

PROGRAMÁVEL TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL

TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL

TEMPORIZADOR

DIGITAL

PROGRAMÁVEL

MANUAL TÉCNICO

TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	02
2.	CARACTERÍSTICAS	03
3.	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO	04
4.	MATERIAIS UTILIZADOS	05
5.	CARACTERÍSTICAS DOS SEMICONDUTORES E RELES	07
6.	VISTA INTERNA - LIGAÇÕES EXTERNAS À PLACA	11
7.	FUNCIONAMENTO	12
8.	MANUSEIO DO EQUIPAMENTO	15
9.	CUIDADOS NO MANUSEIO	17
10.	REPARAÇÃO E TESTES	18
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS & AGRADECIMENTOS	20

1. INTRODUÇÃO

O "TDP" (Temporizador Digital Programável) foi projetado e montado para atender às necessidades de alunos e instrutores do CURSO DE ELETRÔNICA quando estão realizando trabalhos na "Sala de KPR" (Laboratório Fotográfico para a Confeção de Placas de Circuito Impresso).

Numa das etapas do processo fotográfico, o filme ou a placa sensibilizada devem permanecer dentro de uma caixa de luz por um tempo determinado. Esse tempo era cronometrado pelos próprios alunos ou instrutores, que corriam o risco de se esquecer de desligar a caixa no instante certo.

Cientes deste fato, nós resolvemos projetar e montar um dispositivo que desligasse a caixa de luz no instante pré-programado, automaticamente. Foi então que surgiu o TDP, que apesar de possuir algumas falhas (principalmente estéticas), é absolutamente confiável e preciso (desde que manuseado conforme o descrito mais adiante).

Do projeto no papel até a sua conclusão, este trabalho consumiu dois meses de pesquisas e montagem.

Salientamos que este projeto poderá ser substituído por outro com melhores características, futuramente, porém enquanto o TDP for utilizado, os instrutores cuidarão pela manutenção e bom uso do mesmo.

Caso necessário, este manual deve ser consultado pelos instrutores e/ou alunos, de modo que não reste a menor dúvida quanto ao manuseio deste equipamento.

PAULO JARBAS OLIVEIRA DA SILVA JUNIOR

E

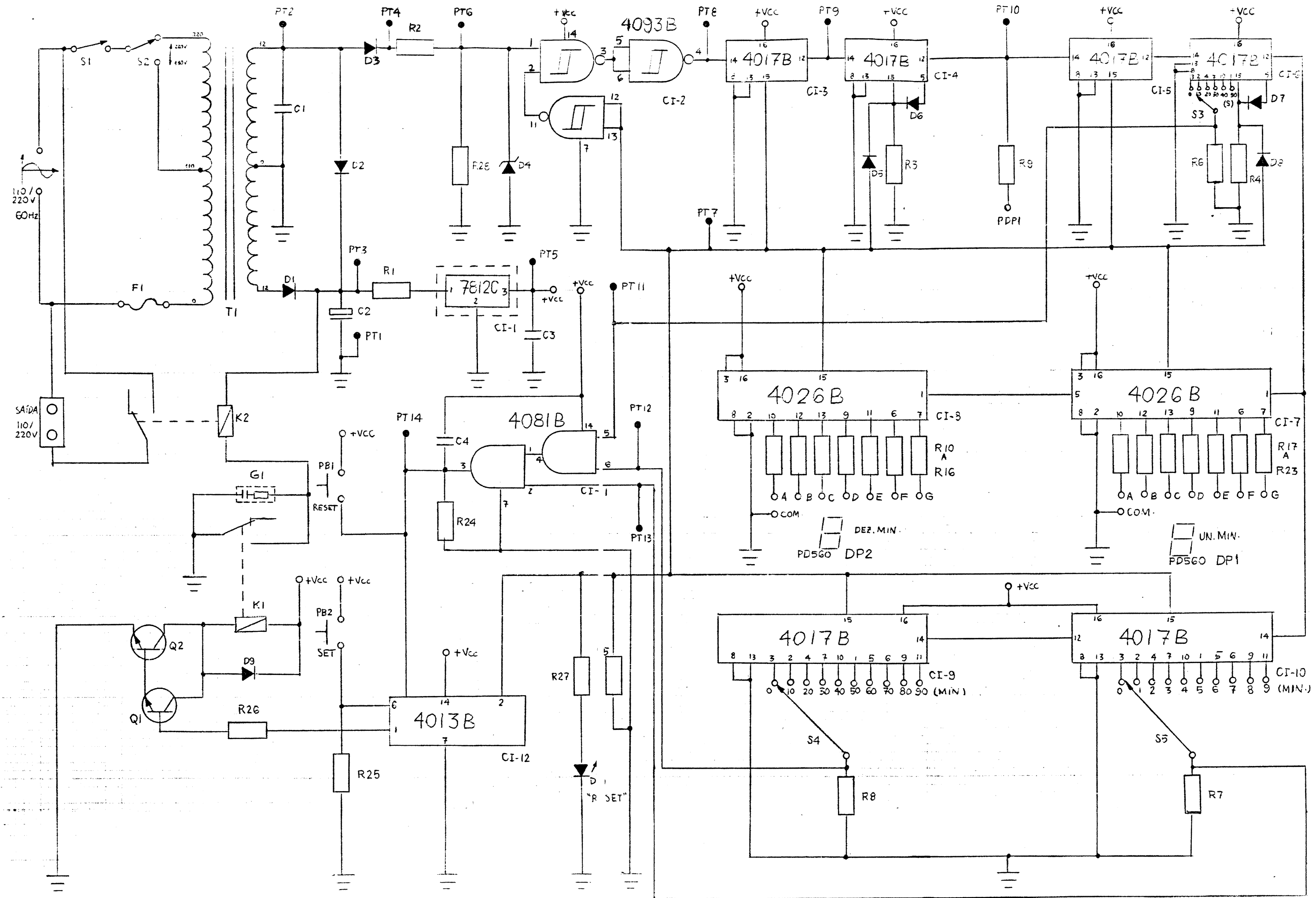
ROBSON DE SOUSA MARTINS

ALUNOS DA TSB ELETRÔNICA - 1º SEMESTRE DE 1994

2. CARACTERÍSTICAS

- Temporização possível: de 10s a 1h39min50s
- Corrente máxima de controle: 10 A
- Indicação em displays dos minutos corridos e ponto indicador de segundos
- Erro máximo de temporização (em qualquer escala): 16ms
- Possibilidade de interrupção de uma temporização já iniciada a qualquer momento (botão RESET)
- O clock deste circuito é baseado na frequência da tensão alternada da rede elétrica, sendo que essa característica é responsável pela precisão da temporização previamente ajustada.

3. DIAGRAMA ESQUEMÁTICO



4. MATERIAIS UTILIZADOS

=Semicondutores=

A) CIRCUITOS INTEGRADOS:

CI-1: 7812C
CI-2: 4093B (CMOS)
CI-3, CI-4, CI-5, CI-6, CI-9 e CI-10: 4017B (CMOS)
CI-7 e CI-8: 4026B (CMOS)
CI-11: 4081B (CMOS)
CI-12: 4013B (CMOS)

B) TRANSISTORES:

Q1 e Q2: BC 338

C) DIODOS:

I -SILÍCIO:

D1 e D2: 1N4002
D3 e D9: 1N4148

II -GERMÂNIO:

D5 a D8: 1N60

III- ZENER:

D4: 1N4742

IV- OPTO-ELETRÔNICOS:

D10: LED VERDE REDONDO 5mm
DP1 e DP2: DISPLAYS PDS60

=Capacitores=

C1 e C3: 10nF - POLIÉSTER METALIZADO
C2: 2200 uF X 25V - ELETROLÍTICO
C4: 100nF - POLIÉSTER METALIZADO

=Resistores=

R1: 33R X 1W
R2: 2,7K
R3 a R5, R24, R25 e R28: 100K X 1/8W
R6 a R8: 1K X 1/8W
R9 a R23 e R27: 470R X 1/8W
R26: 10K X 1/8W

=Chaves Comutadoras=

S1: INTERRUPTOR SIMPLES
S2: CHAVE REVERSORA (1P X 2P)
S3 a S5: CHAVES 1P X 10P (ROTATIVA)
PB1 e PB2: PUSH-BUTTONS NA

=Relés=

K1: ZK020012 SCHRACK
K2: ZU200012 SCHRACK

=Quilts=

T1: TRANSFORMADOR DE ALIMENTAÇÃO COM PRIMÁRIO PARA 110/220V E
SECUNDÁRIO DE 12 + 12V (500mA)
G1: SUPRESSOR X2 (0,1uF X 250Vca)
F1: FUSÍVEL DE 0,25A

=Gerais=

- * KNOBS PARA S3, S4, S5, PB1 e PB2
- * SOQUETE PARA O RELÉ K2
- * SOQUETES PARA OS CIs (CI-2 a CI-12)
- * DISSIPADOR PARA CI-1
- * TOMADA PARA C.A. (250V X 10A)
- * SUPORTE PARA O LED (D10)
- * SUPORTE PARA O FUSÍVEL (F1)
- * PLUG PARA C.A. (250V X 10A)
- * 15 PONTOS DE TESTE PARA CIRCUITO IMPRESSO
- * PLACA DO CIRCUITO PRINCIPAL (PL-1)
- * PLACA DOS DISPLAYS (PL-2)
- * CAIXA PARA ABRIGAR O CIRCUITO
- * FIOS E SOLDA PARA AS LIGAÇÕES

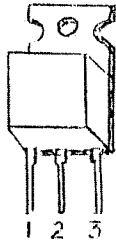
=OBSERVAÇÃO=

Alguns dos componentes citados nesta lista, quando necessário, foram substituídos por equivalentes.

5. CARACTERÍSTICAS DOS SEMICONDUTORES E DOS RELES

CI-1: 7812C - REGULADOR DE TENSÃO

-Pínagem:



- 1- Entrada sem regulagem (positiva)
- 2- Comum
- 3- Saída regulada (positiva)

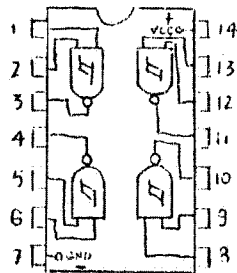
-Características principais:

«Tensão de regulação: 12V

«Corrente máxima de saída: 1,5A

CI-2: 4093B (CMOS) - QUATRO PORTAS "NE" DE DUAS ENTRADAS COM DISPARADOR SCHMITT

-Pínagem:



-Expressão
Booleana:

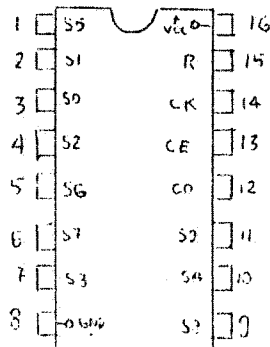
$$Y = AB'$$

-Tabela
verdade:

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

CI-3 a CI-6, CI-9 e CI-10: 4017B (CMOS) - CONTADOR DE DECADE

-Pínagem:



-Função de cada pino:

16 - alimentação positiva

8 - terra

1 a 7 e 9 a 11 - saídas Q0 a Q9

12 - saída para próximo dígito
(carry out)

13 - habilitação (clock enable)

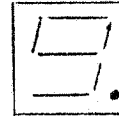
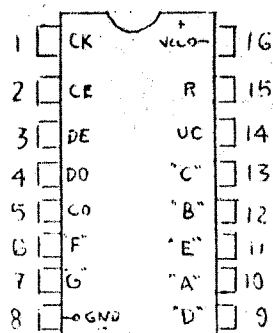
14 - entrada (clock)

15 - reset

CI-7 e CI-8: 4026B (CMOS) - CONTADOR DE DÉCADA/DECODIFICADOR 7 SEGMENTOS

-Pinagem:

-Padrão de display:



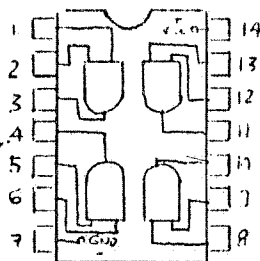
CI-11: 4031B (CMOS) - QUATRO PORTAS "E" DE DUAS ENTRADAS

-Pinagem:

-Expressão Booleana:

-Tabela

verdade:



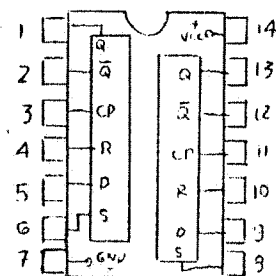
$$Y = AB$$

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CI-12: 4013B (CMOS) - DUPLO FLIP-FLOP TIPO "D"

-Pinagem:

-Função de cada pino:



- 14- alimentação positiva
- 7- terra
- 5 e 9- dado (D)
- 4 e 10- reset (R)
- 6 e 8- set (S).
- 3 e 11- entrada de clock (CP-clock pulse)
- 1 e 13- saída Q
- 2 e 12- saída Q-bar

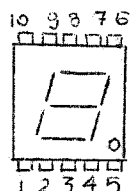
-CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS CMOS (CI-2 a CI-12)

*Tensão de alimentação: 3 a 18V

*Consumo: Da ordem de nano ou micro ampères

DP1 e DP2: PD 560 - DISPLAYS CATODO COMUM

-Pinagem:



1- e	6- b
2- d	7- a
3 e 8- comum	
4- c	9- f
5- point	10- g

Q1 e Q2: BC 338 - TRANSISTORES DE SINAL (SILÍCIO)

-Pinagem:



-Características:

*tipo: NPN

*VCE máx: 25V

*IC máx: 500mA

*Pt máx (tamb = 25°): 800mW

*hFE: 100 a 600

D1 e D2: 1N4002 - DIODOS RETIFICADORES DE SILÍCIO

-Características:

*Tensão reversa máxima (VRWM): 100V

*Corrente direta máxima (ID): 1A

D3 e D9: 1N4148 - DIODOS DE SINAL (SILÍCIO)

-Características:

*Tensão reversa máxima (VRWM): 75V

*Corrente direta máxima (ID): 100mA

D4: 1N4742 - DIODO ZENER

-Características:

*Tensão nominal: 12V

*Potência máxima: 1W

D5 a D8: 1N60 - DIODOS DE SINAL (GERMÂNIO)

-Características:

*Tensão reversa máxima (VRWM): 45V

*Corrente direta máxima (ID): 50mA

D10: LED VERDE REDONDO 5mm

-Características (não obrigatórias):

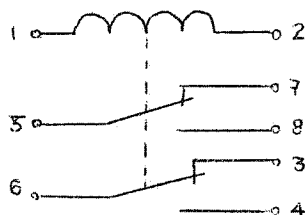
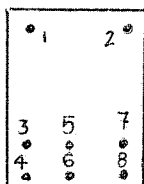
*Tensão direta na condução ($I_F = 20\text{mA}$): 2,2V

*Corrente nominal: 20mA

*Corrente máxima: 100mA

K1: ZK020012 - RELE MINIATURA PARA CIRCUITO IMPRESSO

-Pinagem: (visto por baixo)



-Características:

*Dois contatos reversíveis

*Tensão nominal da bobina: 12Vcc

*Corrente máxima de comutação: 1A

*Tensão máxima de comutação: 250V

K2: ZU200012 - RELE PARA ALTA CORRENTE DE COMUTACÃO

-Características:

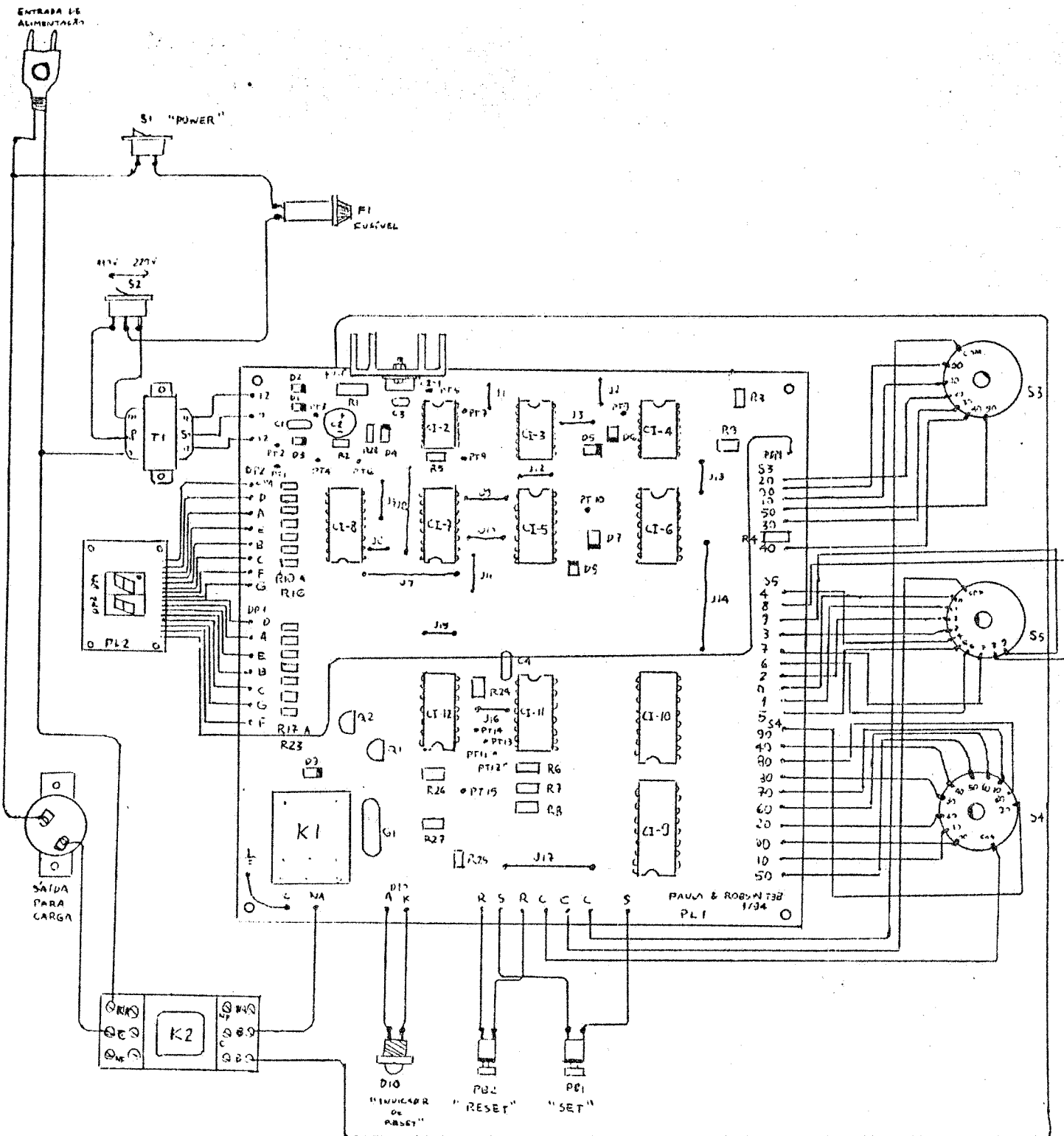
*Dois contatos reversíveis

*Tensão nominal da bobina: 12Vcc

*Corrente máxima de comutação: 10A

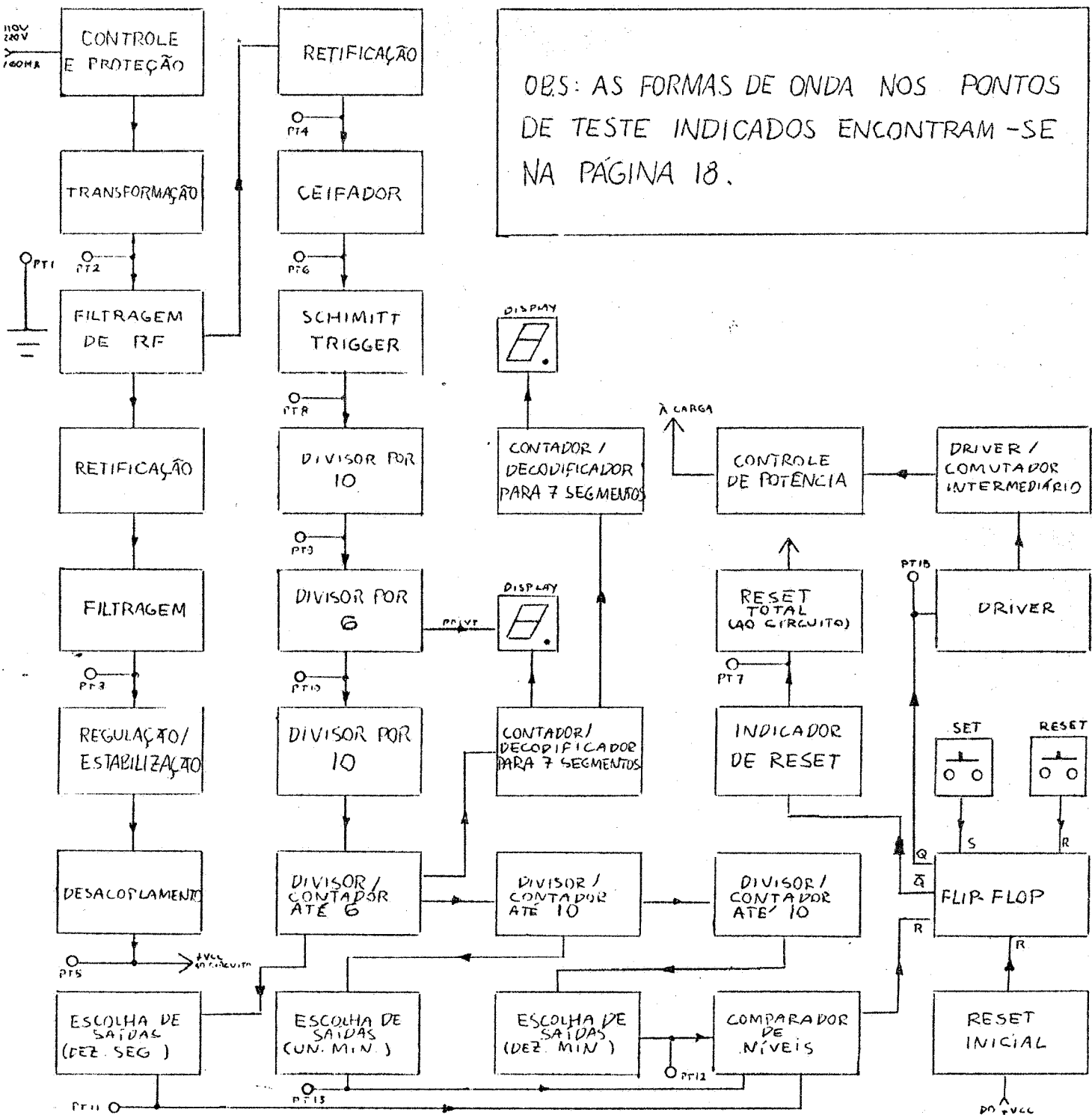
*Tensão máxima de comutação: 250V

6. VISTA INTERNA - LIGAÇÕES EXTERNAS À PLACA



7. FUNCIONAMENTO

-Diagrama em blocos-



O transformador T1 é responsável pelo abaixamento da tensão para um nível que possa alimentar o circuito. O capacitor C1 elimina possíveis ruídos ou RF que entrem no circuito via rede elétrica. D1 e D2 promovem a retificação da tensão senoidal vinda de T1 em onda completa (com center tap).

Posteriormente, essa tensão é filtrada e estabilizada, respectivamente, por C2 e CI-1. R1 serve para limitar a corrente no CI regulador, e C3 faz o desacoplamento de RF do circuito. A tensão contínua estabilizada retirada de CI-1 alimenta todos os outros estágios do circuito.

O clock é retirado do próprio T1, através do diodo retificador D3 (meia onda) e do ceifador (D4). R28 tem a função de estabelecer uma carga constante para o zener e R2 é o limitador de corrente para D4.

O CI-2 é um 4093 CMOS (quad nand schmitt trigger-2 input), sendo um de seus gates responsável pela transformação da forma de onda senoidal ceifada por D4 em uma forma de onda perfeitamente quadrada.

A partir daí, a frequência dos pulsos é dividida sucessivamente, de modo a se obter 1Hz (1 pulso por segundo), da seguinte forma: CI-3 (4017) divide a frequência de 60Hz por 10, obtendo-se 6Hz em sua saída. Essa frequência é dividida por 6 em CI-4 (4017), sendo que sua saída (1Hz) é aplicada ao ponto do display para que ele pisque uma vez por segundo.

Após isso, essa frequência de 1Hz é dividida por 10 em CI-5 (4017) e é aplicada num contador até 6 (CI-6). Através da escolha de suas saídas, que se faz a programação de temporização do dispositivo (isso será visto mais adiante).

Na saída de CI-6, a frequência dos pulsos é de 16,66mHz, o que corresponde a um pulso por minuto. Essa frequência é aplicada aos contadores/decodificadores para display 4026, de modo que os displays indiquem a contagem de minutos do temporizador. Os resistores R9 a R23 são os limitadores de corrente para os LEDs dos displays.

A mesma frequência de 1,66mHz é aplicada também em um contador até 10, sendo que suas saídas podem ser escolhidas de acordo com a programação de tempo. Na saída desse contador (CI-10), a frequência é de 0,166mHz (1 pulso a cada dez minutos).

Em seguida, essa frequência de 0,166mHz é aplicada em outro contador até 10 (CI-9) e também suas saídas podem ser escolhidas de acordo com a programação de tempo.

As saídas de CI-6, CI-10 e CI-9 são "comparadas" através de dois gates and de um 4081 CMOS. Quando todas as entradas estão em nível alto, a saída do CI-11 também será HI, sendo nesse momento o fim da temporização.

O comando set/reset do circuito é realizado por CI-12 (4013), que é um flip-flop tipo "D". No pino 4 (reset) deste CI, existe um circuito RC (diferenciador) que garante que o circuito estará resetado no momento em que é ligada a alimentação. Também no pino 4 está ligada a saída de CI-11 (portas and). Assim, o flip-flop será resetado quando todas as entradas de CI-11 estiverem em nível alto (fim da temporização).

A saída \bar{Q} do flip-flop é ligada aos resets de todos os CIs contadores e a um outro gate do 4093 (CI-2), que paralisa a entrada de pulsos no primeiro contador (CI-3) quando o circuito está resetado.

No pino 6 de CI-12 (set) está ligado um push-button, que quando pressionado, faz com que a saída \bar{Q} do flip-flop vá a nível baixo, e consequentemente liberando os contadores (início da temporização).

No pino 4 do 4013 (CI-12) também está ligado um outro push-button (reset) que quando pressionado interrompe a temporização.

Também na saída \bar{Q} de CI-12, há um led indicador de reset (acende quando os displays estão zerados e a carga desligada).

A saída \bar{Q} do 4013 está interligada a um driver, formado por dois transistores em configuração Darlington, cuja finalidade é amplificar a corrente vinda de CI-12 para o acionamento do relé K1. O resistor R26 polariza os transistores, e D9 é um diodo de silício, responsável pela eliminação da tensão reversa induzida na bobina do relé.

Os resistores R5 e R25 servem para garantir um nível baixo nas entradas dos CIs, eliminando alguma interpretação errônea de níveis lógicos pelos mesmos, provocadas por ruídos, por exemplo.

Os resistores R3 e R4 são usados como carga para os diodos (D5 a D8), garantindo uma corrente circulante que provoque a condução dos diodos, quando polarizados diretamente.

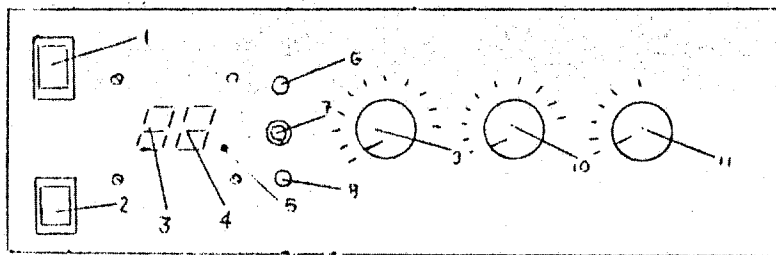
R6, R7 e R8 são resistores de carga para as saídas dos CIs 6, 9 e 10, sendo eles utilizados para que ruídos não venham a aparecer nas entradas de CI-11 e interpretados como níveis altos.

Como a corrente a ser controlada é um pouco elevada, utilizamos um outro relé (K2), com a bobina controlada por K1 (a tensão para a bobina de K2 é retirada de PT-3 - após a filtragem e antes da regulagem). Os contatos de K2, então, comutam a carga (lembramos que a corrente máxima de comutação é de 10A).

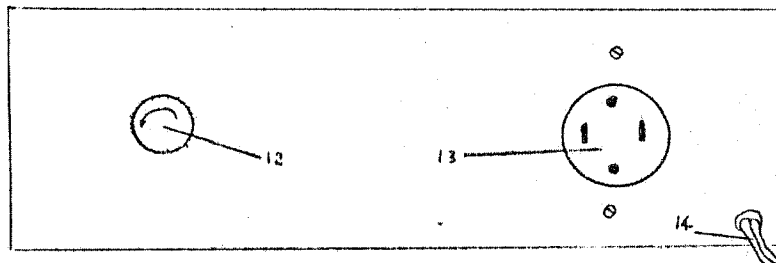
O circuito possui como proteção de sobrecarga um fusível em série com a sua entrada, e quando substituído, o fusível colocado deverá ter a mesma corrente nominal de ruptura.

8. MANUSEIO DO EQUIPAMENTO

- Painel Frontal:



- Painel Traseiro:



- Descrição dos controles:

- 1- Chave liga-desliga (ON/OFF)
- 2- Chave seletora da tensão de alimentação (110/220V)
- 3- Display indicador de dezenas de minutos
- 4- Display indicador de unidades de minutos
- 5- Ponto indicador de unidades de segundos
- 6- Botão de início (SET)
- 7- Led indicador de carga desligada (RESET)
- 8- Botão de interrupção e zeramento (RESET)
- 9- Chave de programação para dezenas de minutos
- 10- Chave de programação para unidades de minutos
- 11- Chave de programação para dezenas de segundos
- 12- Fusível
- 13- Saída controlada para carga
- 14- Cabo de alimentação com plug

- Utilização:

- 1- Posicionar a chave seletora de tensão (2) conforme a tensão a ser usada para alimentar o circuito.
- 2- Conectar a carga à tomada de saída correspondente (13). Salientamos que a tensão que alimenta a carga é a mesma que alimenta o TOP.

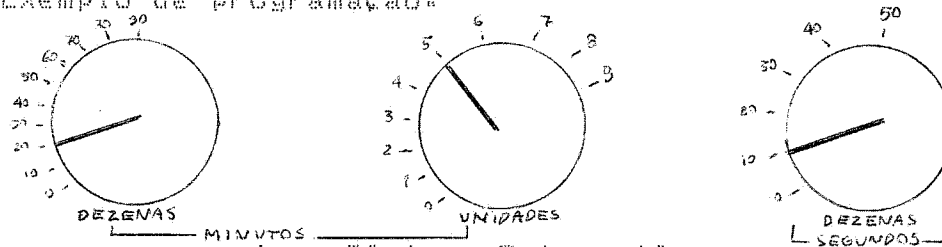
3- Ligar o plug de alimentação na tomada da rede elétrica - com tensão correspondente à selecionada na chave (2).

4- Colocar a chave liga-desliga (1) na posição ON para acionar o TDP. O display então mostrará "00" e o led indicador de reset (7) estará aceso.

5- Se quando o TDP for ligado, o led indicador de reset não acender, o botão reset (8) deverá ser pressionado imediatamente, para que o display e o led indicador estejam conforme o descrito no item acima.

6- Programar o tempo desejado nos controles 9, 10 e 11. A soma dos tempos indicados nessas três chaves será o tempo programado.

-Exemplo de programação:



tempo programado = 20min + 5min + 10s
tempo programado: 25min10s

-Observação:

* A finalização da temporização ocorrerá quando o tempo corrido for igual ao programado nos controles citados. Portanto o tempo programado válido será o que estiver indicado no momento do desligamento do dispositivo. Exemplificando: um operador programou o TDP para 1min20s. Depois de iniciada a temporização, ele posicionou as chaves de programação para 1min20s. O tempo válido para o desligamento da carga é o de 1min e 20s, pois esta programação que se encontra no TDP no momento do desligamento.

7- Pressionar o botão set (6) para que se inicie a temporização programada. Assim, o led indicador de reset se apagará e a carga será acionada (durante o tempo escolhido).

-Observação:

* Não pressionar o botão de set quando as chaves seletoras estiverem posicionadas em "00min00s". (Isso será citado no item "Cuidados no manuseio").

8- A carga permanecerá ligada durante o tempo programado e se desligará automaticamente ao final do mesmo.

9- Se desejar reiniciar a temporização, pressionar o botão de reset (8). O display mostrará "00", a carga se desligará e o led indicador de reset se acenderá.

9. CUIDADOS NO MANUSEIO

*A chave seletora de tensão (110/220V) deverá ser posicionada de acordo com a tensão a ser utilizada para alimentar o TDP, se isso não for feito, corre-se o risco de danificar o equipamento.

*Não pressionar ao mesmo tempo os botões set e reset, e nem pressionar o botão de set quando as chaves de programação de tempo estiverem posicionadas em "00min00s", pois o circuito não "compreenderá" o que o operador deseja, e funcionará erroneamente.

*Evitar alteração na programação de tempo quando a temporização já estiver iniciada, pois essa alteração poderá não ser "percebida" pelo circuito, que então só desligará a carga após decorrido o tempo máximo (1h39min50s). Sempre que possível pressionar o botão de reset e reprogramar o TDP para o novo tempo desejado.





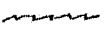
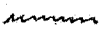

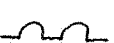
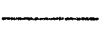
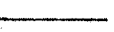


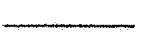




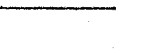


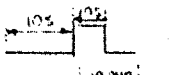

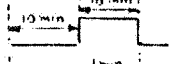

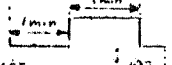

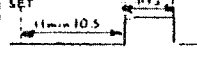

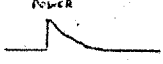
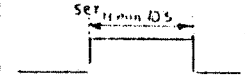

10. REPARAÇÃO E TESTES:

Para facilitar o reparo, incluímos na placa principal do TDP, 15 pontos de teste, que são de grande utilidade na verificação das tensões e formas de onda em pontos estratégicos do circuito.

Sempre que for necessário o reparo no circuito do TDP, recomendamos uma atenta leitura do item "Funcionamento do circuito" e uma observação apurada do diagrama esquemático.

Após feito isso, deve ser feita a medição nos pontos de teste (de preferência com osciloscópio) e a comparação com a tabela abaixo:

Obs.: Temporização programada para 11min10s.

PONTOS DE TESTE	CIRCUITO "SETADO"	CIRCUITO "RESETADO"	INÍCIO RESET
PT1	 0V	 0V	—
PT2	 12 Vef 60 Hz	 12 Vef 60 Hz	—
PT3	 16 VCC 120 Hz	 16 VCC 120 Hz	—
PT4	 16 VPP 60 Hz	 16 VPP 60 Hz	—
PT5	 12 VCC	 12 VCC	—
PT6	 12 VPP 60 Hz	 12 VPP 60 Hz	—
PT7	 0V	 12 VCC	—
PT8	 12 VPP 60 Hz	 0V	—
PT9	 12 VPP 6 Hz	 12 VCC	—
PT10	 12 VPP 1 Hz	 12 VCC	—
PT11	 12 VPP	 0V	—
PT12	 12 VPP	 0V	—
PT13	 12 VPP	 0V	—
PT14	 12 VPP	 0V	 12 VPP
PT15	 12 VPP	 0V	—

-Observações:

*Quando for necessário substituir o fusível, recomendamos que o substituto tenha a mesma corrente nominal de ruptura que o anterior (0,25A). Na falta deste, utilizar um fusível para corrente de no máximo 0,5A (fusíveis para maiores correntes não oferecem a proteção necessária ao circuito).

*Quando for necessário substituir algum componente por outro equivalente, verificar a validade dessa equivalência consultando o item "Características dos semicondutores e dos relés".

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E AGRADECIMENTOS:

O projeto e a montagem do TDP, como citado na introdução, nos consumiu dois meses de intenso trabalho. Esperamos que esse trabalho (realizado por alunos) e que beneficia os mesmos, não seja perdido por imprudência ou despreparo de alunos ou instrutores do CAI ELETRÔNICA. Para tanto, elaboramos este manual de serviços para que sirva como auxílio na utilização e manutenção do "TEMPORIZADOR DIGITAL PROGRAMÁVEL".

O projeto do TDP é de nossa inteira responsabilidade. O circuito do mesmo foi testado durante semanas em protoboard e aprovada a sua confiabilidade e precisão.

* * * * *

Para que o TDP saísse do papel e se tornasse um equipamento confiável e preciso, contamos com o auxílio de instrutores e alunos em diversos sentidos (caixa, projeto, montagem, painel, etc.). A essas pessoas oferecemos o nosso agradecimento, sendo seus nomes citados a seguir, indicando em que sentido se deu o apoio ao nosso projeto. Os nomes não seguem nenhum tipo de ordem:

* Instrutor Marcos - materiais e dados técnicos para o projeto.

* Instrutor Leonil - auxílio na confecção da caixa.

* Instrutor Leonardo - idealização do painel.

* Instrutor-Chefe: Arlindo - materiais

* Luis (marcenaria) - materiais para confecção da caixa.

* Aluno: WAGNER DE LIMA PORTELA - T3B (1ºSEM/94) - digitação e impressão deste manual de serviços.

Paulo Jarbas Oliveira da Silva Junior.

PAULO JARBAS OLIVEIRA DA SILVA JUNIOR

&

Robson de Sousa Martins

ROBSON DE SOUSA MARTINS

*ALUNOS DA T3B - ELETRÔNICA - 1ºSEM/94

SP, MAI/JUN-1994

ESCOLA SENAI ROBERTO SIMONSEN

