



GSI - ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA.

GSI Nº: ART061-09 - CD 382-09



SISTEMA DE DISPARO DE TIRISTORES (SCR) EM REDES TRIFÁSICAS

Carlos Alberto Murari Pinheiro
João Roberto Cogo

Artigo publicado na Revista Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, Vol. VIII, nº , pg. 15 a 24 - 1982

Revisão 0 - Emissão Inicial.

Documentos de Referência: ART531-07 - CD 262-07

Páginas: capa+ 12 Nº pág inicial 1 Nº pág final 12

Distribuição

Disponível para o Site da GSI

Rev.	Data/Autor	Data/Verificado	Data/Aprovado	Data/Emissão Original	Observações
0	10.01.09 - JRC	10.01.09 - JRC	10.01.09 - JRC	10.01.09 - JRC	Para Informação
a					
b					
c					

1 - RESUMO

Este trabalho tem por finalidade desenvolver um sistema de disparo para pontes tiristorizadas trifásicas semi ou totalmente controlada.

O sistema de disparo é feito de modo a possibilitar acoplamento com circuitos de controles de tensão, corrente ou velocidade, para aplicação em acionamentos de máquinas elétricas.

1.1 - ABSTRACT

This work has the purpose of developing a firing system for three phase thyristor bridge converter, semi or fully controlled.

The firing system is presented in the way to possibilite a coupling with voltage, current or velocity control circuits, for application in electrical drive.

2 - DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

2.1 - João Roberto Cogo; Carlos Alberto Murari Pinheiro. - Sistema de Disparo de Tiristores (SCR) em Redes Trifásicas

3 - INTRODUÇÃO

O módulo de disparo desenvolvido é um circuito que gera seis pulsos para controlar o ângulo de disparo de tiristores, triacs e transistores, de modo contínuo entre 0° e 180°. Este controle pode ser realizado manualmente por um potenciômetro ou por uma tensão contínua externa, o que neste caso possibilitará controles automáticos.

Este circuito tem aplicações em redes retificadoras, controle de velocidade em máquinas elétricas, conversores, etc.

4 - DESCRIÇÃO DO CIRCUITO DE DISPARO DESENVOLVIDO

A FIGURA 1 mostra um diagrama em blocos do sistema de disparo de uma ponte conversora a tiristores.

a - CIRCUITO GERADOR DE PULSOS

É basicamente constituído por circuitos integrados (CI) (TCA 780) com os respectivos componentes de temporização e filtragem (resistores, capacitores e diodos).

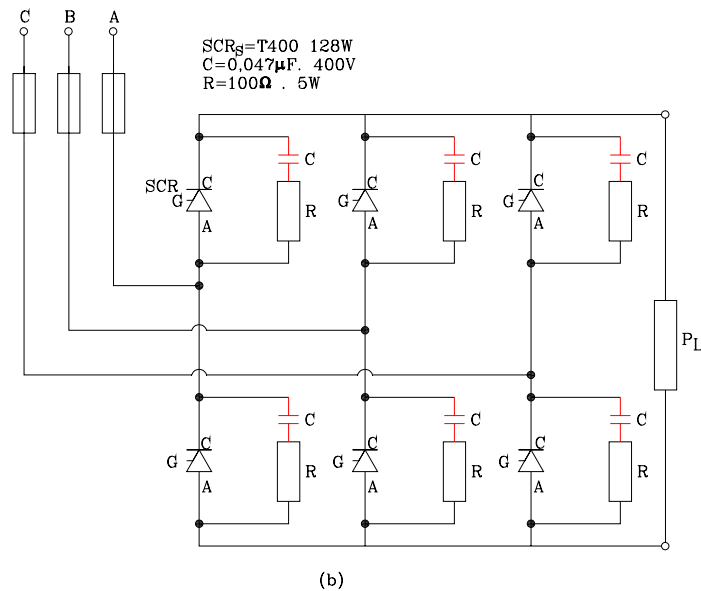
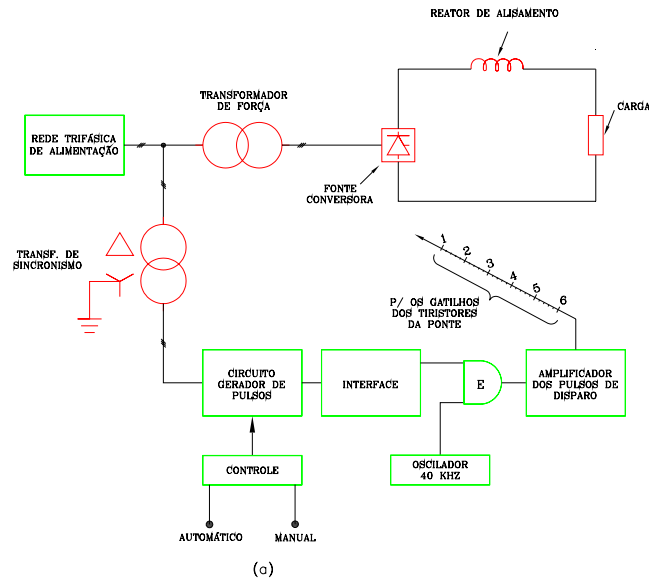


FIGURA 1 - PONTE CONVERSORA

a - DIAGRAMA DE BLOCO DO SISTEMA DE DISPARO

b - DETETOR DA PONTE CONVERSORA COM 6 TIRISTORES E PROTEÇÃO CONTRA dv/dt

Cada CI fornece 2 pulsos positivos no pino 15 para o ciclo positivo da tensão em relação à fase correspondente e pino 14 para o ciclo negativo, defasados de 180° um do outro. A FIGURA 2 ilustra.

A descrição do diagrama interno dos circuitos integrados TCA não será descrita neste trabalho, pois pretende-se apenas utilizá-los no circuito de disparo desenvolvido. Informações detalhadas do circuito integrado TCA podem ser encontradas em [1].

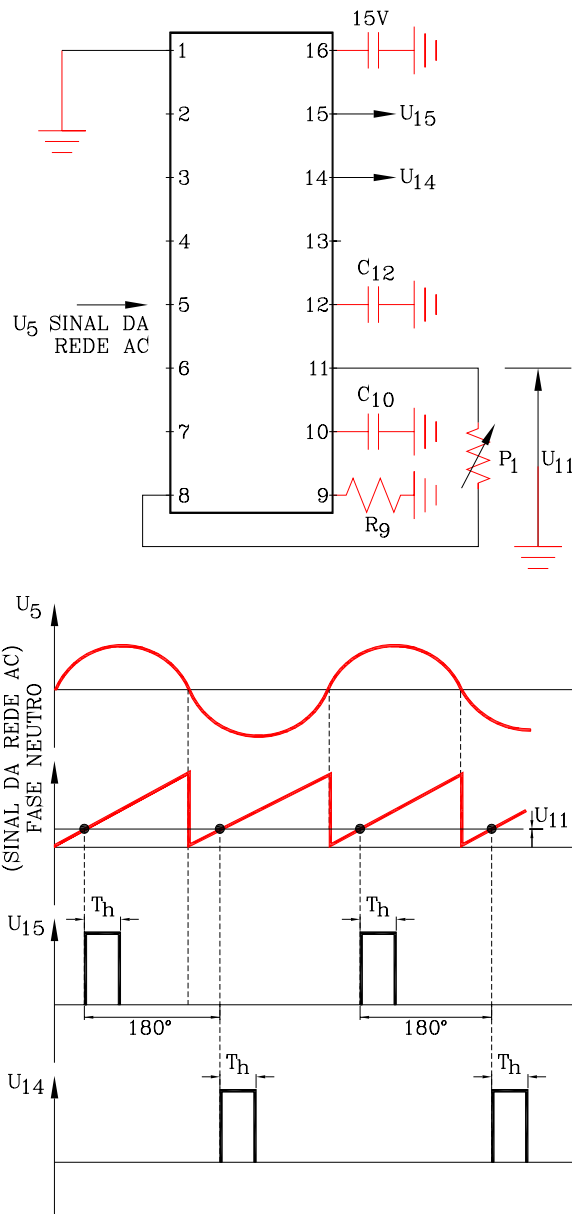


FIGURA 2 - SINAIS DE ENTRADA E SAÍDAS DISPONÍVEIS DO CI-TCA 780

A duração dos pulsos (T_h) pode ser aumentada, aumentando-se o valor de C_{12} , se os pinos 12 e 13 do CI forem aterrados podem-se conseguir pulsos com duração de até 180° . No caso de $C_{12} = 1\text{nF}$, $T_h = 550\text{ uS}$.

Para aplicações com Triacs podemos usar a saída correspondente ao pino 7.

Todas as saídas podem ser inibidas (isto é, bloqueio nos controles) colocando-se o pino 6 no potencial nulo (ã terra).

Geralmente em sistemas industriais deseja-se que os tiristores disparem com ângulos de entre 20° e 165° , este ajuste é realizado pelos trimpots (parte de R_9) e pelo potenciômetro P_2 (vide FIG.9).

A alimentação do circuito pino pode variar de 8 a 18 VDC no caso escolheu-se $15\text{ V} = U_{16}$.

b - CONTROLE

O ângulo de disparo dos tiristores pode ser variado através do potenciômetro P_1 (manualmente) ou por um sinal externo com nível variável entre 0 a 3,1 VDC que possibilita controles automáticos. Esta seleção pode ser feita através de uma chave com duas posições onde na posição (1) controle externo automático e na posição 2 potenciômetro P_1 controle manual.

c - TREM DE PULSOS

Durante o desenvolvimento do projeto foi constatado que os transformadores de pulsos usados no circuito amplificador de potência para disparo, só respondia a subida e a descida dos pulsos, sendo naturalmente, insuficiente para disparar tiristores de potência. A FIGURA 3 ilustra.

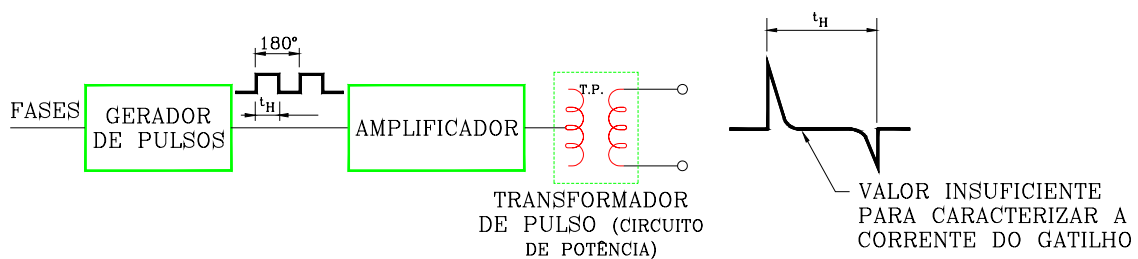


FIGURA 3 - SINAL DE DISPARO UTILIZANDO-SE APENAS A SAÍDA DO TCA 780.

Foi optado como solução a combinação do pulso proveniente do circuito gerador de pulsos em uma porta E, de duas entradas. Em uma das entradas aplica-se um trem de pulsos (oscilador, usando o temporizador 555) de período bem menor que o pulso do circuito gerador (pelo menos na relação 1/10). Na saída da porta E (7408) tem-se um trem de pulsos com duração do pulso igual a do circuito gerador. Os transformadores responderão às subidas e descidas do trem e desta forma ter-se-á um valor suficiente para acionar os tiristores. A FIGURA 4 ilustra.

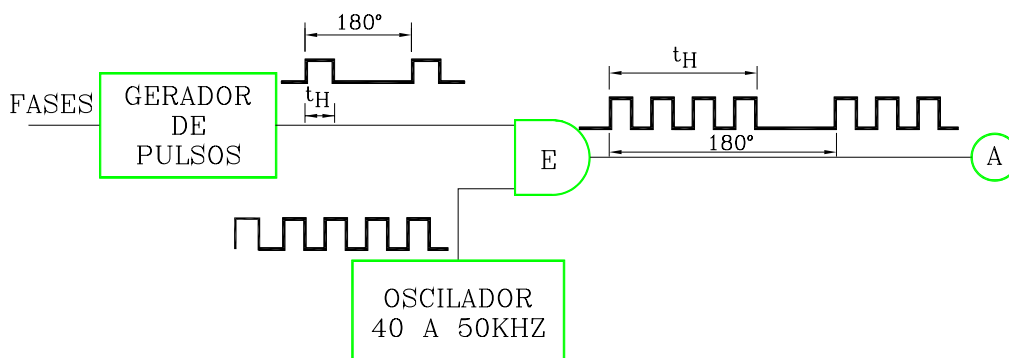


FIGURA 4 - AMPLIFICAÇÃO DO SINAL PROVENIENTE DO CI-CTA 780

d - INTERFACE

O interface é constituído por um divisor de tensão, o qual reduz os pulsos a uma tensão de amplitude de 5V, pois a amplitude dos pulsos proveniente do gerador de pulsos é de 15V. Logo para compatibilizar os níveis de tensão das portas E (AND) da tecnologia TTL é necessário a redução da amplitude dos pulsos de $15|V|$ para $5|V|$.

Caso fossem usadas portas And da tecnologia MOS, não se precisaria dos divisores de tensão. Sendo que as saídas dos pinos 14 e 15 seriam ligados diretamente às entradas das portas. O oscilador inclusive seria neste caso também alimentado com 15 V.

e - CIRCUITO DE POTÊNCIA

Os níveis fornecidos até então (saída das portas E) não são suficiente para fornecer uma corrente de gatilho para acionar tiristores de potência. Assim sendo, faz-se necessário um estágio de amplificação do sinal obtido. A configuração usada é de um circuito de comutação usando dois transistores (BD 135) em par Darlington, com a finalidade de se drenar pouca corrente das saídas das portas E.

Os transformadores de pulsos são usados para isolar o circuito de disparo do circuito de potência. Tais transformadores possuem relação de transformação de 1:1.

Os transformadores de pulsos têm um diodo (D_2) conectado em paralelo no seu primário para evitar sobretensões que ocorrem nas descidas dos pulsos amplificados que podem danificar os transistores.

Os diodos colocados em série nos secundários dos transformadores de pulsos têm como finalidade garantir tensões positivas entre o gatilho (G) e o catodo (C), retificando-se eventuais pulsos negativos.

Esses diodos devem ser do tipo de comutação para garantir um bom desempenho do circuito.

Em paralelo com o resistor de $1\text{ K}\Omega$ foi colocado um capacitor de 22nF para filtrar componentes de alta frequência.

Dessa forma, com os terminais G e C podem ser conectados os respectivos tiristores efetuando os disparos para os tiristores usados (T400 1218).

Em outros tipos com características de gatilhos muito diferente, terá que ser especificado outro circuito de potência. Veja observação 1.

Deve-se colocar um capacitor nos pontos de alimentação para terra (V_{CC1} e V_{CC2}) para filtrar eventuais ruídos nas alimentações dos circuitos.

As pistas de circuito impresso no caso de se usarem portas And TTL (7408) não devem ter mais de 15 cm efetivos de comprimento devido a ruídos que poderão ser introduzidos.

Especificação do circuito de potência

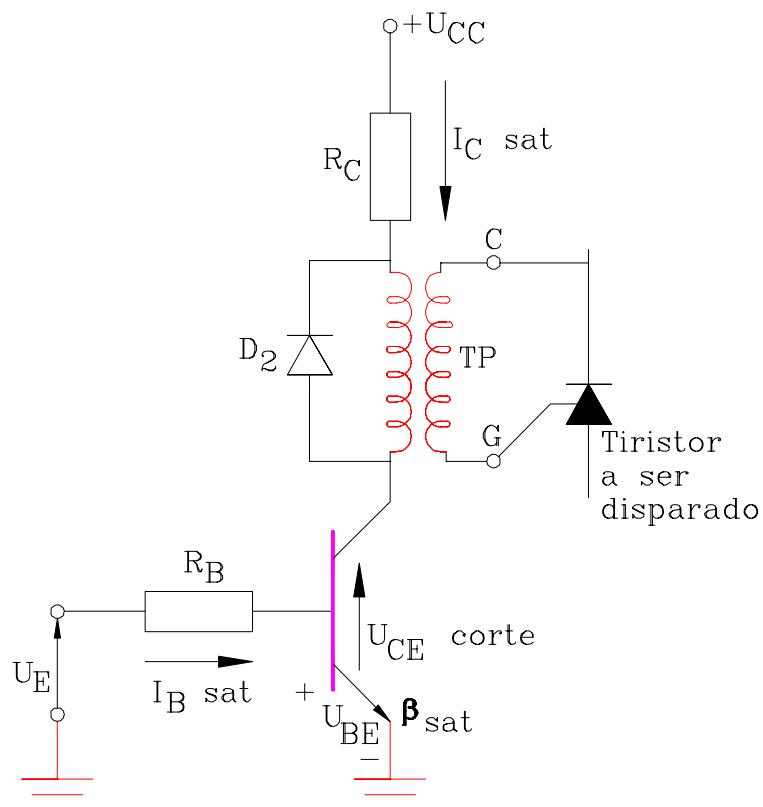
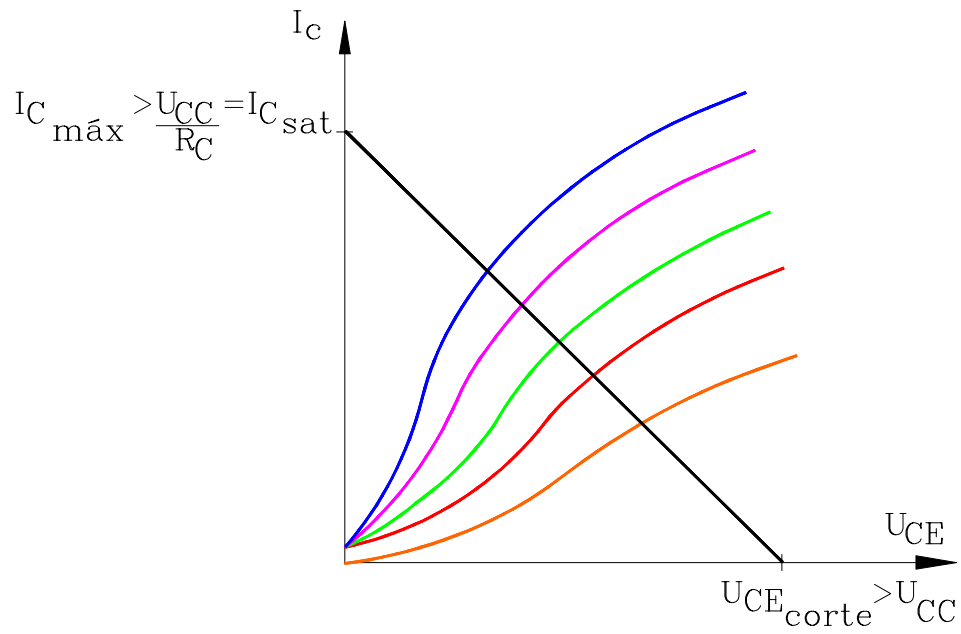


FIGURA 6 - GRANDEZAS ASSOCIADAS AO TRANSISTOR DE AMPLIFICAÇÃO

OBS:

1 - R_B (da FIG. 6) pode ser constituído por um trimpot de 33 K Ω e um resistor de 15 K (ou menos conforme o circuito de potência). Através do trimpot regula-se a corrente de coletor e conseqüentemente o nível do sinal no gate do tiristor.

Da FIGURA 6, tem-se:

$$I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{B_{sat}}$$

para o transistor em análise (BD 135).

$$V_{BE} = 0,7$$

logo:

$$R_B = \frac{V_E - V_{BE}}{R_B} B_{sat}$$

assim o valor em (Ω) de R_C será:

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CEcorte}}{I_{Csat}}$$

4.1.1 - DIODO GRAMPEADOR (DZ)

Para o diodo DZ que tem por finalidade evitar altos $\frac{dv}{dt}$ no circuito de gatilho do tiristor a ser disparado, tem-se:

$$\bar{I} = I_G \frac{\gamma}{T}$$

$$VRRM = L_{TP} \frac{di}{dt}$$

L_{TP} = indutância do transformador de pulso

onde:

\bar{I}_d - corrente média no diodo

$\frac{di}{dt}$ - taxa de inclinação da queda do pulso

VRRM - máxima tensão nos terminais do diodo. Pode-se adotar diodos com $VRRM = 3 V_{CEmáx}$

4.1.2 - TRANSFORMADOR DE PULSO

Para a especificação do transformador de pulso deve-se considerar:

- a - Relação de transformação 1:1, e
- b - Corrente nominal $I_n = I_G$

4.1.3 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO

Além do circuito de disparo foi necessário desenvolver fontes de alimentação para os circuitos integrados e os osciladores.

4.1.4 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO DO CIRCUITO DE POTÊNCIA

Potência do transformador (secundário) = $1,48 I_N U$

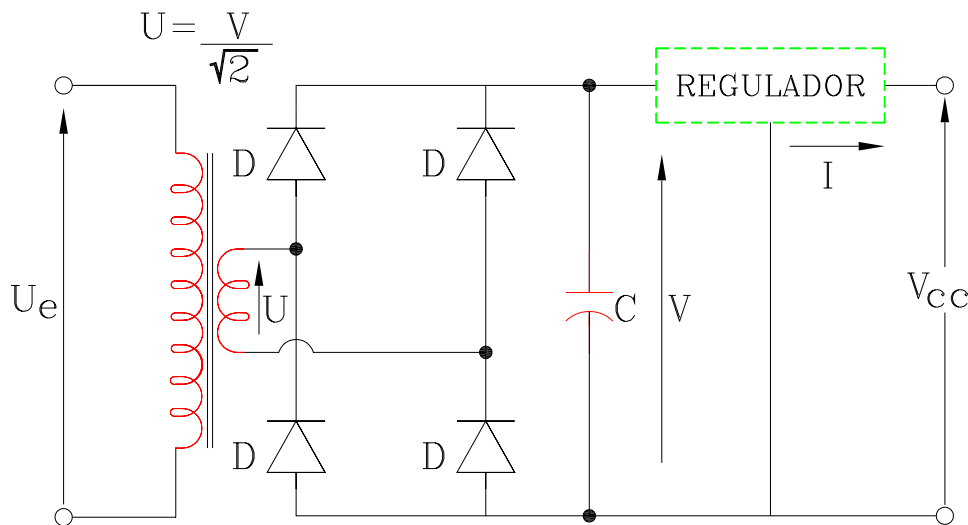


FIGURA 7 - CIRCUITO GERAL DE UMA FONTE DC DE ALIMENTAÇÃO

Para a fonte da FIGURA 7 adotou-se:

$$\begin{aligned} \text{Diodos } I_{\text{diodo}} &= 1,2 I \\ U_{\text{RRM}} &= 3 \times V \\ I_{\text{surto}_{\text{diodo}}} &= 4.f.v.c \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Capacitor } C &\geq \frac{I}{1,2V} \\ V &= \text{VRRM} \end{aligned}$$

$$p/\text{ ripple} < 1\% \rightarrow R_L C > 100T$$

$$R_L = \frac{V}{I}$$

$$T = \frac{1}{f} \text{ no caso de onda completa } f = 120 \text{ Hz}$$

$$R_L \times C = 100T$$

$$\log o \frac{V}{I} C = \frac{100}{120}$$

V = é fornecido pelos manuais de reguladores de tensão

V_{CC} = valor de tensão regulada fornecida pelo circuito regulador

4.1.5 - TIRISTORES DA PARTE DE POTÊNCIA

A especificação dos tiristores são funções do tipo de operação, ventilação, comutação, corrente e tensão nominal, etc. Pode-se, entretanto ter-se uma idéia de seus valores básicos a partir da corrente nominal e da tensão nominal em cada tiristor.

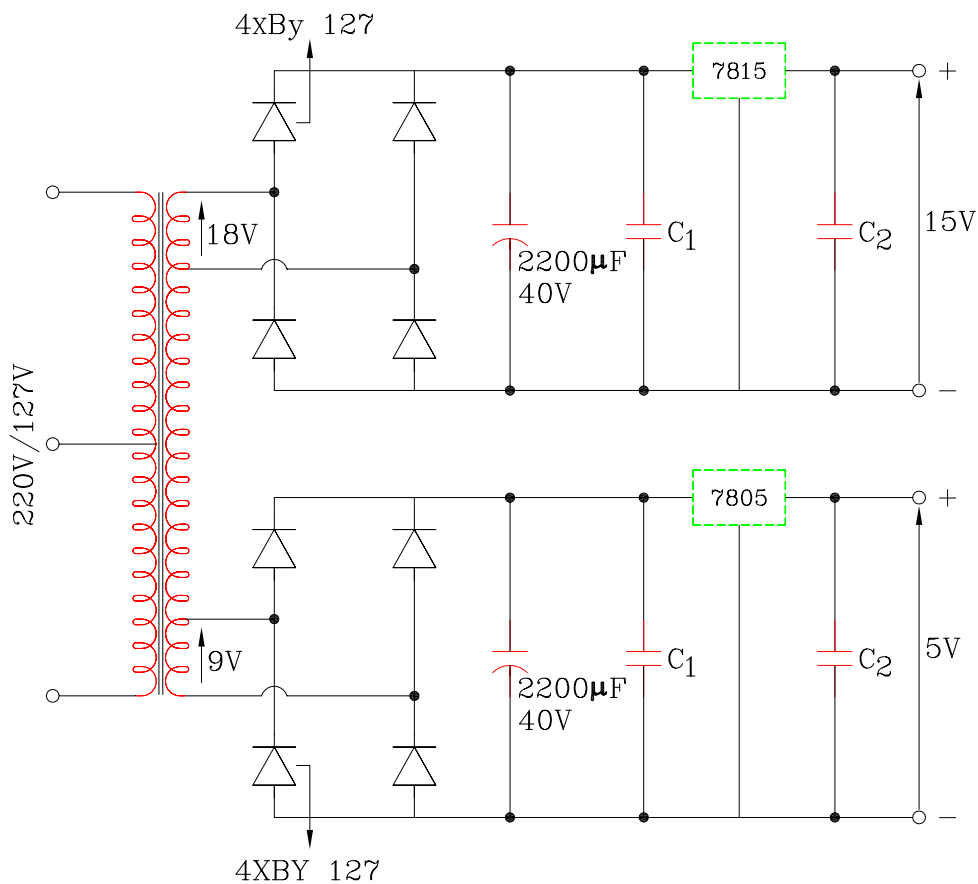
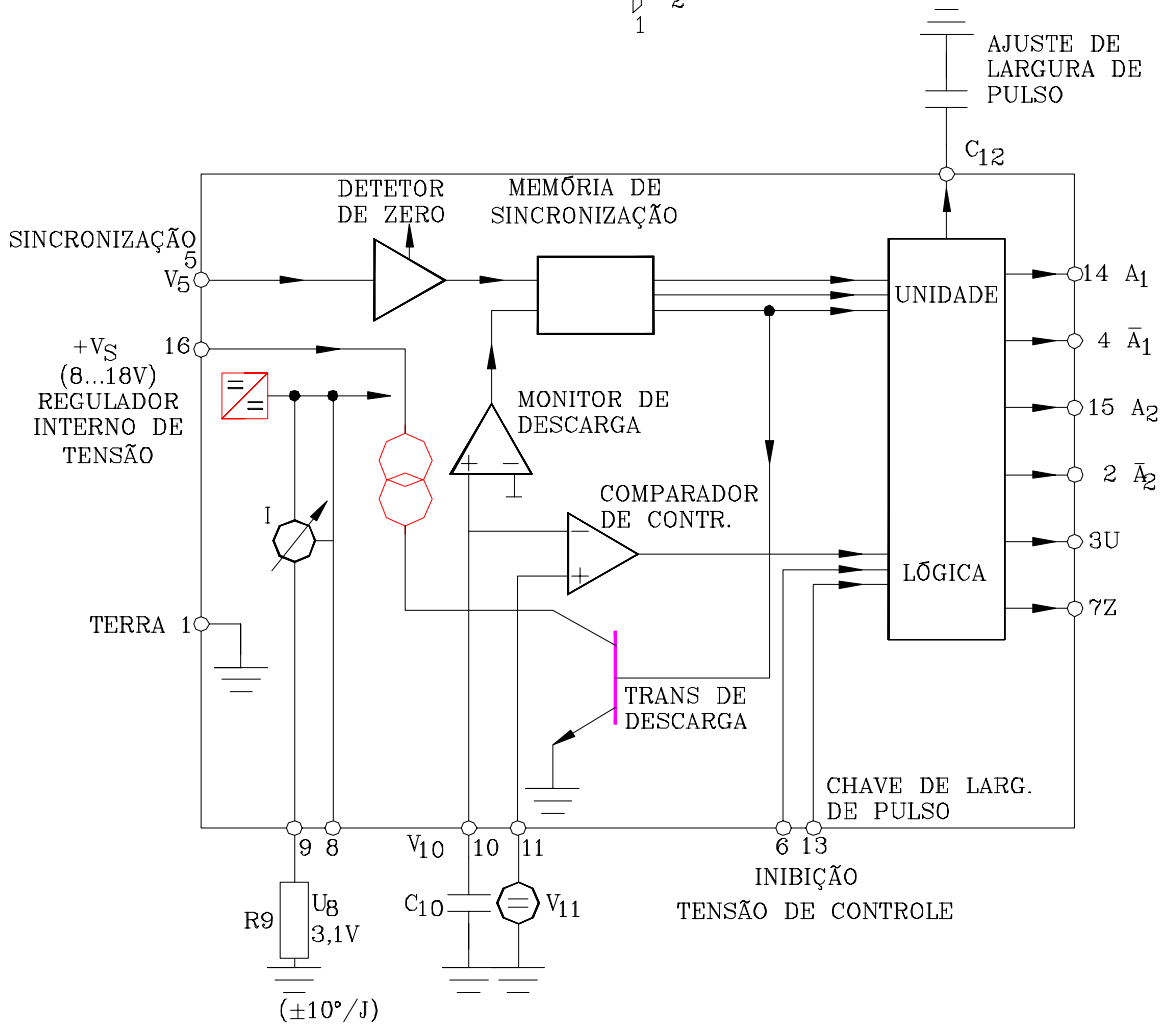
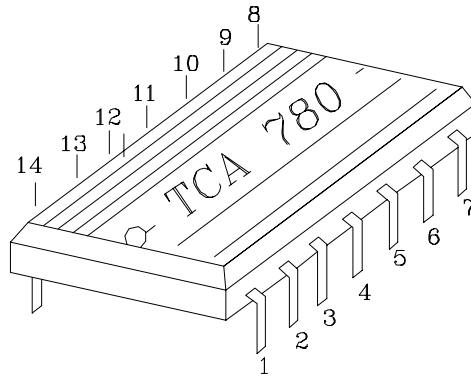


FIGURA 8 - CIRCUITO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO DO CI E OSCILADOR



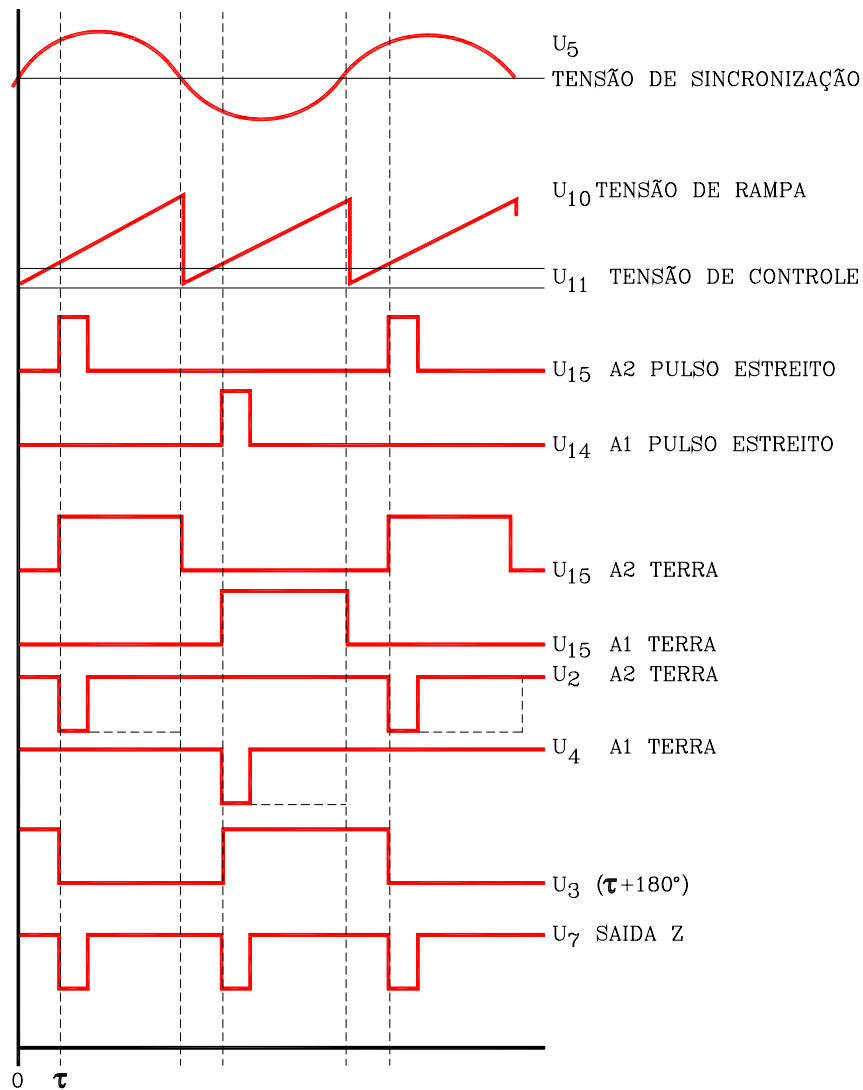


FIGURA 9 - LÓGICA DO CI - TCA 780

5 - BIBLIOGRAFIA

[1] - Dados relativos ao CIs TCA 780 (geradores de pulsos) podem ser encontrados no Boletim Técnico Informativo Icotron Ano VI - nº 20 - out/nov 78 (páginas. 2 e 3).

Dados dos outros componentes são encontrados nos respectivos manuais.