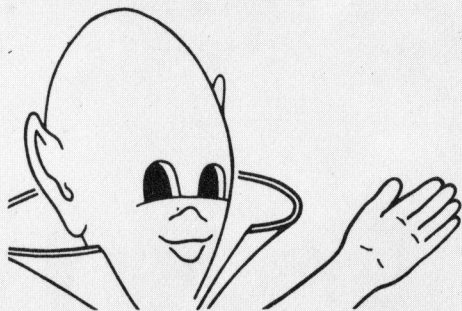
AMADOR

LEIGO
PRINCIPIANTE
MEDIANO
AVANÇADO



**MULTÍMETRO
DIGITAL
K-1403**

Kit eletrônico



Sua Atenção

Prezado Amigo

Você acaba de adquirir um kit de montagem, projetado e fabricado pela SPECTRUM, com elevado rigor técnico. Esteja certo de que este é um produto de alta qualidade para você montar e desfrutá-lo por anos a fio.

No entanto, uma parcela muito importante da responsabilidade pela qualidade final ficou com você. É do cuidado e zelo na montagem que seu produto se distinguirá dos demais. É vital, portanto, que você leia este manual antes de iniciar seu trabalho e siga, cuidadosamente, as instruções nele contidas. O seu fabricante de KITS ENGENHO sente-se orgulhoso em contribuir para o seu desenvolvimento pessoal, ao mesmo tempo em que lhe proporciona lazer. Por isso, não hesite em nos procurar se encontrar qualquer dificuldade em seu trabalho.

Entenda a classificação apontada na capa deste manual:

LEIGO: *Dispensa conhecimentos de eletrônica.*

PRINCIPIANTE: *Basta ligeiras noções de eletrônica.*

MEDIANO: *Requer alguns conhecimentos de eletrônica.*

AVANÇADO: *Exige conhecimentos básicos de eletrônica.*

Os KITS ENGENHO foram assim divididos a fim de estimular o leigo em eletrônica a tornar-se um entusiasta deste educativo entretenimento, que é a montagem de kits.

Sem nenhum conhecimento de eletrônica, qualquer pessoa pode iniciar-se e progredir, gradativamente, até atingir o grau AVANÇADO.

Essa divisão é dispensável para aqueles que já montam kits eletrônicos.



Novo Endereço
Rua Felix Guilhem, 913
Cep 05069-São Paulo-SP.

SPECTRUM equipamentos eletrônicos ind. e com. ltda.

Rua Vergueiro, 3630 - Fone 570-3036 - São Paulo - SP - CEP 04102

CGC: 51235703/0001-30 - IE: 110187460 - IND. BRAS.



MULTÍMETRO DIGITAL K-1403

É PROIBIDA A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL
SEM PRÉVIA AUTORIZAÇÃO

ÍNDICE

1 — Descrição do Produto	3
2 — Descrição Técnica	4
2.1 — Características Gerais	
2.2 — Características Específicas	
3 — Descrição do Circuito	6
3.1 — Diagrama em Blocos	
3.2 — Conversor Analógico/Digital	
3.3 — Divisor Resistivo para Tensões	
3.4 — Divisor Resistivo para Correntes	
3.5 — Gerador de Tensão para Medidas de Resistência	
3.6 — Gerador de Tensão para Teste de Junção de Diodo	
3.7 — Conversor CA/CC	
3.8 — Fonte Estabilizada de Tensão	
3.9 — Calibradores	
4 — Montagem Passo a Passo	16
4.1 — Recursos para Montagem	
4.2 — Montagem do Circuito Impresso	
4.3 — Montagem das Chaves	
4.4 — Montagem Mecânica	
4.4.1 — Painel Frontal	
4.4.2 — Painel Traseiro	
4.4.3 — Interligação dos Painéis	
4.5 — Fiação Final	
4.6 — Teste de Funcionamento	
5 — Calibração	28
5.1 — Calibração CC	
5.2 — Calibração CA	
5.3 — Testes das outras Funções	
5.4 — Fechamento do Aparelho	
6 — Operação	31
6.1 — Precauções e Limites Máximos	
6.2 — Indicação de Ultrapassagem do Fundo de Escala	
6.3 — Medidas de Tensão, Corrente e Resistência	
6.4 — Teste de Diodos e Transistores	
6.4.1 — Teste de Junção de Diodo	
6.4.2 — Teste de Junção de Transistor	
6.4.3 — Medidas de Beta de Transistor	
6.5 — Medidas de Decibéis (dBm)	
7 — Reparos	35
7.1 — Revisão e Assistência Técnica	
7.2 — Problemas Localizados	
8 — Lista de Componentes	37
Apêndice	41
Encartes:	
Montagem do Circuito Impresso (pacotes A, B, C e D)	
Caderno de Montagem das Chaves Comutadoras	
Diagrama Elétrico (esquema geral)	

O multímetro é um instrumento da maior importância na análise de circuitos e no reparo de outros aparelhos eletrônicos, portanto indispensável na bancada do experimentador. Da sua precisão de medida vai depender a confiabilidade do seu trabalho.

O MULTÍMETRO DIGITAL K1403, KIT ENGENHO em grau avançado, é instrumento seguro nas medidas de tensões CC e CA, de correntes CC e CA, de resistência elétrica ($K\Omega$); além de testar junções de diodo ($\overleftarrow{K}$), medir beta de transistor e potência em dBm com boa margem de segurança.

O multímetro KIT ENGENHO foi elaborado de forma que sua montagem amplie seus conhecimentos eletrônicos. No final do trabalho, você sentirá a satisfação de comprovar que suas exigências profissionais serão atendidas, com o mérito do seu esforço na construção do aparelho adquirido.

2.1 — Características Gerais

- Alimentação: 110/220V (Freq. = 60/50Hz)
- Potência consumida da rede: 4,5W
- Temperatura de operação: 0° a 40°C
- Dimensões: 240 x 195 x 75mm
- Peso: 1600g

2.2 — Características Específicas

Funções	Escala						Precisão da medida	Resolução na menor escala
Vcc	± 200mV	± 2V	± 20V	± 200V	± 1000V		± (1% da leitura + 1 díg.)	0,1mV
Vca	200mV	2V	20V	200V	700V		± (2% da leitura + 1 díg.)	0,1mV
mAcc	± 200μA	± 2mA	± 20mA	± 200mA	± 2000mA		± (1% da leitura + 1 díg.)	0,1μA
mAca	200μA	2mA	20mA	200mA	2000mA		± (2% da leitura + 1 díg.)	0,1μA
KΩ	200Ω	2KΩ	20KΩ	200KΩ	2000KΩ	20MΩ	± (1% da leitura + 1 díg.)	0,1Ω
Junção diodo		*2V	*indica a tensão da junção diretamente polarizada				± (1% da leitura + 1 díg.)	1mV

Nas funções mAca e Vca o instrumento é sensível ao valor médio da grandeza alternada, portanto deve ser calibrado para mostrar o valor eficaz de onda senoidal. A faixa de frequência de operação nessas duas funções é de 45Hz a 10KHz.

Funções	Entradas máximas	Impedância de Entrada
Vcc	1000Vcc ou 700Vca	10MΩ
Vca	1000 Vcc ou 700Vca (60Hz)	1MΩ
mAcc	2A protegido por fusível	máxima queda de tensão de 200mV para correntes de fundo de escala para todas escalas.
mAca	2A protegido por fusível	
KΩ	0,1A protegido por fusível	
Junção diodo	700Vcc ou 500Vca	

Funções		Tempo de resposta típico
Vcc		1,0s
Vca		3,0s
mAcc		1,0s
mAca		3,0s
KΩ	200Ω/2KΩ/20KΩ/200KΩ	1,0s
	2000KΩ	2,0s
	20MΩ	15,0s
Junção diodo		1,0s

Display
3 1/2 dígitos
7 segmentos
Led (diodo emissor de luz)
Ponto decimal
Indicador de sobrecarga
Indicador de polaridade (+ ou -)
Máxima leitura de 1999
Taxa de amostragem: 3 por segundo

O objetivo do circuito de qualquer multímetro digital é transformar em tensões as grandezas elétricas (resistência, corrente e tensão) a serem medidas; e a partir de um conversor analógico-digital apresentar o resultado em um display.

3.1 — Diagrama em Blocos

O circuito do multímetro KIT ENGENHO foi dividido em blocos a fim de facilitar o entendimento das várias funções existentes nos circuitos.

Acompanhando o diagrama em blocos na figura 1, observamos que o multímetro se resume assim:

I) Bloco 7 — Fonte Estabilizada de Tensão: transforma a tensão CA da rede elétrica em tensões CC estabilizadas.

II) Bloco 1 — Conversor Analógico-digital: quantifica tensões CC em valores numéricos mostrados no display.

III) Blocos 2, 3, 4, 5 e 6 — Blocos periféricos que transformam as grandezas elétricas a serem medidas em tensões CC.

IV) Bloco 8 — Calibradores: geram referências para a calibração.

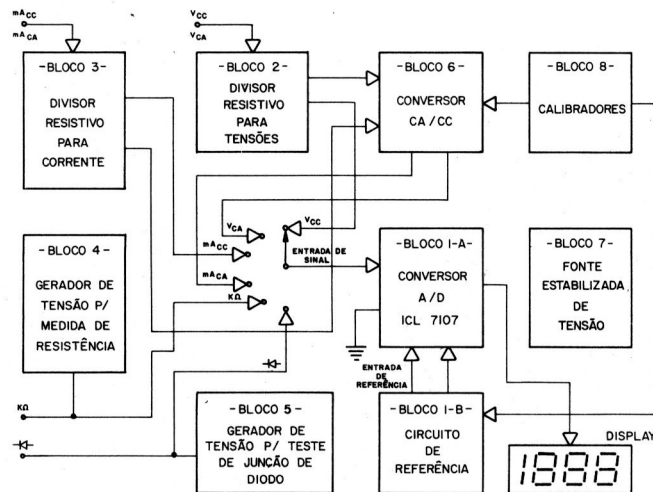


FIGURA 1: Diagrama em blocos do Multímetro Digital Kit Engenho, evidenciando as várias funções existentes nos circuitos.

A seguir, detalharemos bloco por bloco, analisando seus esquemas elétricos.

3.2 — Conversor Analógico/Digital - bloco 1

É o centro vital do multímetro, já que todas grandezas a serem medidas convergem para ele. Sua função é quantificar tensões CC em sinais digitais.

O conversor A/D utilizado é um Intersil ICL 7107 CPL de alto desempenho, que traz incluído codificador de sete segmentos e "driver" para display.

O conversor A/D trabalha em ciclos de conversão, isto é, a cada intervalo de tempo T_c ele amostra a tensão de entrada e converte-a para sinais digitais. Três etapas são necessárias para essa conversão:

1) Auto-Zero — Nesta etapa ele corrige erros de "offset" em circuitos internos e carrega o capacitor de referência para posterior comparação com a tensão de entrada.

2) Integração — Nesta fase da conversão, a tensão de entrada é ligada a um integrador durante um tempo fixo. A tensão que aparece na saída do integrador no final desse tempo é proveniente da integração da tensão de entrada.

3) Desintegração — Neste caso, o capacitor de referência é ligado ao integrador, de maneira que a tensão em sua saída retorne sempre a zero. Paralelamente a esse evento, um contador está registrando pulsos de um oscilador interno. No instante que a saída do integrador chega a zero, a contagem

é interrompida. O valor registrado no contador é a tensão analógica convertida em digital.

Esta conversão denomina-se dupla rampa, isto é, rampas de integração e desintegração. O resultado desta conversão é apresentado no display e determinado por:

$$1000 \cdot \frac{V_{\text{entrada}}}{V_{\text{referência}}}$$

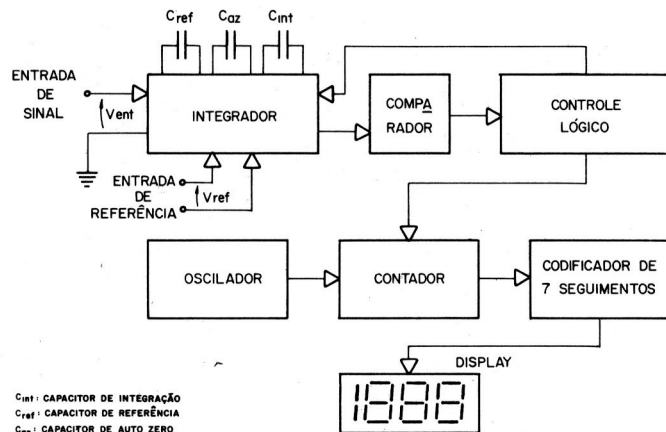


FIGURA 2: Diagrama em blocos do conversor A/D, mostrando a função dos principais blocos.

Agora, vejamos na figura 3 o circuito elétrico do bloco 1.

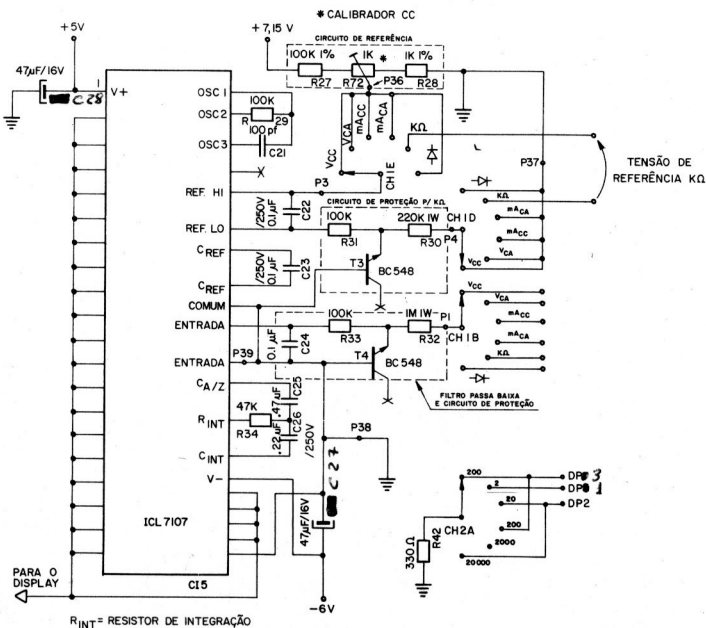


FIGURA 3: Esquema elétrico do bloco conversor A/D. Note que as entradas (sinal e referência) estão protegidas contra sobrecarga.

Vamos analisar algumas características deste circuito:

A frequência do oscilador do ICL 7107 é determinada por: $R29 = 100K\Omega$ e $C21 = 100pF$; resultando: $f = 48KHz$.

Essa frequência permite uma taxa de amostragem no display de 3Hz, isto é, o display mostra um determinado valor durante 0,33s.

As entradas de sinal e referência possuem circuitos de proteção que impedem uma eventual sobrecarga no conversor A/D. Para tal, foi usado a junção base-emissor do transistor BC548, que grampeia a tensão nos valores de condução ou na tensão de ruptura da junção, em caso de sobrecarga. A escolha dessa solução é baseada na pequeníssima corrente de fuga emissor-base.

O filtro passa baixa na entrada é para cortar eventuais ruídos no sinal.

Será utilizadas tensões de referência de 100mV nas funções Vcc, Vca, mAcc, mAca e ∇ ; portanto tensões de entrada de até 200mV. Na função KΩ, a Vref é variável e será explicada posteriormente.

A estabilidade com a temperatura de Vref foi assegurada usando um regulador de tensão de precisão $\mu A723$ e resistores de $\pm 1\%$ de tolerância, pois ambos têm um baixo coeficiente de temperatura.

3.3 — Divisor Resistivo para Tensões - bloco 2

Nas funções Vcc ou Vca, o borne de entrada do multímetro está ligado a um divisor resistivo, que abaixa a tensão a ser lida à níveis compatíveis com o Conversor A/D. Nesse caso, está sendo usado 200,0mV como tensão de fundo de escala. O circuito elétrico do divisor resistivo para tensões está esquematizado na figura 4.

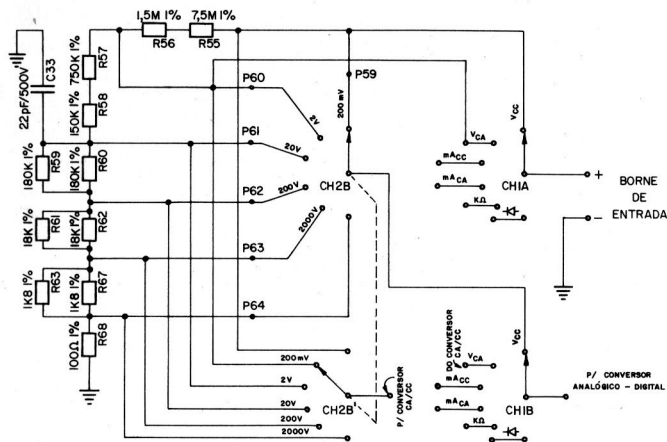


FIGURA 4: Esquema elétrico do bloco divisor resistivo para tensões. A cada ramificação do divisor resistivo a tensão é dividida por 10. Os resistores estão dentro de uma tolerância de $\pm 0,5\%$.

Analisando a figura 4, vemos que a tensão CC após passar pelo divisor resistivo vai direto para o Conversor A/D, enquanto a tensão CA passa por um Conversor CA/CC para depois chegar ao Conversor A/D.

Para garantir uma precisão de $\pm 1\%$ nas medidas, os resistores devem ter tolerância de $\pm 0,5\%$, pois a associação em série dos resistores aumenta a imprecisão do divisor resistivo. Embora a tolerância nominal dos resistores seja de 1%, foram escolhidos somente aqueles que estavam dentro de 0,5%. A impedância de entrada da função Vcc é de 10M Ω e a da função Vca é de 1M Ω .

Foi necessário diminuir a impedância da função Vca para 1M Ω , devido a existência de capacitâncias parasitas distribuídas pelo circuito. Senão, essas capacitâncias associadas à alta impedância de entrada dariam filtros passa baixas e passa altas, que distorceriam as tensões alternadas de alta frequência (aproximadamente 1KHz).

Ainda assim, foram utilizados capacitores de compensação, para diminuir ao máximo a influência das capacitâncias parasitas. Veja a figura 5.

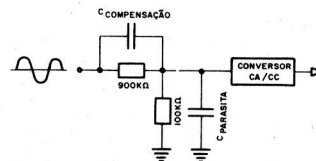


FIGURA 5: Divisor resistivo de entrada com capacitor de compensação.

3.4 — Divisor Resistivo para Correntes - bloco 3

Nas funções mAcc ou mAca, as correntes a serem medidas passam por um resistor. A tensão criada sobre o resistor é ligada ao Conversor A/D por ser proporcional à corrente a ser medida.

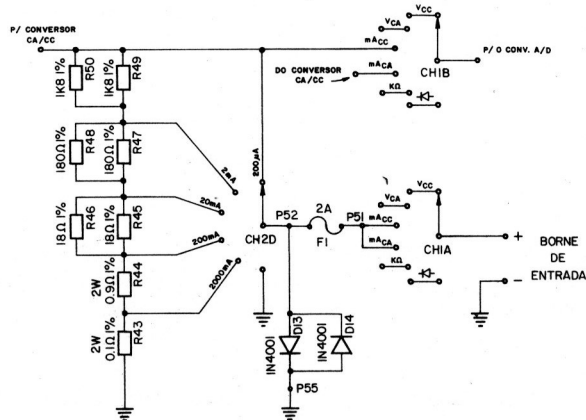


FIGURA 6: Esquema elétrico do bloco divisor resistivo para corrente. Os resistores são de $\pm 1\%$ de tolerância por não haver divisão de tensão. D13 e D14 são diodos de proteção.

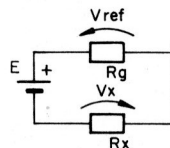
Pudemos observar na figura 6, que na medida de corrente CC, a tensão CC criada é ligada diretamente ao Conversor A/D. No caso de corrente CA, a tensão CA passa primeiro pelo conversor CA/CC para depois chegar ao Conversor A/D.

Em qualquer escala, a resistência em série à corrente é de, forma que a queda máxima de tensão nos bornes seja de 200,0mV para corrente de fundo de escala.

3.5 — Gerador de Tensão para Medidas de Resistência - bloco 4

Na função $K\Omega$, os bornes do multímetro se comportam como um gerador de tensão de $\approx 0,650V$, cuja resistência interna é igual à metade do valor de fundo de escala.

A corrente que passa por um resistor R_x a ser medido é proporcional à soma $R_g + R_x$. A queda de tensão sobre R_x é ligada ao Conversor A/D e a queda de tensão sobre R_g é ligada à entrada de referência do Conversor A/D. Veja na figura 7 o esquema elétrico simplificado da função $K\Omega$ medindo um resistor R_x .



$$V_{ref} = R_g \cdot \frac{E}{R_g + R_x}$$

$$V_x = R_x \cdot \frac{E}{R_g + R_x}$$

FIGURA 7

O valor mostrado no display é $1000 \cdot \frac{V_x}{V_{ref}}$; ou seja,

$$1000 \cdot \frac{R_x}{R_g}$$

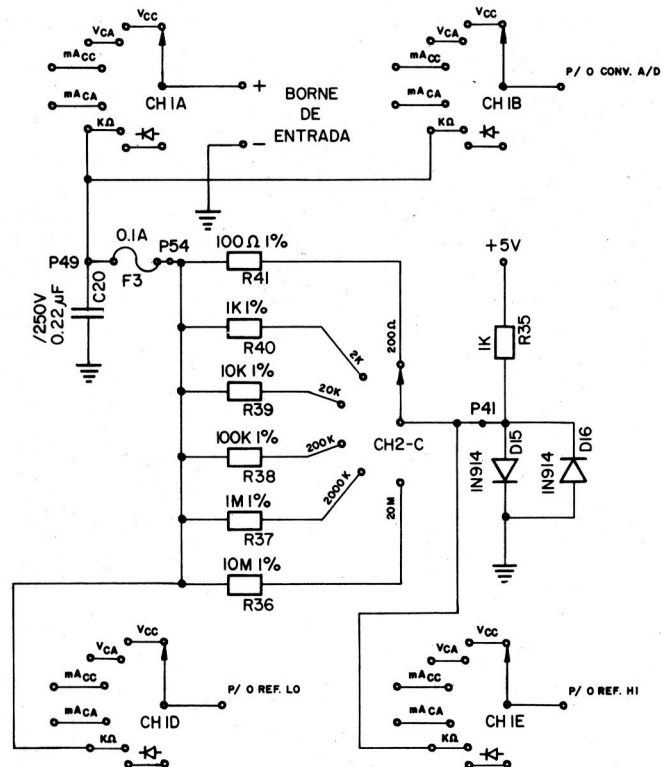


FIGURA 8: Esquema elétrico do bloco gerador de tensão para medida de resistência.

No circuito elétrico deste bloco, figura 8, vale observar a função de alguns componentes:

DIODO D15 — é um gerador de tensão de $\approx 0,650V$, que está diretamente polarizado.

D16 — protege o conversor A/D contra sobrecarga negativa.

CAPACITOR C20 — elimina os ruídos captados pelas pontas de prova, quando medindo resistências de alto valor.

3.6 — Gerador de Tensão para Testes de Junção de Diodo - bloco 5

O princípio de funcionamento é quase igual ao da função K Ω . As diferenças são que a fonte de tensão é de aproximadamente + 5V, o que permite levar o diodo a ser medido à região de condução, e que a referência do Conversor A/D é de $V_{ref} = 100,0mV$.

Observe na figura 9 que o divisor resistivo atenua a tensão de condução do diodo para um valor correspondente à escala de 2V.

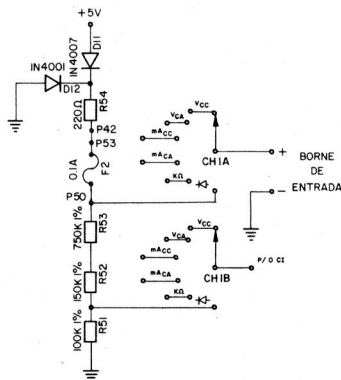


FIGURA 9: Esquema elétrico do bloco gerador de tensão para teste de junção de diodo. Os resistores são de 0,5% de tolerância. D12 e D11 são diodos de proteção contra sobrecarga.

3.7 — Conversor CA/CC - bloco 6

Para medidas de tensões ou correntes alternadas é necessário uma conversão, já que o conversor A/D mede somente tensões contínuas.

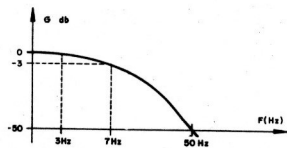
Essa conversão é feita pelo conversor CA/CC, que retifica a tensão alternada para obter o valor médio da tensão retificada. A partir do valor médio, calibra-se o multímetro para que apresente o valor eficaz de senóide da tensão alternada a ser medida.

Na figura 10, notamos que o Conversor CA/CC é constituído de três partes: circuito de entrada e amplificador, retificador de precisão de meia onda, e filtro passa baixa.

O CIRCUITO DE ENTRADA E AMPLIFICADOR tem as funções de captar a tensão alternada (BF245), desacoplar a componente CC (C9 e C32), proteger o aparelho contra sobrecarga (D9 e D10) e amplificar dez vezes o sinal. Neste circuito, um detalhe a ser notado são os capacitores C30 e C34, que têm a função de compensar a atenuação sofrida pelo sinal alternado. As causas dessa atenuação são as capacitâncias parasitas (capacitâncias de entrada do JFET e capacitâncias dos diodos) e a diminuição do ganho do amplificador operacional, em virtude de sua resposta em frequência.

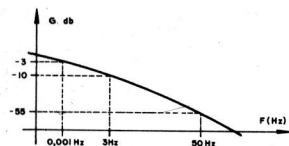
O RETIFICADOR DE MEIA ONDA foi realizado com um amplificador operacional para que a tensão de polarização direta do diodo fosse atenuada. Não seria possível retificar pequenos sinais com um diodo (V condução $\approx 0,6V$). Portanto, com o diodo no laço de realimentação do amplificador operacional, a tensão de condução é diminuída.

O FILTRO PASSA BAIXA transforma a tensão retificada em uma tensão CC proporcional à média da tensão alternada. Foi escolhido um filtro RC de 5 polos para possibilitar uma grande atenuação das ondulações da tensão retificada (45Hz) e, ao mesmo tempo, responder rapidamente às variações de CC.



Observe no gráfico que para a frequência de 3Hz (frequência de amostragem do conversor A/D) não há atenuação do filtro, portanto o filtro é rápido às variações de CC.

Tal resultado não seria possível com um filtro de 1 polo, pois para conseguir-se uma grande atenuação em 45Hz ficaria muito reduzido o tempo de resposta CC.



Neste gráfico, para a frequência de 3Hz, o filtro RC de 1 polo já apresenta atenuação, isto é, existe uma constante de tempo RC tornando lentas as variações de CC.

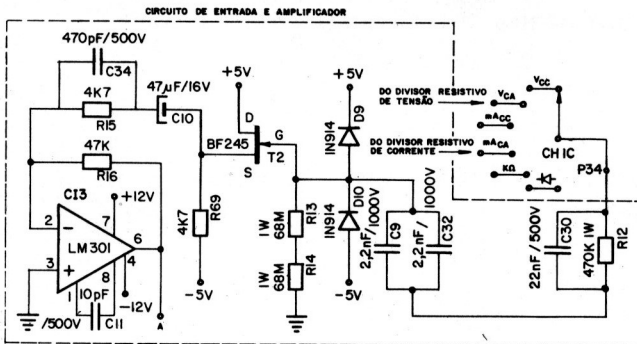
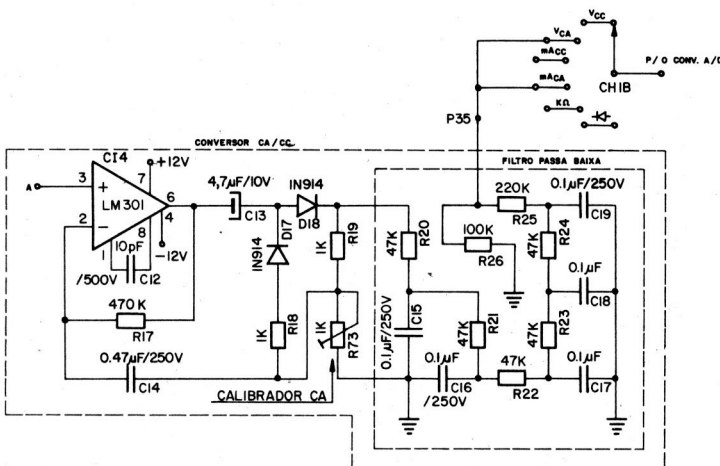


FIGURA 10: Esquema elétrico do bloco conversor CA/CC, que foi dividido em dois sub-blocos — circuito de entrada e amplificador, e conversor CA/CC.



3.8 — Fonte Estabilizada de Tensão - bloco 7

Este bloco transforma a tensão da rede (110 ou 220V) em tensões reguladas.

Vemos na figura 13 que as fontes +12V; -12V e -6V usam retificador de meia onda e diodos zener para estabilizar a tensão. As fontes de +7,15V;

+5V; +4,4V e -5V usam retificador de onda completa e regulador de tensão.

A tensão de referência do Conversor A/D é obtida através de 7,15V do regulador de tensão μ A723, que tem grande estabilidade térmica e boa regulação de linha e de carga, condições básicas para uma calibração precisa.

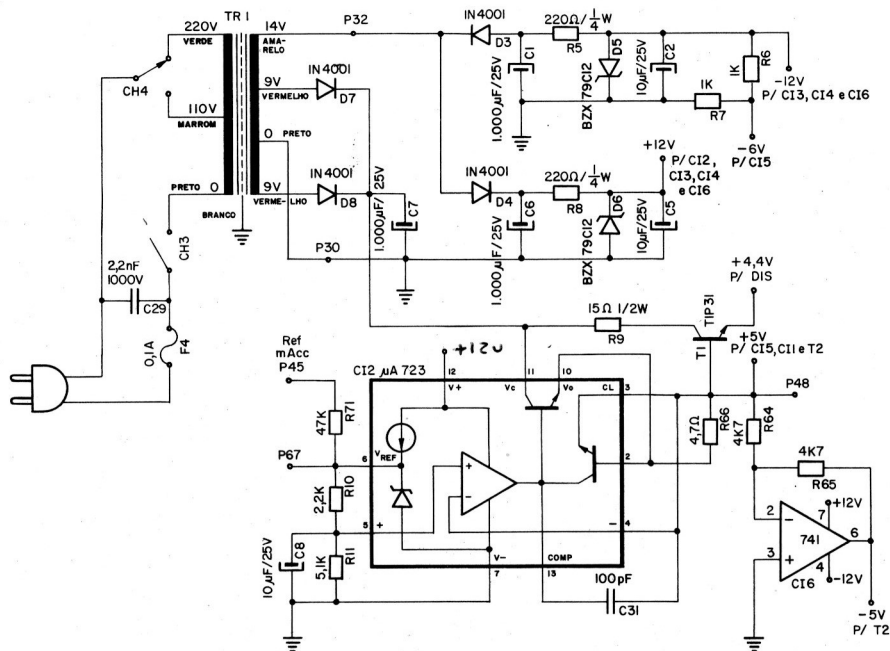


FIGURA 13:
*Esquema elétrico
do bloco
fonte estabilizada
de tensão.*

3.9 — Calibradores - bloco 8

O multímetro K1403 tem apenas dois circuitos calibradores, para CC e CA.

O CALIBRADOR CC fornece uma tensão de 7,15V do μ A723, que é dividida de forma a obter os 100,0mV para a referência do Conversor A/D.

O CALIBRADOR CA fornece uma onda quadrada de 0 à Vf (Vf = tensão de alimentação do CI4011) na frequência da rede. A partir dessa onda quadrada, ajusta-se o trimpot R73 até atingir um valor de tensão eficaz pré-determinada no display.

Para o cálculo dessa tensão eficaz pré-determinada, é preciso levar em consideração que a onda do calibrador é quadrada e não senoidal, que o multímetro é sensível à média do sinal e que desacopla sua componente contínua.

CÁLCULO PARA A CALIBRAÇÃO:

Sendo Em o valor de pico de uma onda senoidal, temos:

$$V_{médio_s} = \frac{Em}{\pi} \text{ e } V_{ef_s} = \frac{Em}{\sqrt{2} \cdot V_{médio_s} \cdot \pi};$$

$$\text{portanto: } V_{ef_s} = \frac{V_{médios} \cdot \pi}{\sqrt{2}}$$

Entrando com uma onda quadrada, temos que associar seu valor médio ao de uma onda senoidal. Levando em conta o desacoplamento da componente contínua e a retificação, temos:

$$V_{\text{médio}_q} = \frac{Vf}{4} . \text{ Igualando } V_{\text{médio}_s} \text{ à } V_{\text{médio}_q},$$

temos:
$$V_{ef} = \frac{V_{médio_q} \cdot \pi}{\sqrt{2}} ;$$

conhecendo-se $V_{\text{médio}_q}$, calcula-se V_{ef_s} .

A tensão de saída do CI4011 não chega exatamente em V_f , portanto esse efeito deve ser levado em conta no cálculo de $V_{médio}$ da equação acima. O V_{ef} corrigido está no capítulo CALIBRAÇÃO.

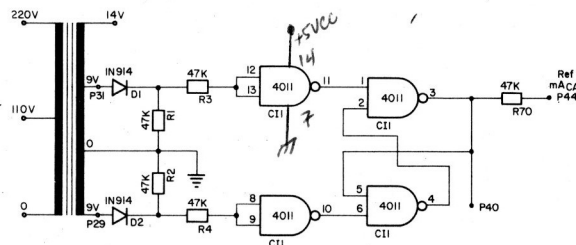


FIGURA 14:
*Esquema elétrico
do bloco calibrador.
Gerador de onda
quadrada a partir
da tensão da rede.*

O KIT ENGENHO foi especialmente concebido para uma montagem fácil, instrutiva e segura.

Para tanto, utilizamos o sistema Passo a Passo, que contém observações importantes para o êxito da montagem e funcionamento do aparelho.

Um tique (✓) no parêntese correspondente ao passo da montagem, permitirá a qualquer tempo uma rápida e segura conferência das etapas realizadas, além de evitar possíveis omissões no decorrer do trabalho.

Antes de iniciar a montagem, verifique a presença de todos sub-conjuntos abaixo descritos, **abra-os porém, somente na hora de sua utilização:**

- Tampas superior e inferior
- Suportes laterais direito e esquerdo
- Painel frontal
- Painel traseiro
- Sub-painel
- Alça
- Componentes Eletrônicos (pacotes A, B, C, D, E, F e G)
- Três placas de circuito impresso
- Componentes dos painéis frontal e traseiro
- Pacote de fios e acessórios
- Parafusos, porcas e arruelas

Nota: Todos componentes do seu KIT ENGENHO são de boa qualidade. Foram testados e revisados pelo nosso departamento técnico para assegurar o êxito da montagem e da utilização profissional do aparelho.

4.1 — Recursos para Montagem

O multímetro digital KIT ENGENHO requer um mínimo de recursos para sua montagem e calibração.

Recomendamos o seguinte conjunto básico:

- Alicates de bico fino e reto (4 1/2")
- Alicates de corte diagonal pequeno (4 1/2")
- Alicate Universal (6")
- Chave de fenda pequena (5/150mm)
- Chave de fenda pequena para knob (2/150mm)
- Ferro de soldar de pequena potência (30W)

4.2 — Montagem do Circuito Impresso

Antes de qualquer iniciativa de montagem, leia com atenção as instruções a seguir.

Separe as placas de circuito impresso, os pacotes de componentes A, B, C, D e os encartes correspondentes, anexos ao manual.

Inicie o trabalho pelo pacote A, cujo encarte correspondente traz a localização dos componentes (destacados em verde) a serem montados na placa de

circuito impresso. Montado o pacote A, prossiga com os demais pacotes mencionados.

Consulte o **Apêndice** para melhor identificação dos capacitores de poliéster "zebra", dos resistores de $\pm 5\%$ e $\pm 1\%$, e dos parafusos, porcas e arruelas.

Para uma correta instalação dos componentes, proceda da seguinte forma:

- 1) Confira cuidadosamente a posição de cada componente, observando seus respectivos valores.
- 2) Confirme a polaridade dos diodos e capacitores eletrolíticos.
- 3) Inicie a montagem dobrando os terminais (quadro ao lado).
- 4) Coloque o componente no circuito impresso (quadro ao lado).

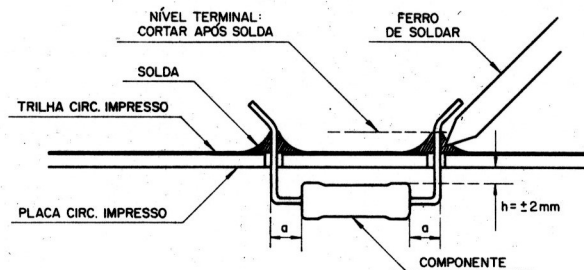
5) Solde-o. Depois, com alicate apropriado, corte os terminais rente ao ponto de solda.

6) Verifique se todos terminais estão soldados, e se não há curto-circuito provocado por solda excessiva.

Terminada a montagem dos quatro pacotes, confira se todos componentes foram utilizados.

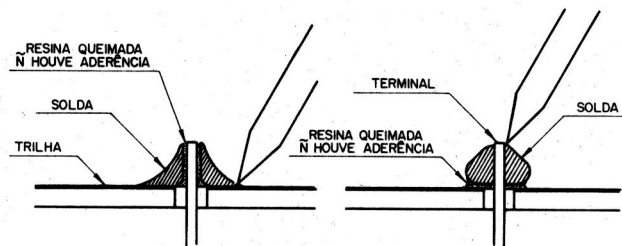
Importante: Tome todo cuidado para não fazer solda fria, que pode gerar um mau contato difícil de ser localizado posteriormente. Observe o quadro ao lado, que indica as diferenças entre uma boa soldagem e uma ruim.

SOLDAGEM CORRETA



Aquecendo-se o terminal e a trilha ao mesmo tempo, a solda adere por igual nos dois elementos, formando uma ligação compacta entre eles.

SOLDAGEM FRIA

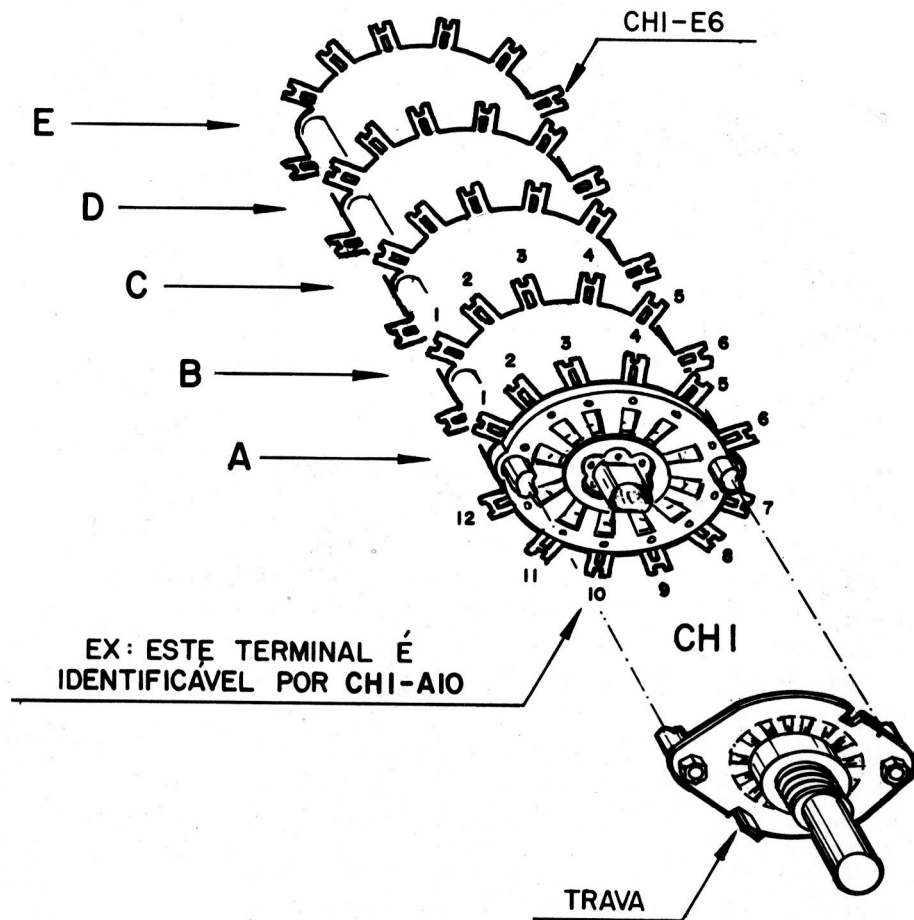


Se os elementos a serem soldados não forem aquecidos ao mesmo tempo, pode não ocorrer uma perfeita aderência em um dos elementos.

4.3 – Montagem das Chaves

Esta etapa da montagem exige especial atenção. Portanto, um caderno ilustrado, anexo ao manual, mostrará detalhadamente as três etapas de montagem das chaves comutadoras, assim divididas: montagem dos componentes, fiação, e ligação das chaves na placa de circuito impresso. A chave de funções (CH1) com 5 seções e a chave de escala (CH2) com 4 seções serão montadas simultaneamente.

Antes de qualquer iniciativa, entenda as convenções a seguir, que irão aparecer nas três fases de montagem. Depois, inicie o trabalho acompanhando as instruções do caderno especial de Montagem das Chaves.



◀ CONVENÇÃO I

Para não haver dúvidas nas ligações, as pastilhas das chaves comutadoras serão identificadas por letras, e os terminais por números.

A ilustração da chave CH1 demonstra claramente as codificações das pastilhas e terminais. A trava interna da chave serve de referencial para determinar o número convencionado de cada terminal, cuja sequência obedece o sentido horário e é válida para todas pastilhas.

As cinco pastilhas da CH1 são convencionadas de A a E; e as quatro pastilhas de CH2, de A a D.

As codificações serão utilizadas das seguintes formas, como exemplo:

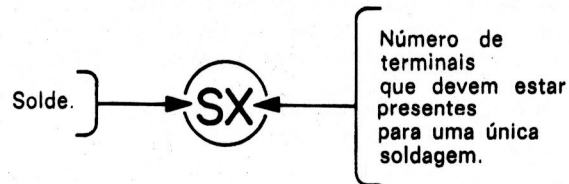
CH1 - C8 → CH2 - B11: quer dizer, ligar terminal 8 da pastilha C da chave 1 com terminal 11 da pastilha B da chave 2.

A7 → A10: quer dizer, ligar terminal 7 da pastilha A com terminal 10 da **mesma** pastilha e na **mesma** chave.

CH1 - A9 → P51: quer dizer, ligar terminal 9 da pastilha A da chave 1 ao pino 51 da placa de circuito impresso.

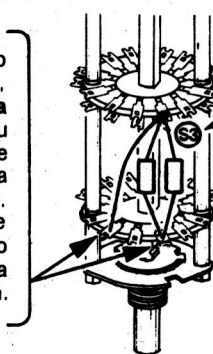
▼ CONVENÇÃO II

A soldagem dos terminais tem que obedecer o seguinte critério:



Exemplo:

Não havendo a convenção, **somente prenda** o fio ou componente no terminal da chave. **Aguarde sempre a indicação** para realizar a soldagem.



Solde de uma só vez os 3 terminais (componentes ou fios) sobre o terminal da chave.

4.4 — Montagem Mecânica

Separe os painéis com seus respectivos pacotes de componentes, que irão formar os painéis frontal e traseiro. O pacote de parafusos, porcas e arruelas também será utilizado e para uma melhor identificação de tipos e tamanhos, consulte o Apêndice.

Agora, inicie a montagem mecânica pelo painel frontal, continue com o painel traseiro e finalize inteligando os dois painéis com as placas de circuito impresso.

4.4.1 — Painel Frontal

Observe o passo a passo e proceda as fixações conforme indicadas na figura 15.

PASSO	(A)	PASSO
1	()	Fixe os bornes.
2	()	Fixe a chave liga-desliga.
3	()	Fixe as chaves comutadoras.
4	()	Retire a proteção de uma das faces da fita adesiva e cole nas bordas da placa de acrílico (visor do display). Retire a proteção da outra face e cole no painel frontal pelo lado interno.
5	()	Com o auxílio de um alicate, gire totalmente as duas chaves para a esquerda e fixe os knobs, de maneira que o indicador coincida com a primeira posição do painel na extremidade esquerda.

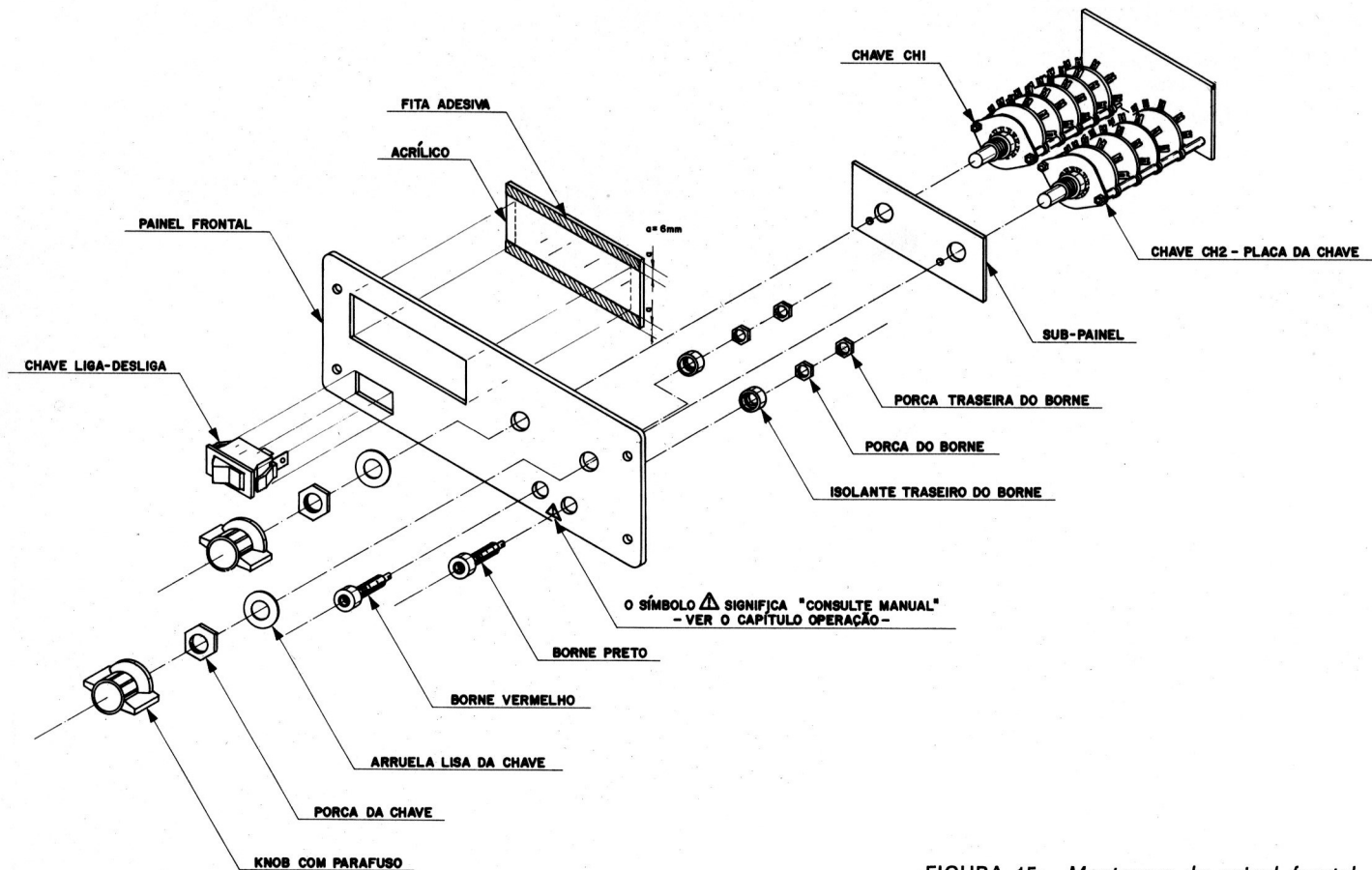
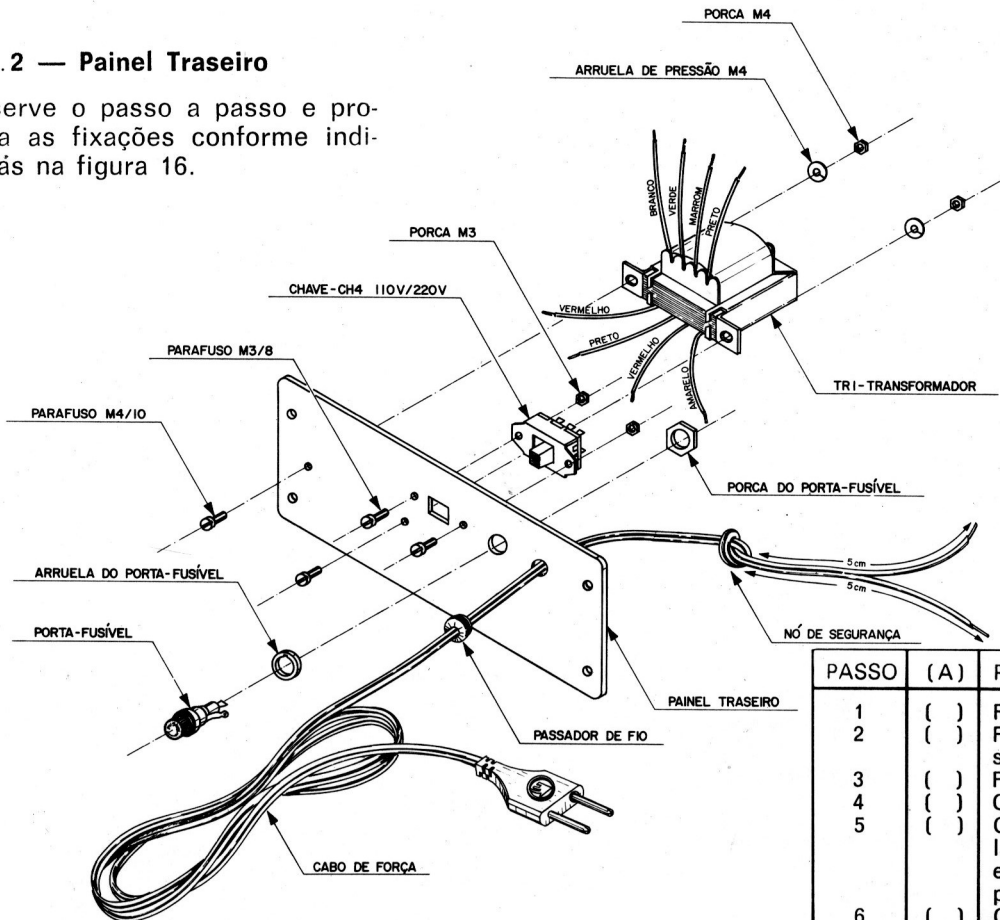


FIGURA 15: Montagem do painel frontal.

4.4.2 — Painel Traseiro

Observe o passo a passo e proceda as fixações conforme indicadas na figura 16.



PASSO	(A)	PASSO
1	()	Fixe o transformador.
2	()	Fixe a chave de seleção de tensão (110/220V).
3	()	Fixe o porta-fusível.
4	()	Coloque o passador de fios.
5	()	Corte 34cm do cabo de força do lado contrário ao plug. Guarde esse pedaço, pois será usado posteriormente.
6	()	Coloque o cabo de força, observando o nó de segurança.

FIGURA 16: Montagem do painel traseiro.

4.4.3 — Interligação dos Painéis

Inicialmente fixe a placa principal à placa do display, de acordo com a figura 17.

Para a soldagem da fiação do display na placa principal, obedeça a seqüência da tabela de correspondência de pinos, que facilitará seu trabalho.

Pinos das Placas

Display	Principal	Display	Principal
M2	P6	I1	P5
O2	P7	L1	P8
N2	P11	K1	P9
L2	P12	J1	P10
H2	P13	H1	P15
K2	P14	F1	P16
I2	P18	D1	P17
D2	P19	E1	P20
C2	P22	B1	P21
A2	P24	A1	P23
E2	P25	C1	P26
F2	P27	G1	P28

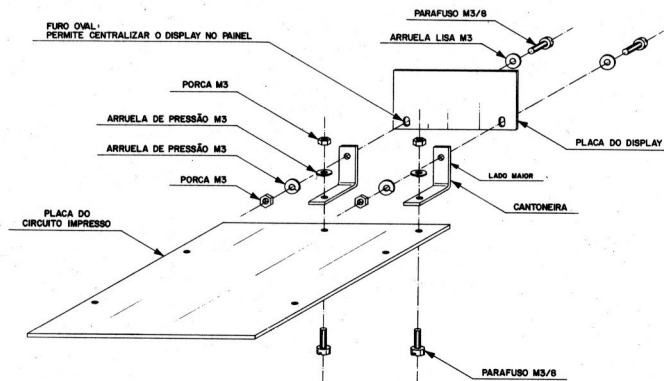


FIGURA 17: *Ligação do display com a placa principal.*

Para finalizar a montagem mecânica faça as interligações das montagens anteriores, orientando-se pela figura 18 e pelo passo a passo. Porém, não prenda definitivamente as peças "explodidas". Interligue-as primeiro com os parafusos, assim que estiverem perfeitamente encaixadas, aperte-as com as porcas.

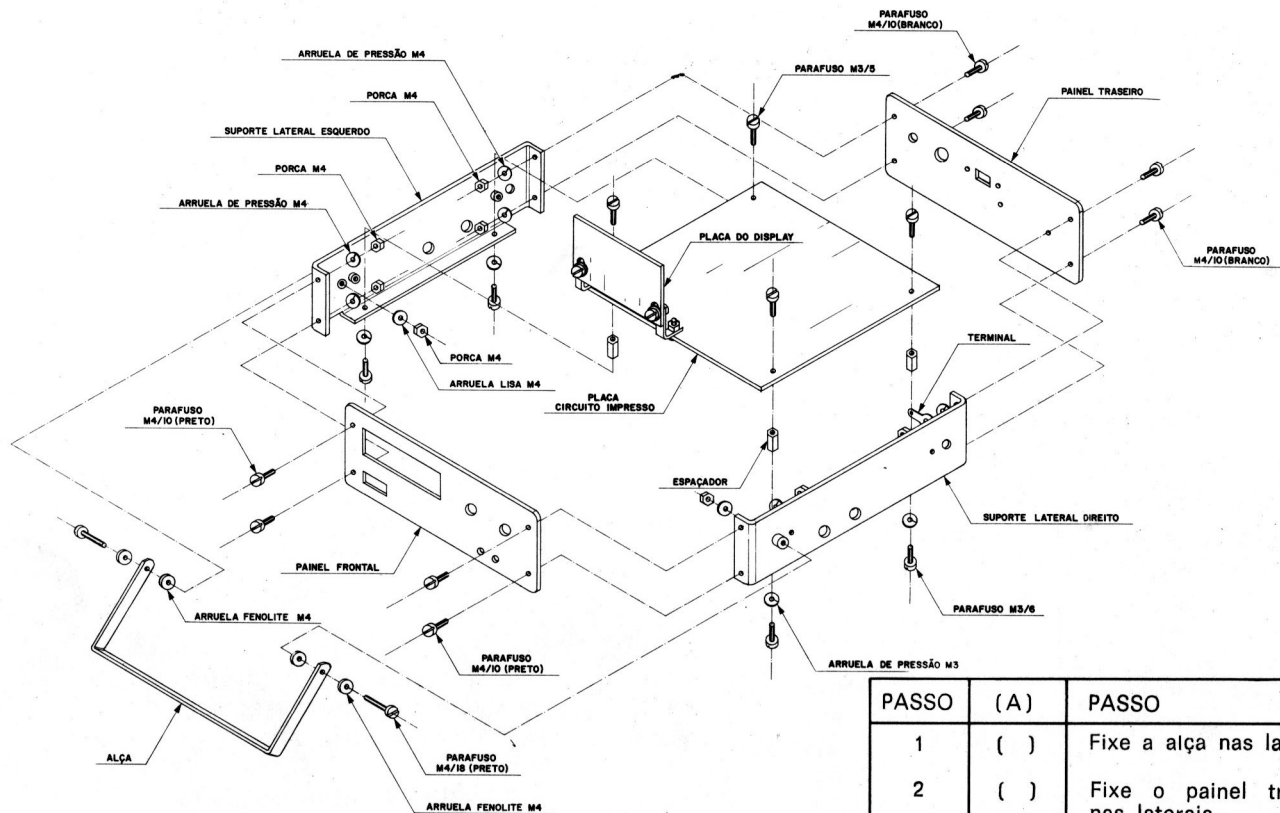


FIGURA 18: *Interligação das montagens anteriores.*

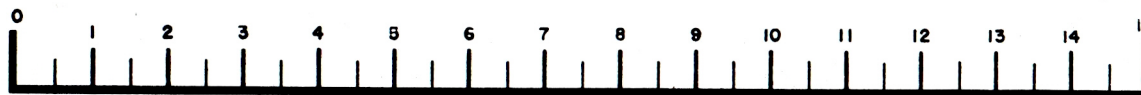
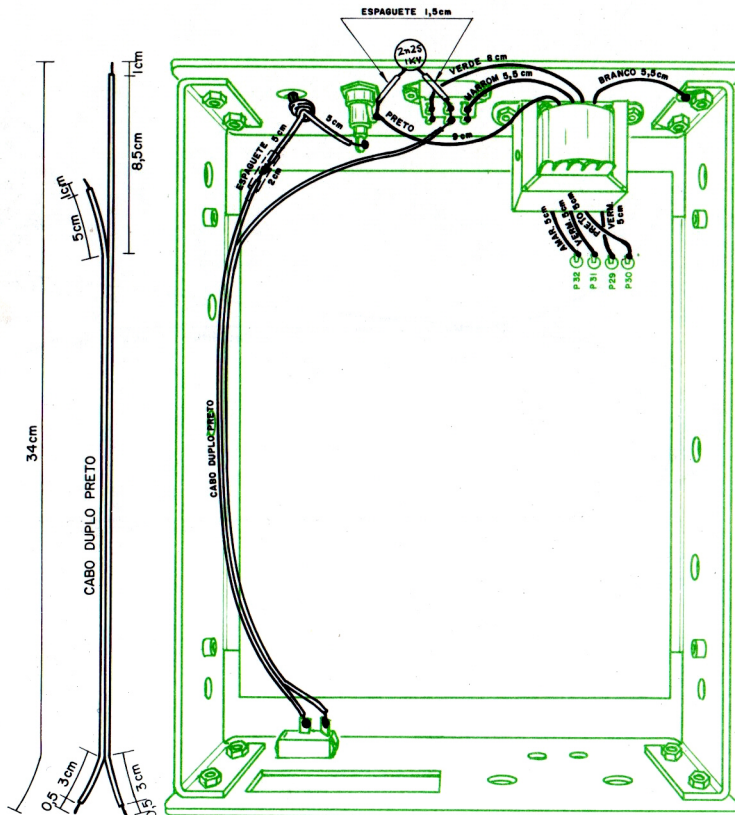
PASSO	(A)	PASSO
1	()	Fixe a alça nas laterais.
2	()	Fixe o painel traseiro nas laterais.
3	()	Fixe a placa de circuito impresso.
4	()	Fixe o painel frontal nas laterais.

4.5 — Fiação Final

Esta é a última etapa da montagem passo a passo, a fiação entre painéis, chaves e placas. Com muito cuidado, faça as ligações dos fios conforme ilustrado nas figuras 19, 20 e 21, **observando o tamanho, as cores e a posição dos fios**. Para facilitar o trabalho, faça uma marca qualquer em cima dos fios, à medida que forem sendo ligados.

Coloque o fusível de 0,1A no seu suporte, localizado no painel traseiro (os fusíveis que sobram são reservas).

FIGURA 19: Fiação da alimentação CA.



ESCALA 1:1 - CM

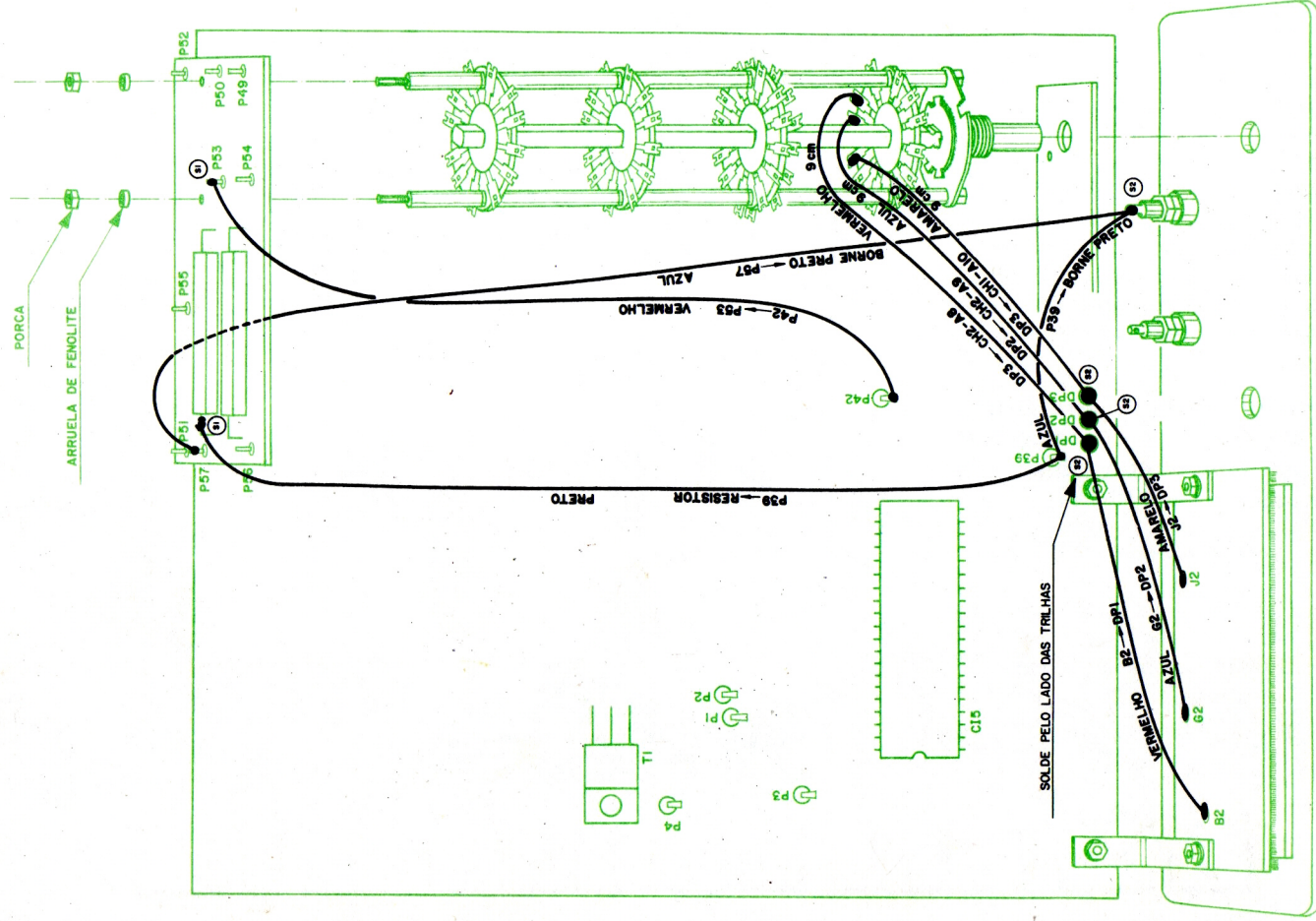


FIGURA 20: Fiação entre chaves e placas.

Existem apenas dois trimpots para a calibração do Multímetro Digital K1403 (figura 22), que devem ser girados lentamente, pois alguns ajustes são críticos e sensíveis.

5.1 — Calibração CC

É o ajuste da V_{ref} do conversor A/D (ICL 7107). Para tal ajuste, o multímetro lerá uma tensão previamente conhecida, gerada pelo CI2 $\mu A723$. O display será ajustado para esse valor, que é diferente em cada Multímetro K1403. Nesse aparelho ele está especificado abaixo, com precisão de 0,2%; o que garante a precisão do instrumento, conforme descrito no Capítulo 2. Em caso de reposição do CI $\mu A723$ ou R74 e R75, consulte o capítulo REPAROS.

TENSÃO DE REFERÊNCIA = 168,3 mV

Proceda da seguinte forma para a calibração CC:

- 1) Verifique se os itens do Teste de Funcionamento foram satisfeitos.
- 2) Interligue os pinos P67 e P65 por meio de um fio. Solde-os, para que haja um contato eficiente.
- 3) Coloque a chave de função na posição V_{cc} e a chave de escala em 200mV.

4) Coloque a ponta de prova vermelha no pino P33. O display deve apresentar o valor da Tensão de Referência fornecido.

5) Caso não indique esse valor, com a chave de fenda pequena, varie o trimpot R72 até conseguir o valor indicado da Tensão de Referência.

6) Estando tudo correto, desfaça a ligação entre P67 e P65 e passe à calibração CA. Caso contrário, consulte o capítulo REPAROS.

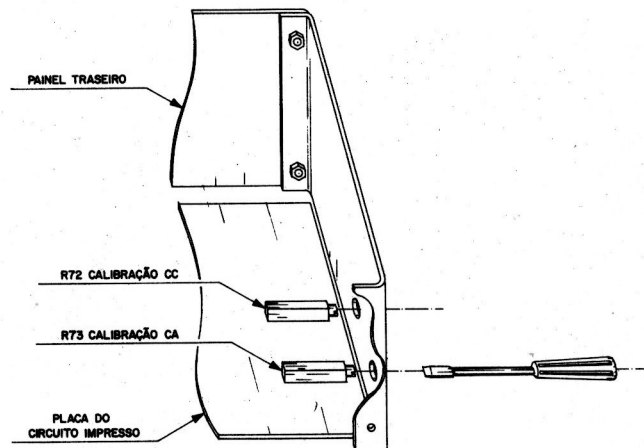


FIGURA 22: Trimpots de calibração.

5.2 — Calibração CA

Implica em transformar a tensão média do sinal de entrada em um valor numericamente igual à sua tensão eficaz. Para calibrar este trimpot, proceda da seguinte maneira:

- 1) Verifique se os itens do Teste de Funcionamento foram satisfeitos.
- 2) Interligue os pinos P48 e P65 por meio de um fio. Solde-os, para que haja um contato eficiente.
- 3) Coloque a chave de função na posição Vcc e a chave de escala em 200mV.
- 4) Coloque a ponta de prova vermelha no pino P33. A tensão apresentada no display deve ser anotada abaixo:

$$V_L = \dots\dots\dots mV$$

- 5) Utilize esse valor na fórmula abaixo e obtenha o Vef:

$$\left(\frac{V_L}{2} - 1,17 \right) \cdot 3,14$$

$$V_{ef} = \frac{\dots\dots\dots}{2,83} \therefore V_{ef} = \dots\dots\dots mV$$

- 6) Desligue os pinos P48 e P65.
- 7) Interligue os pinos P40 e P65, da mesma forma do item 2.

- 8) Coloque a chave de função na posição Vca e a chave de escala em 200mV.

- 9) Coloque a ponta de prova vermelha no pino P33. O display deve apresentar o valor de Vef obtido no item 5.

- 10) Se não houver a indicação desse valor, ajuste o trimpot R73 com a chave de fenda pequena até alcançar o valor pretendido. Caso não seja atingido, então consulte o capítulo REPAROS.

- 11) Desligue os pinos P40 e P65.

5.3 — Testes das outras Funções

Com as funções Vcc e Vca devidamente calibradas, submeta as funções mAcc, mAca, KΩ e  a rápidos testes para certificar-se que o multímetro está em perfeitas condições de operação.

Função mAcc

- 1) Coloque a chave de funções em mAcc e a chave de escala em 200μA.
- 2) Conecte a ponta de prova vermelha no pino P45.
- 3) O display deve apresentar um valor entre 140,0μA e 180,0μA; caso contrário, passe ao capítulo REPAROS.

Função mAca

- 1) Coloque a chave de funções em mAca e a chave de escala em 200μA.

- 2) Conecte a ponta de prova vermelha no pino P44.
- 3) O display deve apresentar um valor entre $47\mu A$ e $70\mu A$; caso contrário, passe ao capítulo REPAROS.

Função $K\Omega$

- 1) Coloque a chave de funções em $K\Omega$ e a chave de escala em $200K\Omega$.
- 2) Conecte a ponta de prova vermelha no pino P69 e a ponta de prova preta no pino P68.
- 3) O display deve apresentar um valor entre $50,0K\Omega$ e $44,0K\Omega$; caso contrário, passe ao capítulo REPAROS.

Função junção de diodo

- 1) Coloque a chave de funções em ∇ e a chave de escala em 2V.
- 2) Conecte a ponta de prova vermelha no pino P46 e a ponta de prova preta no pino P47.
- 3) O display deverá mostrar um valor entre 0,550V e 0,800V; caso contrário, passe ao capítulo REPAROS.

5.4 — Fechamento do Aparelho

Aprovado em todos os testes, seu Multímetro Digital Kit Engenho já pode ser fechado. Oriente-se pela figura 23, acompanhando o roteiro abaixo:

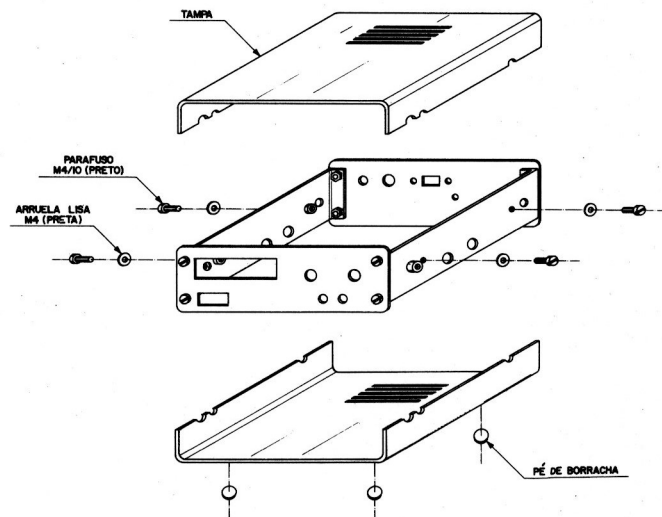


FIGURA 23: Fechamento do gabinete.

PASSO	(A)	PASSO
1	()	Fixe as tampas superior e inferior com os parafusos e arruelas indicadas na figura.
2	()	Fixe os pés de borracha.

Como o multímetro é um instrumento vital na bancada do técnico eletrônico, é de grande importância saber operá-lo corretamente. Portanto, será mostrado a seguir as formas de operação do seu K1403, assim como as precauções e os limites para sua melhor utilização. Proceda sempre de acordo com essas recomendações, que seu aparelho terá vida longa e maior rendimento.

6.1 — Precauções e Limites Máximos



- 1) A ponta de prova vermelha deve ser conectada ao borne positivo (vermelho). A ponta de prova preta deve ser ligada ao borne negativo (preto).
- 2) Ao efetuar leituras com as precisões anunciadas no capítulo 2, o aparelho deverá ser ligado 5 minutos antes para atingir a estabilidade térmica adequada.
- 3) Durante a operação, primeiro selecione a função adequada à grandeza a ser conhecida, para depois conectar as pontas de prova ao dispositivo a ser medido. **Nunca mude a chave de funções com as pontas de prova ligadas ao circuito.**
- 4) **Procure não conectar a ponta de prova preta em pontos do circuito que tenham tensões altas.** Se esta conexão for necessária, **não toque nas partes metálicas** do K1403, pois esta ponta de prova estará ligada à carcaça, que nesse caso poderá provocar **choque elétrico**.
- 5) Nas medidas de tensões, nunca conecte o instrumento em tensões maiores que 1000Vcc ou 700Vca, pois o aparelho poderá ser danificado.

6) Antes de conectar o instrumento para medidas de correntes, certifique-se que a corrente máxima não ultrapassa 2A (CC ou CA). Os valores superiores a 2A podem provocar a queima do fusível interno de proteção (F1).

7) Ao medir correntes, o multímetro deve estar em série com o circuito. Tensões em paralelo nas pontas de prova poderão queimar o fusível interno (F1) por passagem de corrente excessiva; como também põe em risco o circuito testado.

8) Durante as medições de resistência e junção de diodo **não** conecte o multímetro a circuitos ligados ou com tensões remanescentes. Nesse caso, a aplicação de tensão às entradas do instrumento poderá acarretar a queima do fusível interno (F3 ou F2). Se essa tensão for maior que 1000Vcc ou 700Vca o aparelho poderá ser danificado.

6.2 — Indicação de Ultrapassagem do Fundo de Escala

Quando a grandeza a ser medida for maior que o valor permitido pela escala, o multímetro, automaticamente, dará uma indicação de ultrapassagem do fundo de escala. Nesse caso, aparecerá no mostrador o algarismo 1 na extremidade esquerda, podendo vir seguido do ponto decimal. A existência ou posição do ponto decimal depende da escala.

6.3 — Medidas de Tensão, Corrente e Resistência

- 1) Coloque a chave de funções na posição da grandeza a ser medida (Vcc, Vca, mA_{cc}, mA_{ca} ou K Ω).
- 2) Selecione a escala adequada à medida. Se a grandeza elétrica for desconhecida, a chave de escala deverá ser colocada no maior valor possível.

3) *Nas medidas de tensão*, simplesmente conecte as pontas de prova no circuito.

Nas medidas de corrente, primeiro desligue o circuito a ser medido e depois interrompa-o no ponto desejado, conectando o multímetro em série com a corrente. Religue o circuito.

Nas medidas de resistência, certifique-se da inexistência de tensão sobre o resistor a ser medido. Ao realizar a medida, procure não encostar as pontas de prova em outros elementos, mesmo que sejam isolantes, pois podem comprometer a precisão da medida.

4) Após o display apresentar o valor da grandeza, confira se a escala está superior ao valor que está sendo medido. Em caso afirmativo, diminua-a até obter uma leitura satisfatória.

Lembre-se: As pontas de prova apresentam uma pequena resistência residual.

6.4 — Teste de Diodos e Transistores

Essa função especial permite medir a queda de tensão direta em junções de diodo e transistores. Também é possível testar diodos e transistores no circuito elétrico, mesmo havendo resistores em paralelo ($\geq 1K\Omega$). Entretanto, não pode haver tensões no circuito, ou capacitores carregados.

6.4.1 — Teste de Junção de Diodo

- 1) Coloque a chave de funções em  e a chave de escala em 2V.
- 2) Se o diodo a ser medido estiver em algum circuito, desligue a alimentação e descarregue os capacitores do circuito.
- 3) Conecte as pontas de prova conforme a ilustração:



Assim feito, o display deverá mostrar a queda de tensão direta na junção. Se o display apresentar indicação de ultrapassagem do fundo de escala, a junção do diodo está aberta.

4) Invertendo as pontas de prova da figura, agora sim, o display deverá indicar ultrapassagem do fundo de escala. Se o display mostrar uma leitura qualquer, a junção está em curto circuito; ou em paralelo com um resistor menor que $1K\Omega$, no caso do diodo estar em um circuito.

Portanto, recomenda-se desconectar do circuito o diodo a ser testado.

6.4.2 — Teste de Junção de Transistor

As junções base/emissor e base/coletor do transistor podem ser testadas de maneira semelhante ao teste de diodo. Oriente-se pelos procedimentos do item 6.4.1.

Pode-se também testar a ocorrência de curto-circuito entre coletor e emissor. Veja a figura 24.

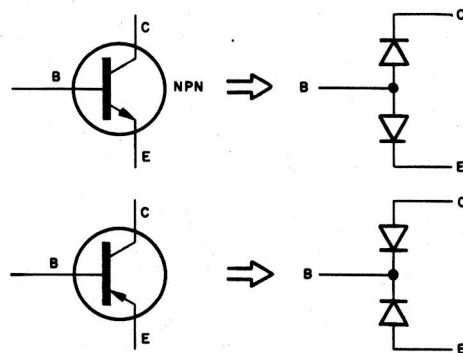


FIGURA 24

6.4.3 — Medidas de Beta de Transistor

Para a medida de beta de transistor é necessário fazer a montagem indicada na figura 25.

Agora, proceda conforme o roteiro:

- 1) Coloque a chave de funções em ∇ e a chave de escala em 2V.
- 2) Colocadas as pontas de prova de acordo com a figura acima, o display mostrará a tensão sobre o transistor.
- 3) A partir do gráfico abaixo, associe a tensão lida ao valor de beta.

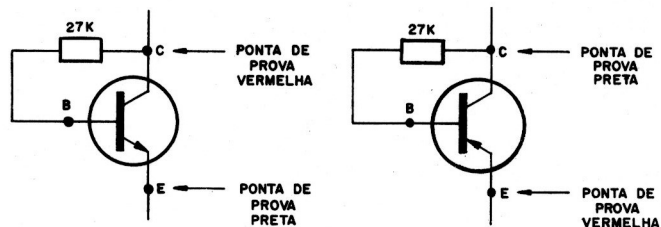


FIGURA 25

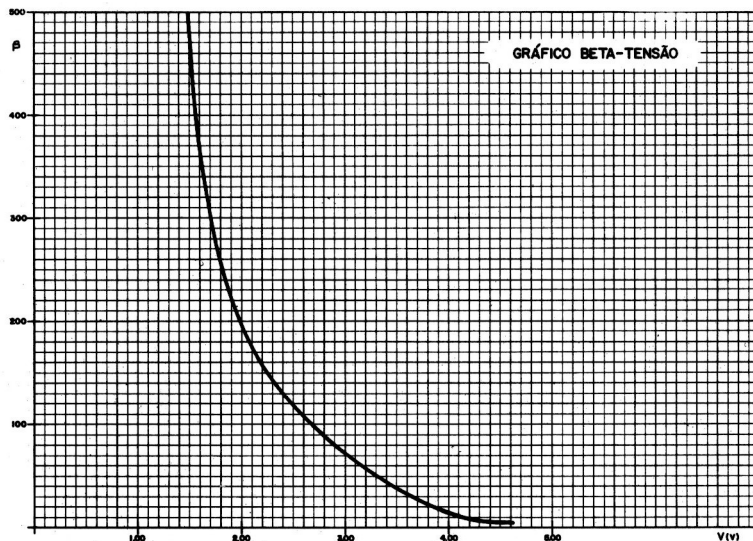
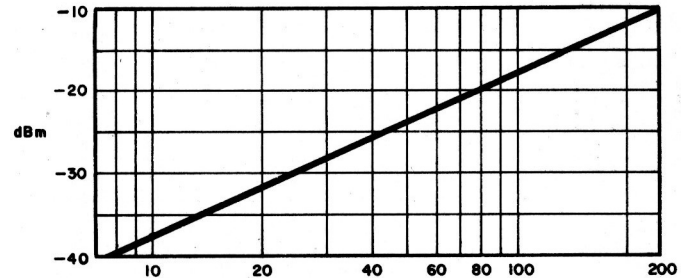


GRÁFICO I: Marque no eixo das abscissas (eixo horizontal) o valor da tensão lida. A partir da curva, obtenha o valor de beta no eixo das ordenadas (eixo vertical).

Escala	Adicione
200mV	0dBm
2 V	20dBm
20 V	40dBm
200 V	60dBm
2.000 V	80dBm

GRÁFICO II: Marque no eixo das abscissas (eixo horizontal) o valor da tensão lida, e a partir da reta obtenha um valor inicial da potência em dBm. Depois, em função da escala em que foi medida a tensão, utilize a tabela acima para determinar a constante, que deve ser adicionada ao valor da potência obtida anteriormente.



OBS.: A ESCALA HORIZONTAL PODE SER MULTIPLICADA POR 1mV; 10mV
100mV; 1000mV e 10000mV.

6.5 — Medidas de Decibéis (dBm)

A medida de dBm é um recurso a mais que o multímetro digital KIT ENGENHO pode oferecer. Esta medida pode ser usada para indicar ganho de potência de dispositivos eletrônicos.

O decibel é uma relação entre duas potências de sinais elétricos. No nosso caso foi usado como potência de referência 1mW sobre uma resistência de 600Ω.

Para a obtenção de dBm de um sinal elétrico, aplique esse sinal sobre um resistor de 600Ω. Depois, meça a tensão CA (veja item 6.3 deste capítulo) sobre o resistor e consulte o Gráfico II para a conversão em dBm.

7.1 — Revisão e Assistência Técnica

A assistência técnica do seu KIT ENGENHO estará à inteira disposição no telefone e endereço encontrados na primeira página deste manual. Entretanto, se o multímetro digital K1403 acabou de ser montado, lembre-se que pode ter havido algum erro na sua construção. Portanto, antes de nos contactar, teste mais uma vez os seus conhecimentos, seguindo o roteiro abaixo:

- Verifique os pontos de solda. Lembre-se, a solda fria pode produzir oxidação, gerando mau contato.
- Os curtos entre ilhas adjacentes podem impedir o funcionamento do seu Kit.
- Confira todas etapas do capítulo MONTAGEM PASSO A PASSO.
- Se o defeito for "localizado", ou em caso de substituição de algum componente, consulte o item 7.2.

7.2 — Problemas Localizados

Display não acende

Verifique:

- Todas ligações do painel traseiro.
- Bloco da fonte estabilizada de tensão.

Display sempre indica sobrecarga

Verifique:

- As ligações de R72, CH1, CI5 e CI2.

Não foi possível calibração CC

Verifique:

- As ligações de R72, CI2, CI5 e chave CH1.

Não foi possível calibração CA

Verifique:

- As ligações do CI1, T2, CI3, CI4 e R73.

Não mede corrente CC ou CA

Verifique:

- Fusível F1.
- Ligações nas chaves CH1 e CH2.

Não mede resistência elétrica

Verifique:

- Fusível F3.
- Diodos D15 e D16.
- Ligações nas chaves CH1 e CH2.

Não apresenta indicação na função

Verifique:

- Fusível F2.
- Diodos D11 e D12.
- Ligações na chave CH1.

Substituição de componentes

Todos componentes deste aparelho estão listados no último capítulo deste manual. Para qualquer reposição, a SPECTRUM estará à sua inteira disposição, desde que nos seja enviada a discriminação da peça a ser substituída, acompanhada do **Cód. Spectrum**.

Nota: O CI μ A723 e os resistores R74 e R75 foram medidos com aparelhos especiais, para garantir as especificações do aparelho. Na eventualidade de um desses componentes precisar ser substituído, procure-nos imediatamente. Desta forma, você estará assegurando as precisões do seu multímetro Kit Engenho.

CAPACITORES ⁽¹⁾

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
C11 - C12	10pF/500V cerâmico $\pm$ 10%	022.1017
C21 - C31	100pF/500V cerâmico $\pm$ 10%	022.1062
C9 - C32 - C29	2,2nF/1000V cerâmico $\pm$ 10%	022.2210
C30	22nF/500V cerâmico $\pm$ 10%	022.2255
C22 - C23 - C24 - C15	0,1 μ F/250V zebra $\pm$ 10%	024.1001
C16 - C17 - C18 - C19	0,1 μ F/250V zebra $\pm$ 10%	024.1001
C20 - C26	0,22 μ F/250V zebra $\pm$ 10%	024.2205
C14 - C25	0,47 μ F/250V zebra $\pm$ 10%	024.4710
C2 - C5 - C8	10 μ F/25V eletrolítico	020.1023
C10 - C27 - C28	47 μ F/16V eletrolítico	020.4714
C13	4,7 μ F/10V tântalo	025.4710
C1 - C6 - C7	100 μ F/25V eletrolítico	020.1027
C34	470pF/500V cerâmico $\pm$ 10%	022.4712
C33	22pF/500V cerâmico $\pm$ 10%	022.2202

⁽¹⁾ Os capacitores fornecidos podem ter seus valores de tensão acima dos especificados na tabela.

CHAVES

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
CH1	Comutadora 5 polos x 6 posições	208.5000
CH2	Comutadora 4 polos x 6 posições	208.5001
CH3	Liga-desliga	208.0003
CH4	H-H	208.0002

CIRCUITOS INTEGRADOS

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
CI1	4011	128.4011
CI2	μ A723	124.0723
CI3 - CI4	LM301	124.0301
CI5	ICL7107CPL	124.7107
CI6	μ A741	124.0741

DISPLAYS

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
DIS1	MAN 6730	112.6730
DIS2	MAN 6710	112.6710

DIODOS

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
D3 - D4 - D7 - D8	1N4001	110.1401
D12 - D13 - D14	1N4001	110.1401
D1 - D2 - D9 - D10	1N914	110.1914
D15 - D16 - D17 - D18	1N914	110.1914
D19	1N914	110.1914
D11	1N4007	110.1408
D5 - D6	BZX 79C12 (Zener 12V)	110.5182

FUSÍVEIS

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
F2 - F3 - F4	0,1A - tipo 20AG (5 x 20mm)	048.9002
F1	2A - tipo 20AG (5 x 20mm)	048.0021

PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS

Quantidade	Discriminação	Cód. Spectrum
4	parafusos M3/5mm	302.1305
5	parafusos M3/6mm	302.1307
6	parafusos M3/8mm	302.1308
6	parafusos M4/10mm	302.1410
8	parafusos pretos M4/10mm	302.9410
2	parafusos pretos M4/18mm	302.1419
7	porcas M3/5,5mm	304.0003
12	porcas M4/7mm	304.0004
4	arruelas pretas lisas M4/13mm	306.5132
2	arruelas lisas M3/8mm	306.3030
2	arruelas lisas M4/9mm	306.9902
4	arruelas de fenolite M4/10mm	306.0102
8	arruelas de pressão M3mm	306.1030
10	arruelas de pressão M4mm	306.1040

RESISTORES ⁽²⁾

Identificação	Discriminação	Cód. Spectrum
R43	0,1Ω - 0,5% - 2W	008.0192
R44	0,9Ω - 0,5% - 2W	008.0992

R45 - R46	18Ω - 1% - 1/8W	003.1808
R41 - R68	100Ω - 1% - 1/8W	003.1018
R47 - R48	180Ω - 1% - 1/8W	003.1818
R28 - R40	1KΩ - 1% - 1/8W	003.1028
R49 - R50 - R63	1,8KΩ - 1% - 1/8W	003.1828
R67 - R75	1,8KΩ - 1% - 1/8W	003.1828
R39	10KΩ - 1% - 1/8W	003.1038
R61 - R62	18KΩ - 1% - 1/8W	003.1838
R74	75KΩ - 1% - 1/8W	003.7538
R27 - R38 - R51	100KΩ - 1% - 1/8W	003.1048
R52 - R58	150KΩ - 1% - 1/8W	003.1548
R59 - R60	180KΩ - 1% - 1/8W	003.1848
R53 - R57	750KΩ - 1% - 1/8W	003.7548
R37	1MΩ - 1% - 1/8W	003.1058
R56	1,5MΩ - 1% - 1/4W	003.1554
R55	7,5MΩ - 1% - 1/4W	003.7554
R36	10MΩ - 1% - 1/4W	003.1064
R66	4,7Ω - 5% - 1/8W	004.4798
R54	220Ω - 5% - 1/8W	004.2218
R35 - R6 - R7	1KΩ - 5% - 1/8W	004.1028
R18 - R19	1KΩ - 5% - 1/8W	004.1028
R42	330Ω - 5% - 1/8W	004.3318
R10	2,2KΩ - 5% - 1/8W	004.2228
R15 - R64 - R65 - R69	4,7KΩ - 5% - 1/8W	004.4728
R11	5,1KΩ - 5% - 1/8W	004.5128
R1 - R2 - R3 - R4	47KΩ - 5% - 1/8W	004.4738
R16 - R20 - R21 - R22	47KΩ - 5% - 1/8W	004.4738
R23 - R24 - R34 - R70	47KΩ - 5% - 1/8W	004.4738
R71 - R76	47KΩ - 5% - 1/8W	004.4738
R26 - R29 - R31 - R33	100KΩ - 5% - 1/8W	004.1048
R25	220KΩ - 5% - 1/8W	004.2248
R17	470KΩ - 5% - 1/8W	004.4748
R5 - R8	220Ω - 5% - 1/4W	004.2214
R9	15Ω - 5% - 1/2W	004.1500
R30	220KΩ - 5% - 1W	004.2241
R12	470KΩ - 5% - 1W	004.4741
R32	1MΩ - 5% - 1W	004.1051
R13 - R14	68MΩ - 5% - 1W	004.6851

⁽²⁾ Os resistores de 0,5% são de fio, tipo KKD2; os de 1% são de filme metálico, tipo MR25; e os de 5% são de carbono.

TRANSFORMADOR

<i>Identificação</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Cód. Spectrum</i>
TR1	Entrada 110/220V Saídas: 9V + 9V, 200mA/14V, 50mA Obs.: blindagem eletrostática entre primário e secundário	040.0829

TRANSISTORES

<i>Identificação</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Cód. Spectrum</i>
T1	TIP 31	100.2031
T2	BF 245A (FET)	100.3245
T3 - T4	BC 548	100.1242

TRIMPOTS

<i>Identificação</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Cód. Spectrum</i>
R72 - R73	1K Ω - 15 voltas	010.1023

FIOS

<i>Quantidade</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Cód. Spectrum</i>
80 cm	flexível AWG 26 preto	050.3260

40 cm	flexível AWG 26 marrom	050.3261
130 cm	flexível AWG 26 vermelho	050.3262
60 cm	flexível AWG 26 laranja	050.3263
70 cm	flexível AWG 26 amarelo	050.3264
60 cm	flexível AWG 26 verde	050.3265
150 cm	flexível AWG 26 azul	050.3266
50 cm	flexível AWG 26 roxo	050.3267
130 cm	flexível AWG 26 cinza	050.3268
50 cm	flexível AWG 26 branco	050.3269
70 cm	flexível AWG 22 azul	050.3226
130 cm	rígido AWG 24 vermelho	050.4242
25 cm	cabo coaxial	050.5000

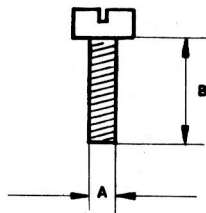
DIVERSOS

<i>Quantidade</i>	<i>Discriminação</i>	<i>Cód. Spectrum</i>
1	alça K1403	315.0065
1	borne preto Joto ref. 57	206.0065
1	borne vermelho Joto ref. 57	206.0064
1	cabo de força	051.0063
2	cantoneiras K1403	315.0070
4	espaçadores sextavados M3/8,5mm	314.0130
10 cm	espaguete	610.0076
20 cm	fita adesiva	606.0047
2	fusíveis de reserva - 0,1A	048.9002
1	fusível de reserva - 2A	048.0021
2	knobs torplás M1-200	214.0200
1	lateral direita K1403	315.0064
1	lateral esquerda K1403	315.0064
1	manual K1403	502.9963
1	painel frontal K1403	315.0068
1	painel traseiro K1403	315.0063
1	passador de fio	610.0046

APÊNDICE

RECONHECIMENTO DE PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS (Montagem Mecânica)

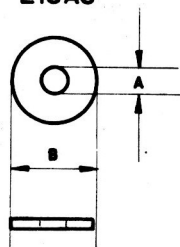
PARAFUSOS



PARAFUSOS M A/B
A, B EM MILÍMETROS

EXEMPLO:
 PARAFUSO M4/16
 A = 4 mm B = 16 mm

ARRUELAS LISAS

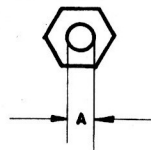


ARRUELA M A
A EM MILÍMETROS

EXEMPLO:
 ARRUELA M4
 A = 4 mm

EXEMPLO:
A, B EM MILÍMETROS
 ARRUELA M4/13
 A = 4 B = 13

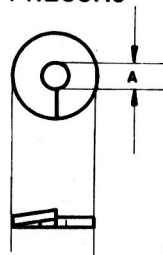
PORCAS



PORCA M A
A EM MILÍMETROS

EXEMPLO:
 PORCA M4
 A = 4 mm

ARRUELAS DE PRESSÃO

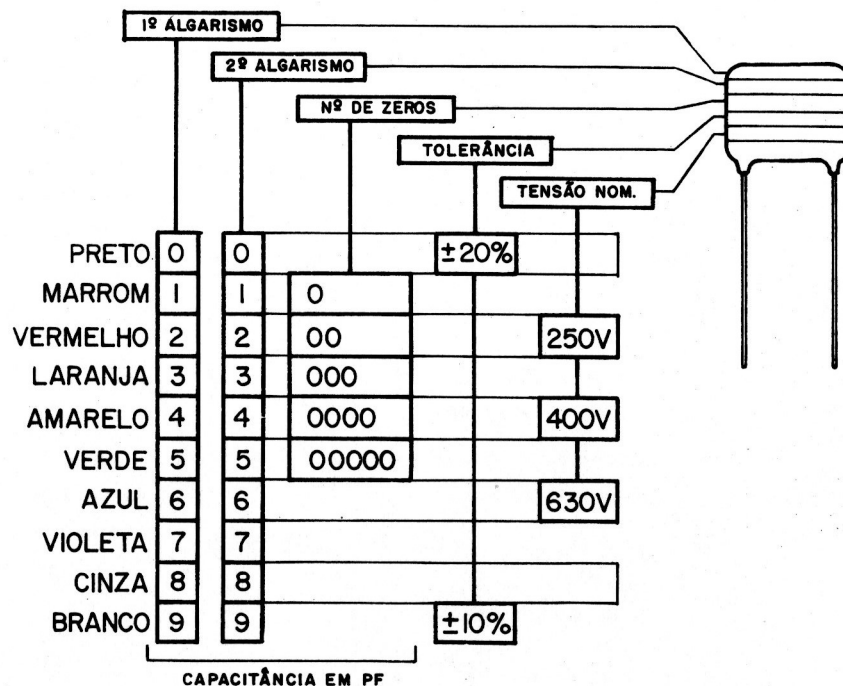


ARRUELA M A
A EM MILÍMETROS

EXEMPLO:
 ARRUELA M4
 A = 4 mm

APÊNDICE

CAPACITORES DE POLIESTER "ZEBRA" (Montagem do Circuito Impresso)

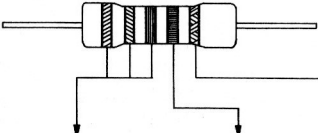


APÊNDICE

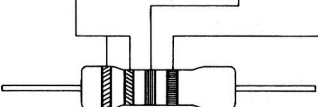
RECONHECIMENTO DE RESISTORES FIXOS (Montagens do Circuito Impresso e Chaves)

Os valores das resistências nominais e as tolerâncias dos resistores fixos são fornecidos através dos anéis coloridos.

CODIFICAÇÃO DE 5 ANÉIS P/ RESISTORES DE $\pm 1\%$ ou $\pm 2\%$



COR	DÍGITOS SIGNIFICATIVOS	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO	0	X 1	
MARROM	1	X 10	$\pm 1\%$
VERMELHO	2	X 100	$\pm 2\%$
LARANJA	3	X 1000	
AMARELO	4	X 10000	
VERDE	5	X 100000	
AZUL	6	X 1000000	
VIOLETA	7	X 10000000	
CINZA	8	X 100000000	
BRANCO	9	X 1000000000	
PRATA		X 0,01	$\pm 10\%$
OURO		X 0,1	$\pm 5\%$



CODIFICAÇÃO DE 4 ANÉIS P/ RESISTORES DE $\pm 1\%$; $\pm 2\%$; $\pm 5\%$ ou $\pm 10\%$

APÊNDICE

RECONHECIMENTO ESPECIFICADO DE RESISTORES (Montagem das Chaves)

Para melhor identificação dos resistores de 1% consulte a tabela abaixo, que apresenta as duas codificações possíveis utilizadas pelos fabricantes (5 ou 4 anéis coloridos).

Valor	Anéis	Cores	Valor	Anéis	Cores
18 Ω	5	marrom-cinza-preto-dourado-marrom	100K Ω	5	marrom-preto-preto-laranja-marrom
	4	marrom-cinza-preto-marrom		4	marrom-preto-amarelo-marrom
100 Ω	5	marrom-preto-preto-preto-marrom	150K Ω	5	marrom-verde-preto-laranja-marrom
	4	marrom-preto-marrom-marrom		4	marrom-verde-amarelo-marrom
180 Ω	5	marrom-cinza-preto-preto-marrom	180K Ω	5	marrom-cinza-preto-laranja-marrom
	4	marrom-cinza-marrom-marrom		4	marrom-cinza-amarelo-marrom
1K Ω	5	marrom-preto-preto-marrom-marrom	750K Ω	5	violeta-verde-preto-laranja-marrom
	4	marrom-preto-vermelho-marrom		4	violeta-verde-amarelo-marrom
1,8K Ω	5	marrom-cinza-preto-marrom-marrom	1M Ω	5	marrom-preto-preto-amarelo-marrom
	4	marrom-cinza-vermelho-marrom		4	marrom-preto-verde-marrom
10K Ω	5	marrom-preto-preto-vermelho-marrom	1,5M Ω	5	marrom-verde-preto-amarelo-marrom
	4	marrom-preto-laranja-marrom		4	marrom-verde-verde-marrom
18K Ω	5	marrom-cinza-preto-vermelho-marrom	7,5M Ω	5	violeta-verde-preto-amarelo-marrom
	4	marrom-cinza-laranja-marrom		4	violeta-verde-verde-marrom
75K Ω	5	violeta-verde-preto-vermelho-marrom			
	4	violeta-verde-laranja-marrom			

Termo de Garantia

A SPECTRUM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LIMITADA garante seu KIT ENGENHO contra qualquer defeito de fabricação pelo prazo de 90 (noventa) dias, contando a partir da data de sua aquisição. A responsabilidade da SPECTRUM fica restrita à substituição de partes defeituosas, durante o período de garantia, desde que, a critério de seus técnicos, se constatem falhas de funcionamento em condições normais de uso.

Não estão cobertos por garantia os danos resultantes de montagem incorreta, alteração no circuito, uso de ferramentas inadequadas ou impróprias, corrosão por fluxo de solda, uso de seu Kit em desacordo com as instruções fornecidas, danos provocados por acidente, agentes da natureza, ligação imprópria à rede elétrica, bem como não é extensiva a outros equipamentos usados juntamente com o Kit Engenho.

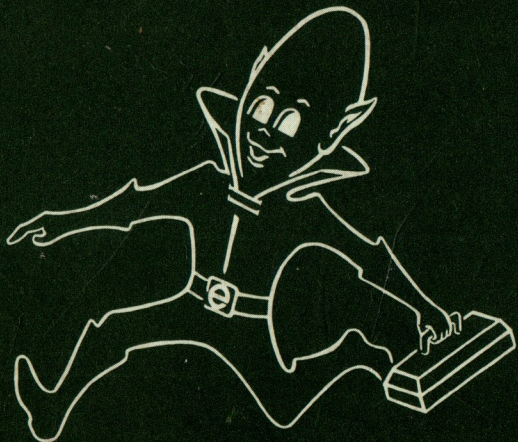
Os serviços decorrentes desta garantia somente serão prestados se o Kit Engenho for posto nas oficinas próprias ou autorizadas, não se responsabilizando a SPECTRUM pelo risco e custos do transporte.

IMPORTANTE: Cabe ao comprador do Kit Engenho comprovar que o mesmo se acha dentro do prazo coberto pela garantia, mediante a apresentação da correspondente Nota de Compra. Portanto, guarde-a cuidadosamente.



SPECTRUM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS IND. E COM. LTDA.

As especificações deste produto estão sujeitas a modificações sem notificação.



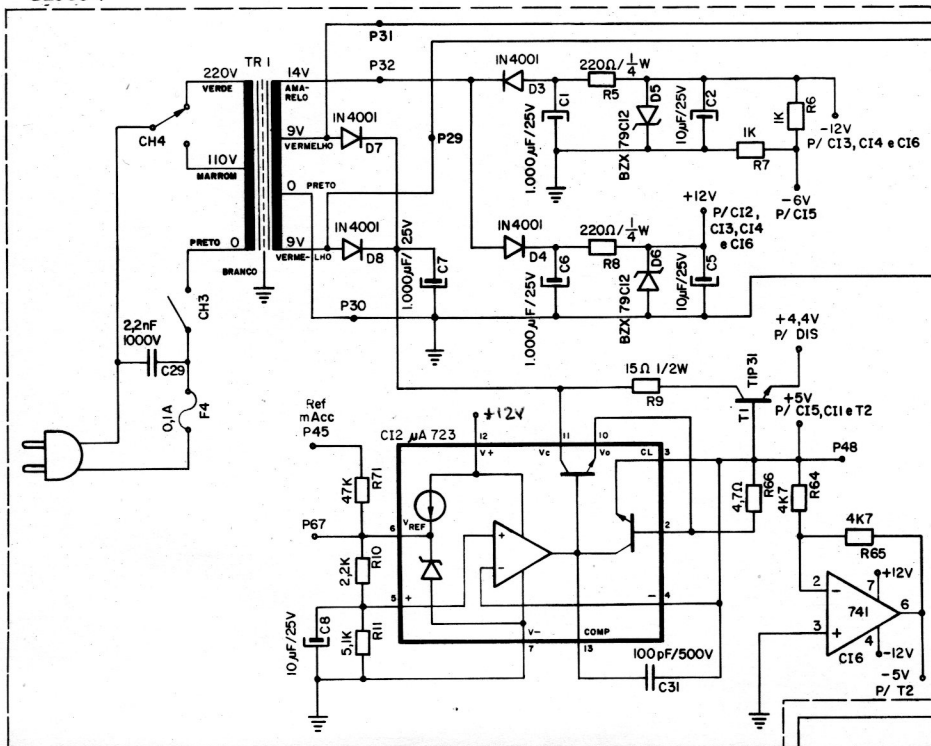
SOCORRO TÉCNICO

Projeto e Fabricação:
SPECTRUM EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS IND. E COM. LTDA.

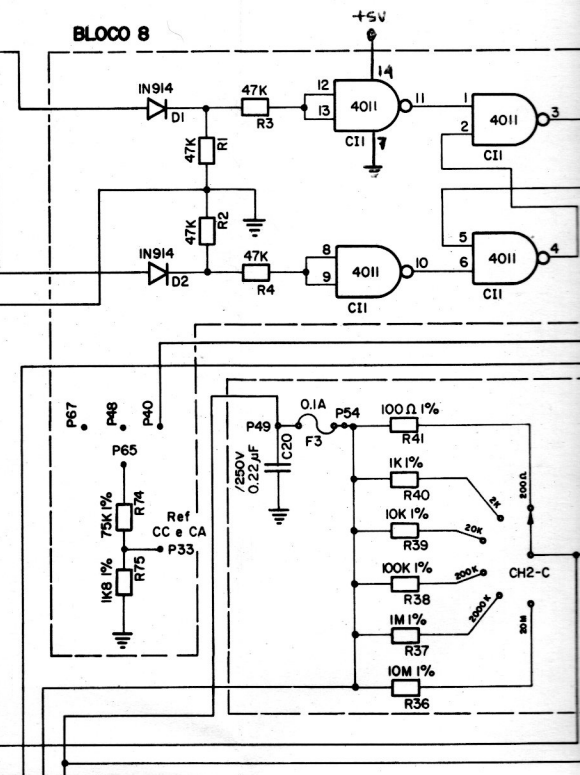
Rua Félix Guilhem, 913 • CEP 05069 • São Paulo • SP • Fone: 260-2551
CGC 51.235.703/0001-30 - INDÚSTRIA BRASILEIRA

OBS.: TODOS OS RESISTORES SÃO DE 1/8W, EXCETO IDENTIFICAÇÃO EM CONTRÁRIO.

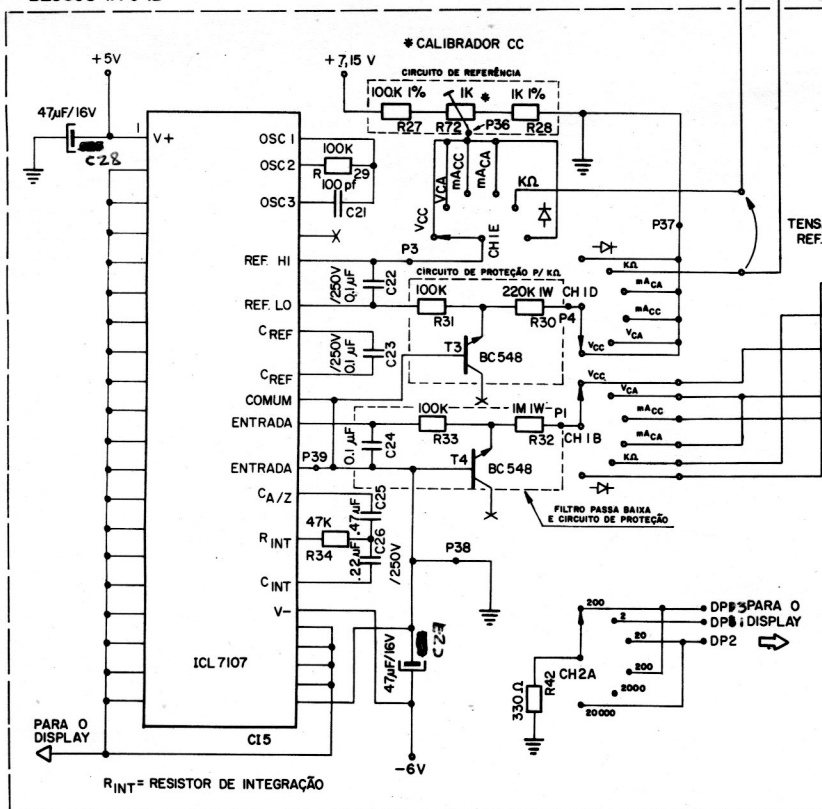
BLOCO 7



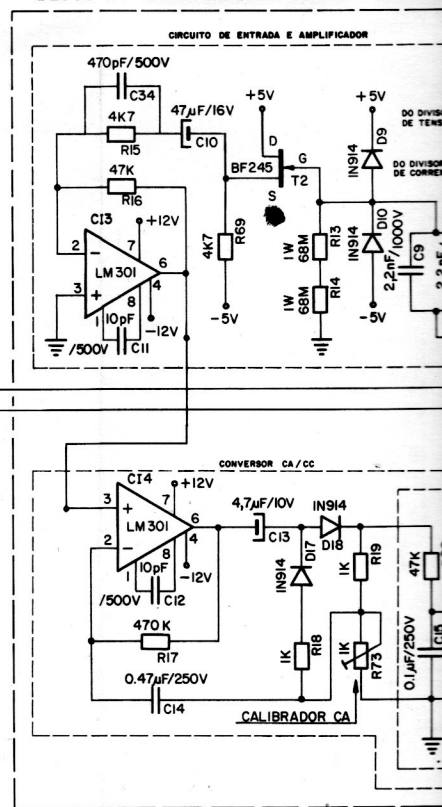
BLOCO 8



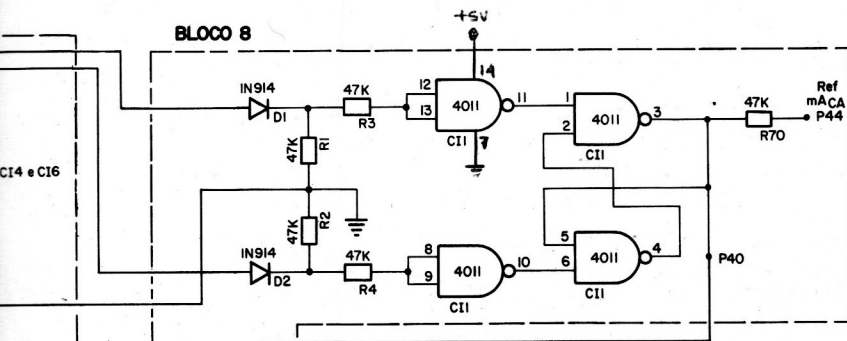
BLOCOS 1A e 1B



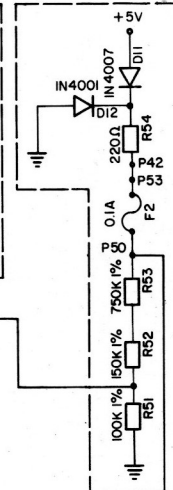
BLOCO 6



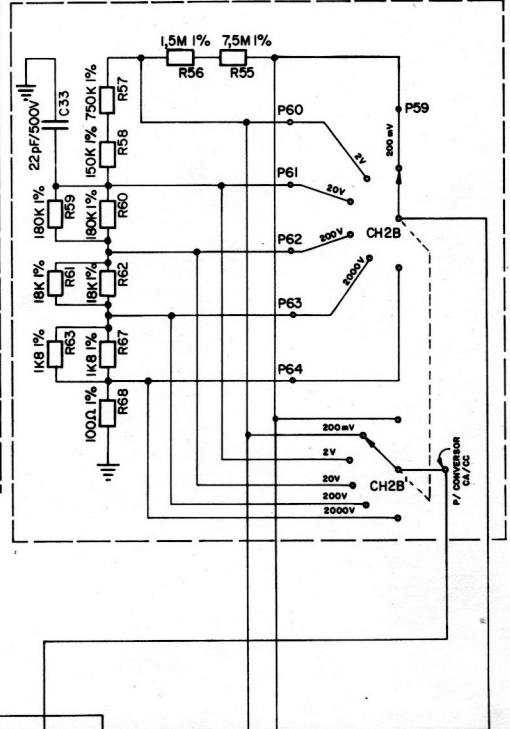
BLOCO 8



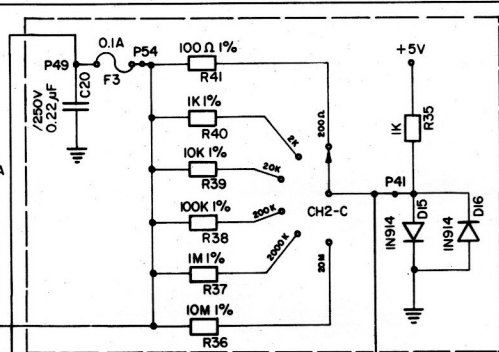
BLOCO 5



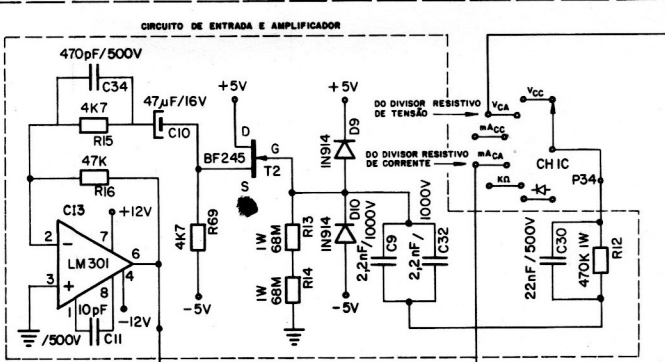
BLOCO 2



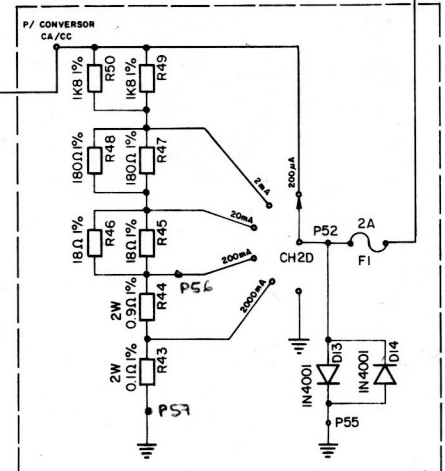
BLOCO 4



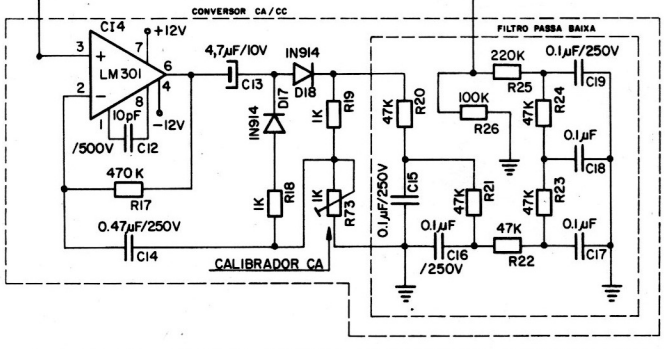
BLOCO 6



BLOCO 3

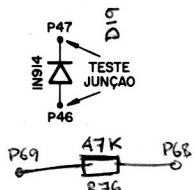
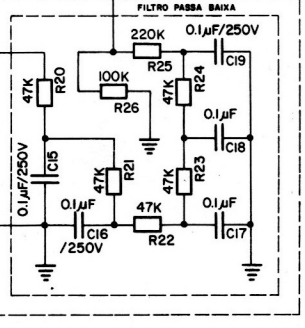


CONVERSOR CA/CC



CALIBRADOR CA

FILTRO PASSA BAIXA



ENCARTE DO MANUAL K1403

**CADERNO DE MONTAGEM
DAS CHAVES COMUTADORAS
DO MULTÍMETRO DIGITAL KIT ENGENHO**

Este caderno é encarte do Manual K1403
e destina-se a facilitar a montagem
das chaves comutadoras do
Multímetro Digital KIT ENGENHO.

Antes de iniciar o trabalho, veja a
seqüência do caderno para melhor
visualização da montagem. É importante
a manutenção dessa ordem, assim
como o perfeito entendimento
das convenções explicadas no manual.

I. Montagem dos Componentes nas Chaves

Os componentes a serem montados nas chaves são os divisores resistivos, compostos por resistores de 1% de tolerância nominal, detalhados na Descrição do Circuito. Leia com atenção as instruções a seguir:

1) Prenda a chave em algum lugar, de forma que elas fiquem em posição vertical e com a trava interna posicionada conforme indicada nos desenhos.

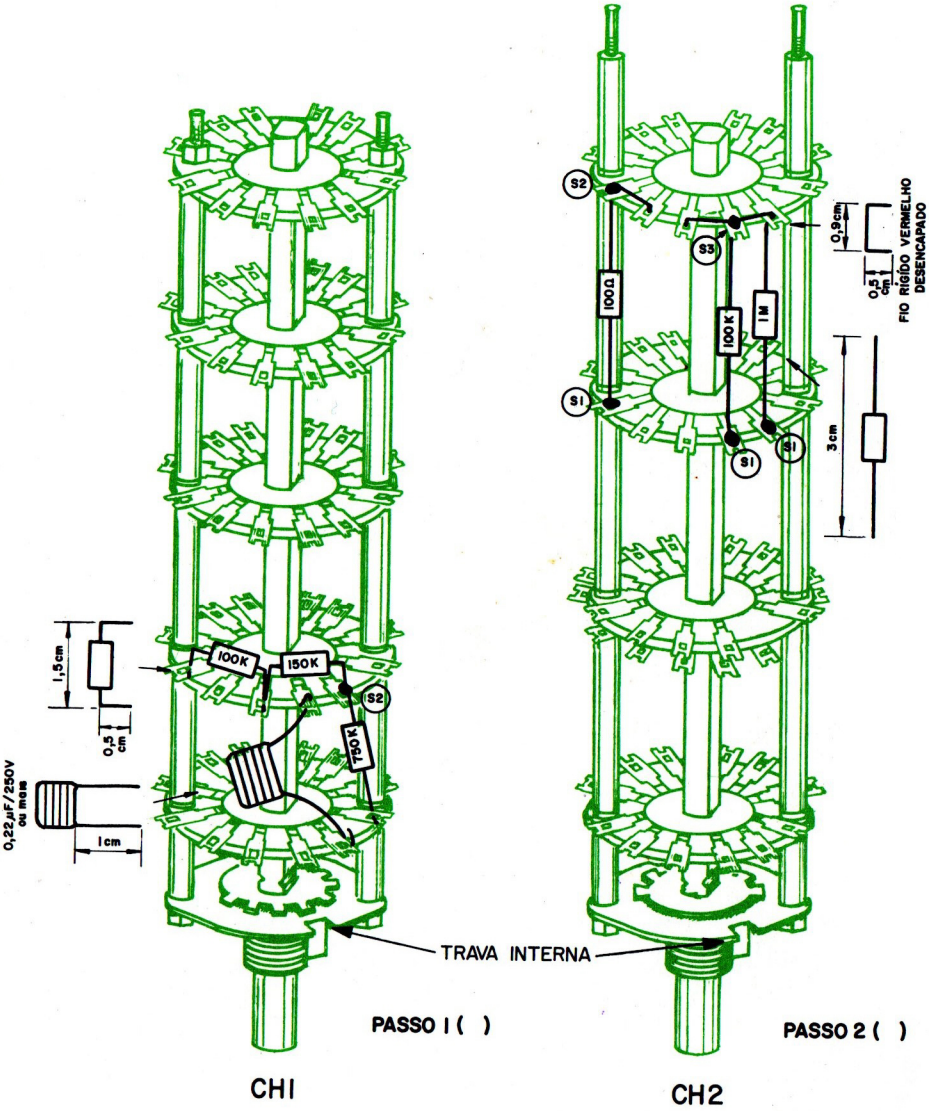
2) Mantenha as Convenções I e II sempre à vista, para eventuais consultas durante a montagem.

3) Inicie o trabalho com os componentes do Pacote E, prossiga com o Pacote F e termine com o G; obedecendo sempre as ilustrações correspondentes ao título do pacote.

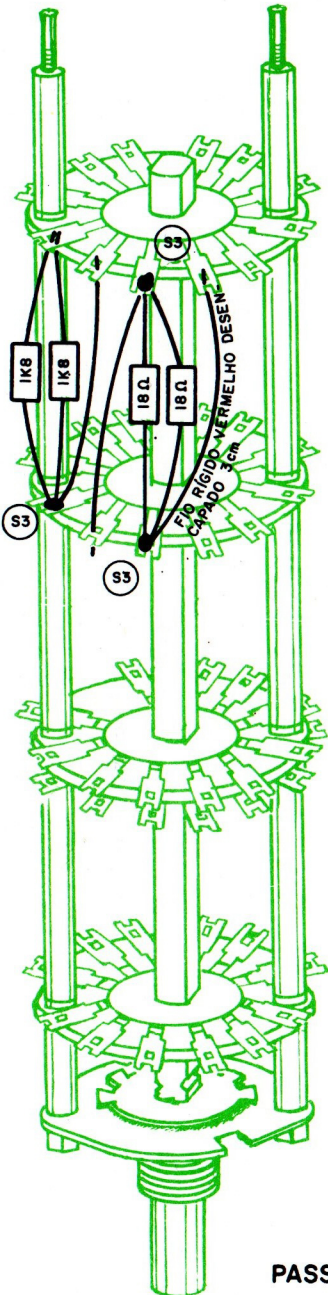
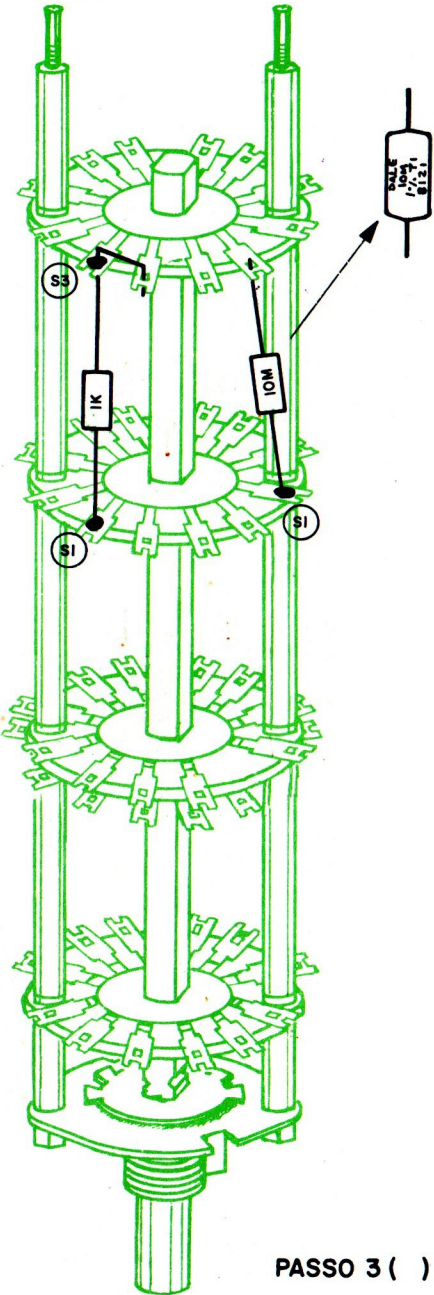
4) Acompanhe os passos em ordem numérica, fazendo um tique (✓) no parêntese correspondente à medida que as exigências de cada figura forem satisfeitas.

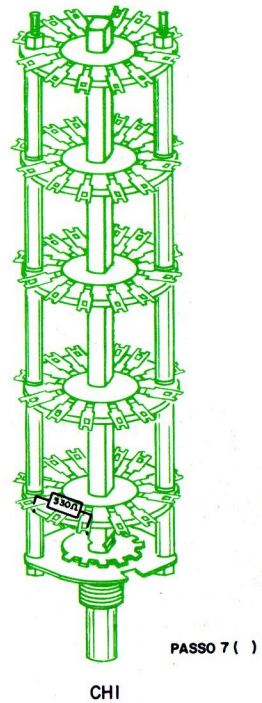
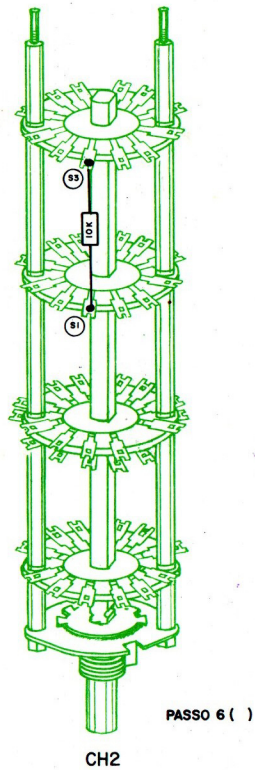
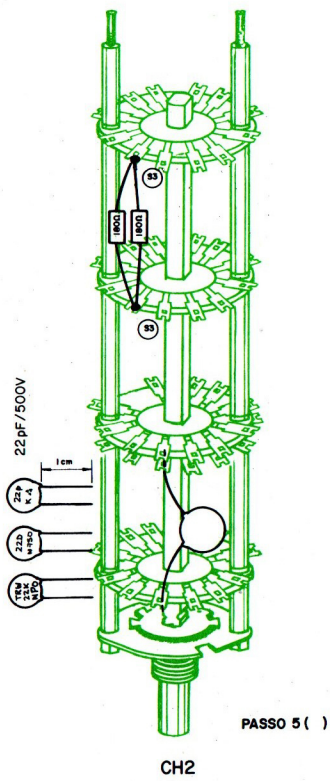
5) Corte e dobre os fios e os terminais dos componentes, conforme indicado nas figuras.

6) Confirme atentamente a posição e o valor de cada componente antes de soldá-lo. Veja no Apêndice uma tabela com as cores correspondentes a cada resistor de $\pm 1\%$.



PACOTE F

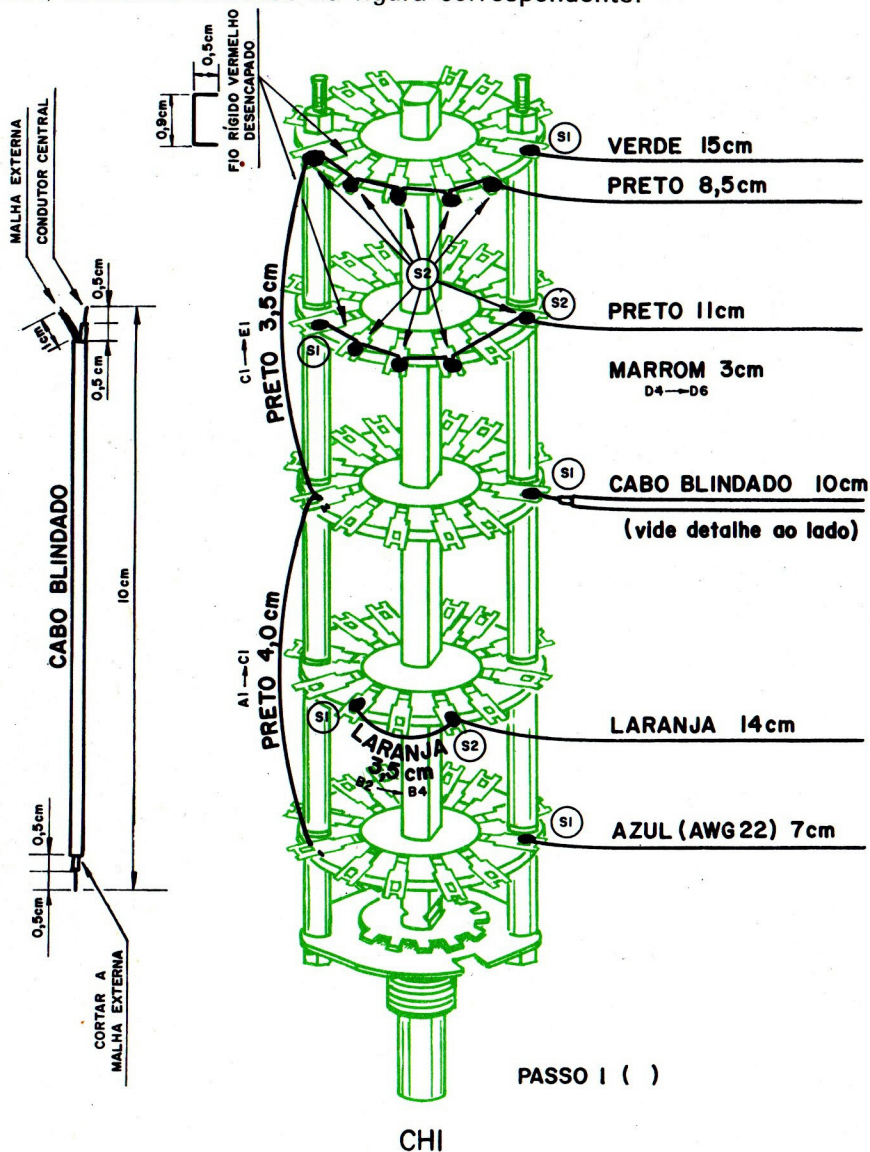


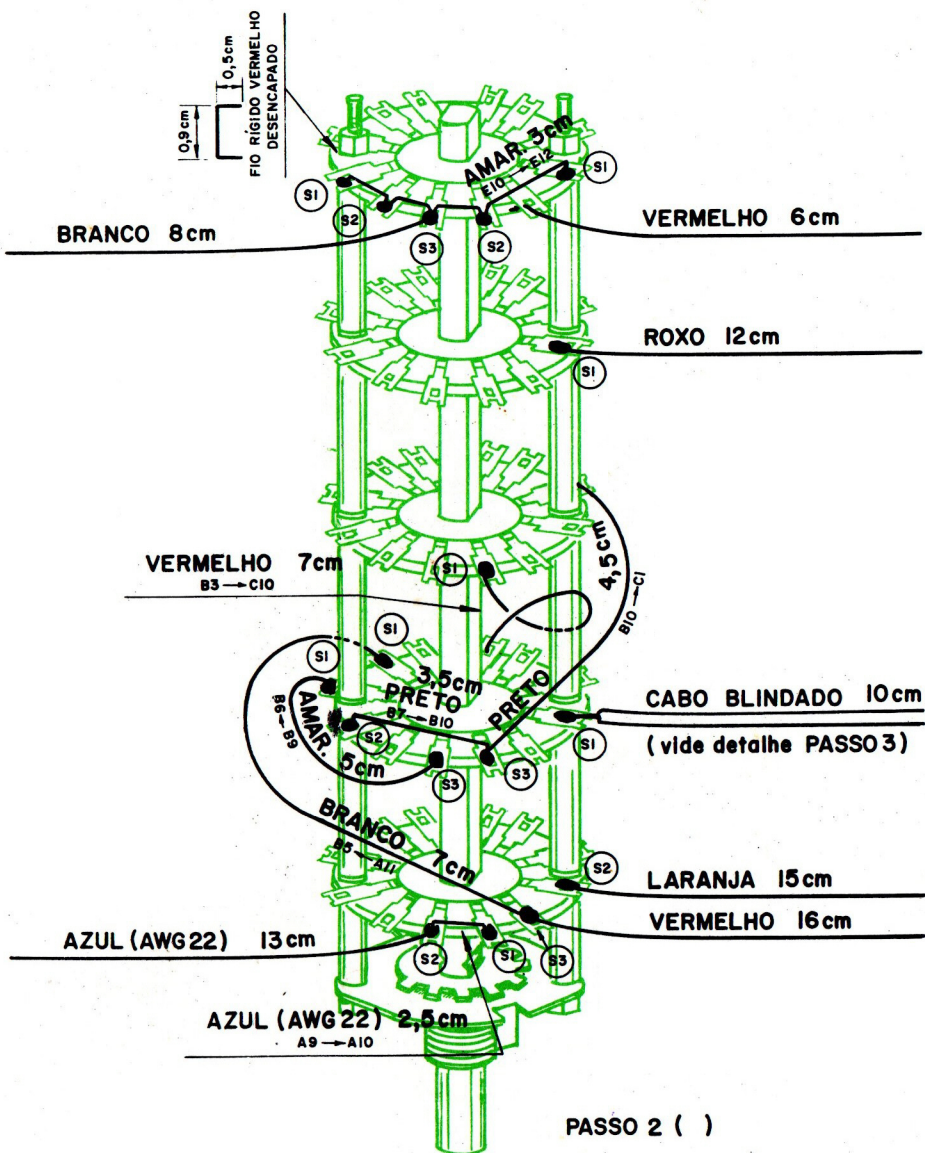


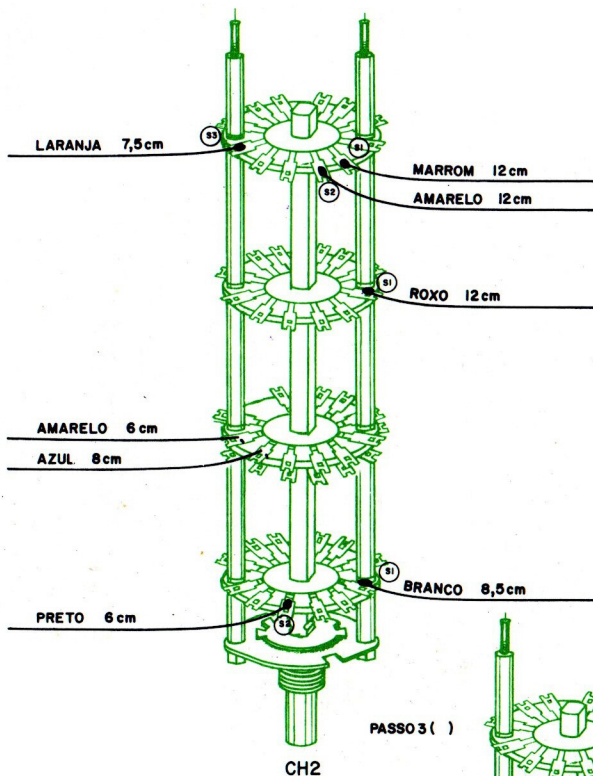
II. Fiação das Chaves

Para a fiação das chaves utilize o Pacote de fios e acessórios, acompanhando os passos referentes a esta etapa. Obedeça a convenção e recomendações anteriores, confirmando cuidadosamente o tipo e posição da chave, a cor e o tamanho dos fios.

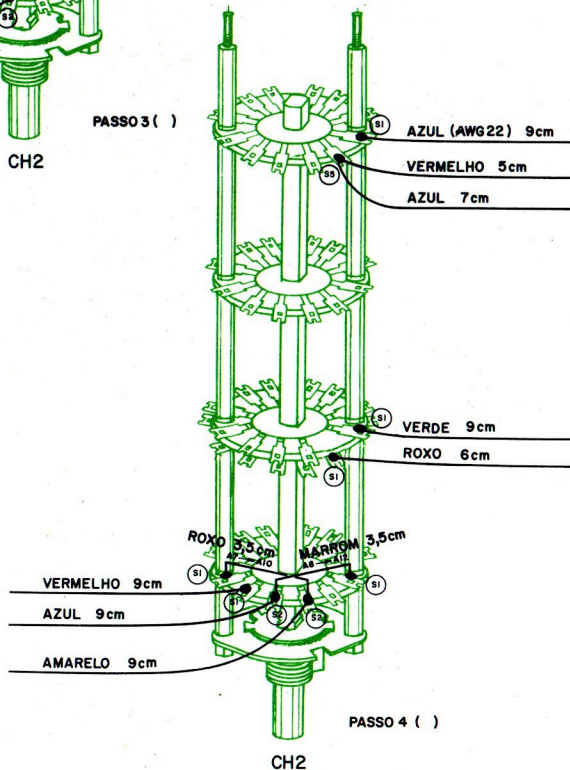
Ao realizar a INTERLIGAÇÃO DAS CHAVES, fixe-as primeiro no subpainel, conforme indicado na figura correspondente.







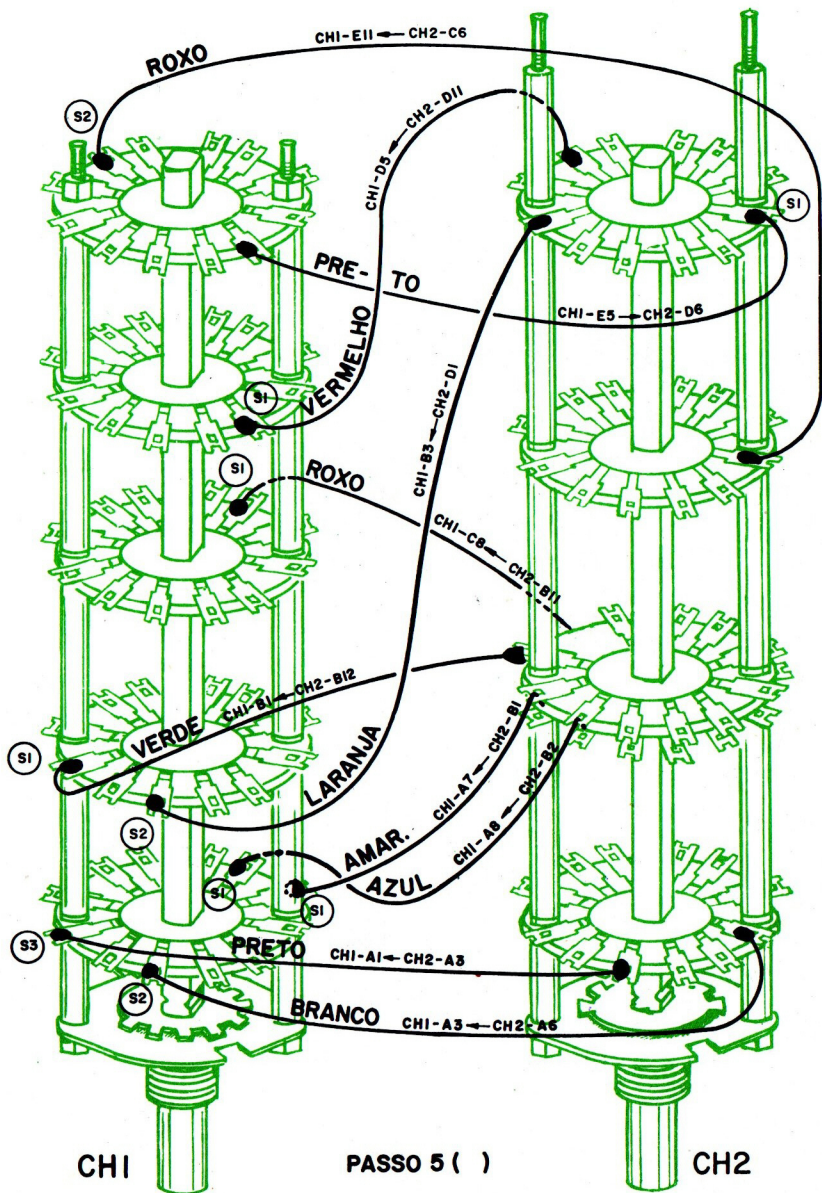
PASSO 3 ()



PASSO 4 ()

INTERLIGAÇÃO DAS CHAVES

Nota: Prenda o sub-painel nas chaves antes de ligar os fios, porém não aperte as porcas demasiadamente. Para a fixação do conjunto no painel frontal essa conexão mecânica será desfeita.

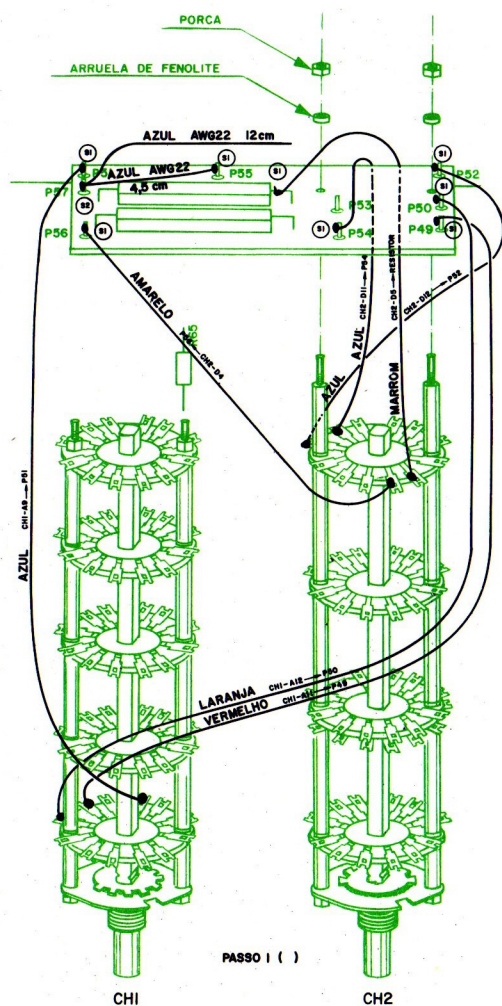


III. Ligação das Chaves na Placa de Circuito Impresso

Observe a figura e proceda conforme indicado no passo a passo.

PASSO (A) PASSO

- 1 () Fixe a placa de circuito impresso (n.º 053.1003) nas chaves, com as arruelas de fenolite e porcas traseiras, ambas da própria chave.
- 2 () Ligue os fios, observando que alguns devem ser soldados somente na placa. Outros fios devem ser soldados o mais próximo possível do corpo do resistor.
- 3 () Terminada as ligações, desconecte o sub-painel das chaves.



PASSO I ()

CHI

CH2

Concluída a montagem das chaves comutadoras, retorne ao Manual no item 4.4 e inicie a montagem mecânica do aparelho.



SPECTRUM equipamentos eletrônicos ind. e com. Ltda.