

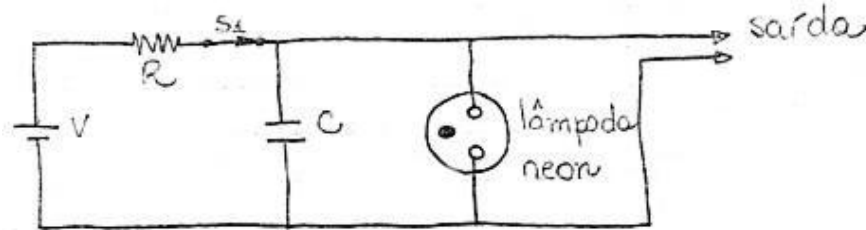
CAPÍTULO 17

OSCILADORES

Um oscilador é um circuito que alimentado por tensão contínua, apresenta em sua saída uma tensão alternada ou variável.

Em Tv usaremos osciladores nos estágios do vertical e do horizontal (também em outros locais não analisados agora).

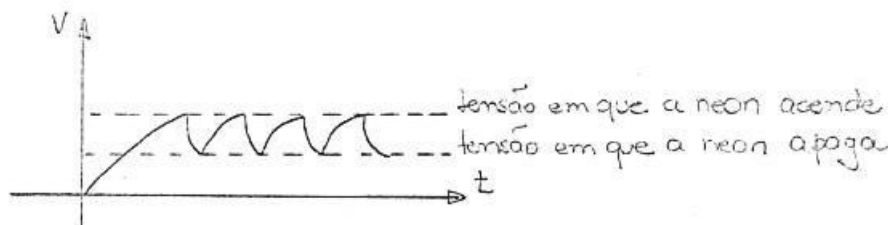
Para entendermos o funcionamento de um oscilador partiremos do mais simples:



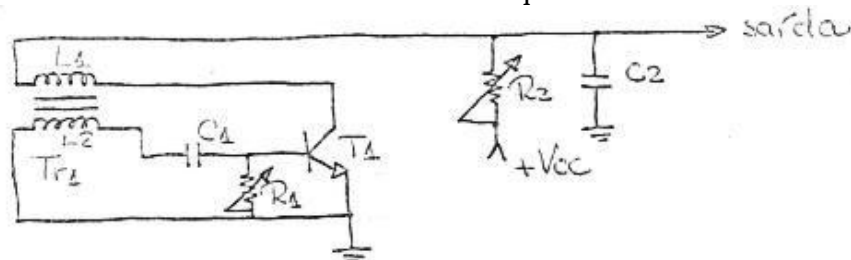
O circuito acima produzirá em sua saída uma onda dente-de-serra:



Ao ligarmos a chave S1 o capacitor C começará a se carregar através de R com uma corrente fornecida por V. Quando este capacitor atingir uma tensão que corresponda a tensão de ignição da neon esta se acenderá e começará a conduzir descarregando o capacitor C. Esta descarga durará até que a tensão no capacitor seja igual a tensão de extinção da néon (tensão em que ela se apaga). Quando o neon se apagar o capacitor começará a se carregar novamente até que a neon se acenda e ele se descarregue e ela se apague. Podemos perceber que formamos um oscilador, pois este ciclo continuará indefinidamente.

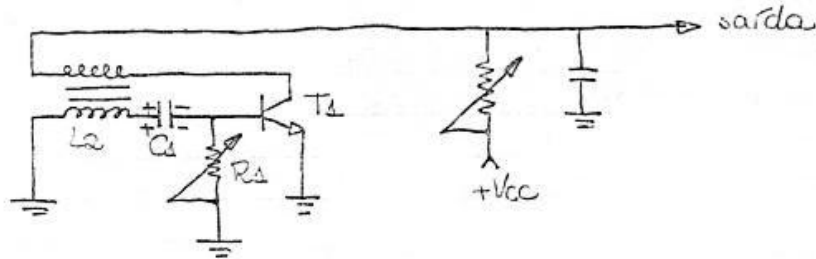


Oscilador de Bloqueio



O circuito apresentado funciona da seguinte maneira:

Supondo-se que ao ligar o circuito o transistor T1 comece a conduzir, teremos uma corrente circulando por L1. Esta corrente induzirá uma tensão em L2, tensão esta que se carregará o capacitor C1 conforme a figura:



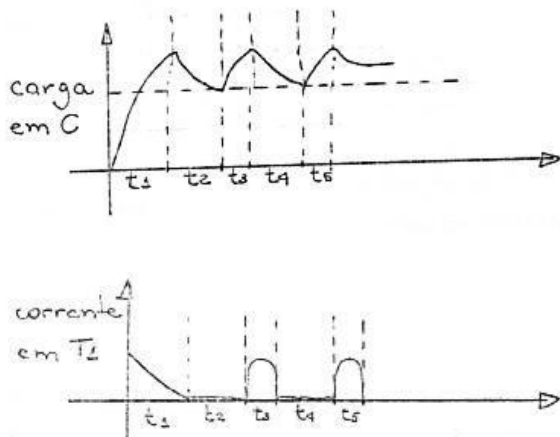
As cargas negativas chegarão rapidamente até o capacitor passando pela junção base-emissor do transistor (sentido real da corrente, do terra para o capacitor). O capacitor se carregará rapidamente devido ao fato de tanto o enrolamento L2 como a junção base-emissor de T1 apresentarem baixa resistência.

Quando C1 apresentar um certo potencial teremos cargas negativas na base de T1 suficiente para coloca-lo em corte (nenhuma corrente entre coletor e emissor). Isto acontece pelo simples fato de T1 ser um transistor NPN, portanto precisa tensão positiva na base para conduzir.

T1 deixando de conduzir não haverá mais indução em L2 e o capacitor começará a se descarregar através de R1 (visto que a base de T1 está inversamente polarizado). Como o valor de R é elevado, o tempo de descarga também será longo. Alterando-se o valor de R1, alteramos o tempo de descarga.

Quando o capacitor tiver em sua extremidade que está ligada com a base de T1 pouca carga ou potencial negativo, o mesmo começará a conduzir novamente (saindo do corte), haverá indução em L2 e o capacitor começará a se carregar de novo. Sua carga, através de L2 e base-emissor de T1, durará até que T1 entrem curto. Ele, o capacitor C1, começará, então a se descarregar e este ciclo continuará indefinidamente.

Veja os gráficos:



O gráfico mostra uma forma simplificada como funciona o circuito. No instante em que ligamos o capacitor não tem praticamente carga nenhuma e a corrente entre coletor e emissor de T1 é máxima (T1).

CAPÍTULO 17: Osciladores

No momento T2 o transmissor entra em corte e o capacitor começa a se descarregar.

Em T3 há um pico de corrente entre coletor e emissor o que ocasiona um pico de corrente entre base e emissor ($I_b = I_c / \beta$) e que carregará o capacitor.

T4 – descarga de C1

T5 – carga de C1

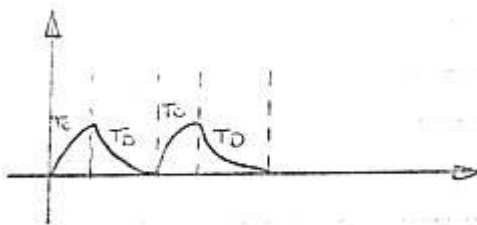
E, assim, indefinidamente.

Como já foi dito, C1 se descarrega através de R1, o tempo de descarga segue esta expressão:

$$T = 0,7 \times R \times C$$

Podemos perceber então que: variando-se o valor de R, variamos o tempo de descarga.

Vejamos os gráficos:



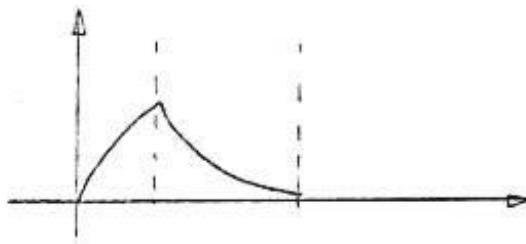
TC = período de carga

TO = período de descarga

Como a descarga é dada por R1 digamos que R1 é igual a R. $R1 = R$

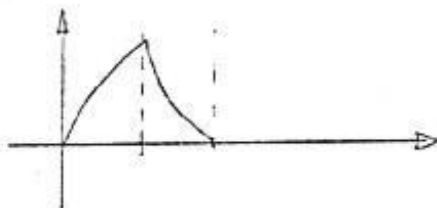
Teremos para $R1 = R$ $R1 = R$

Teremos para $R1 \rightarrow TD = X$



Para 2R teremos

$$TD > X$$



Para $\frac{1}{2} R$ teremos

$$TD < X$$

Como o período total é dado por $T_t = T_c + T_o$ podemos perceber que ao se alterar T_o , altera-se também T_t .

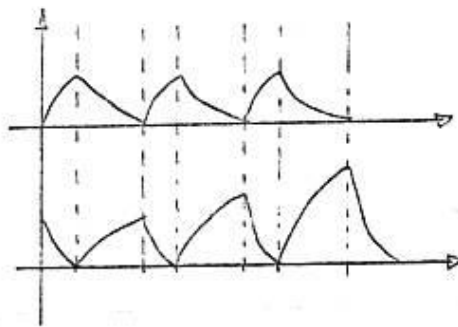
Como $F = \frac{1}{T_t}$

F = frequência

T_t = período do sinal

Vemos que atuando em R1 alteramos a frequência.

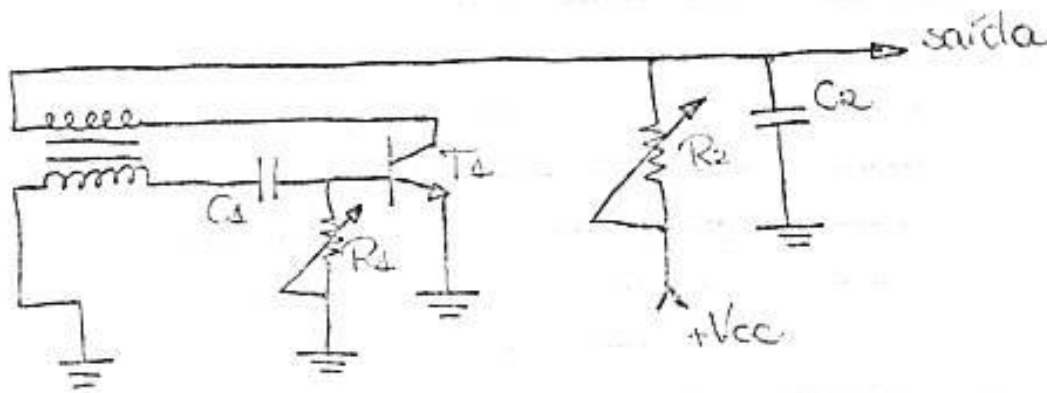
Observando novamente o circuito podemos perceber que quando T1 está cortado o capacitor C2 se carrega através de R2, ele ficará carregando até o momento em que T1 conduz, quando então será descarregado através de T1.



Carga e descarga de C1.

Tensão sobre C2.

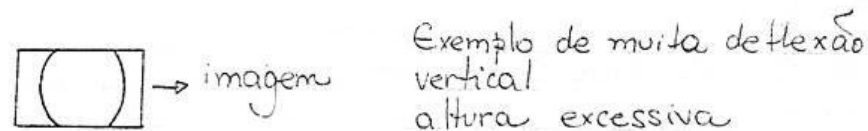
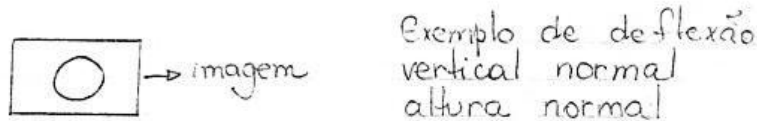
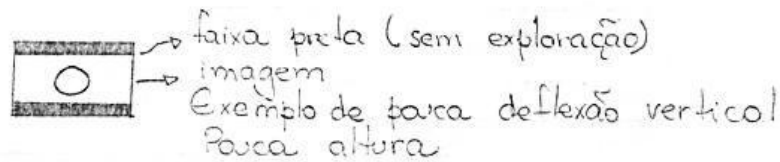
Vemos agora que a carga e descarga de C2 é comandada pela constante de tempo de R1 e C1. Variando-se o valor de R2 alteramos a “quantidade” de tensão “armazenada” sobre C2 para um mesmo período de não condução de T1.



Vemos no gráfico que mesmo com períodos iguais para a descarga de C1, podemos alterar a “quantidade” de tensão sobre C2, basta variarmos o valor de R2.

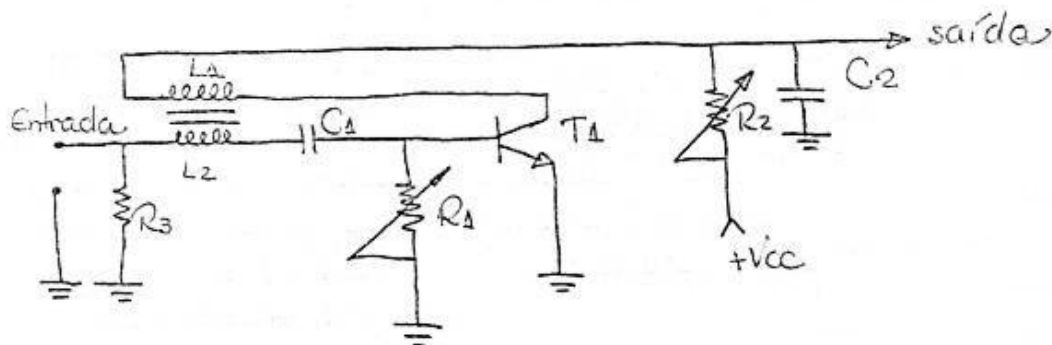
Se este circuito fizesse parte de um televisor e fosse o oscilador vertical, este ajuste seria o controle de altura. Pois, variando a tensão dente-de-serra aplicada sobre bobinas defletoras alteramos a corrente que circula nas mesmas e mudamos a intensidade do campo eletromagnético variando o ângulo de deflexão do feixe de elétrons.

Veja a figura:



Já que estamos demonstrando este circuito como se fosse um oscilador vertical, vamos ver como se faz para travar sua frequência em 60 Hz.

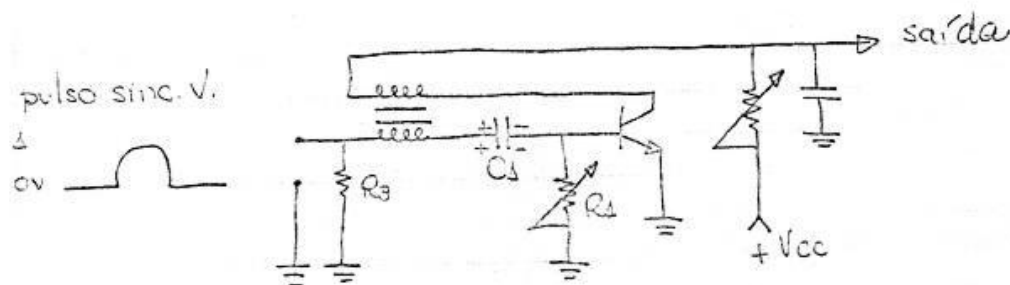
É importante, antes de tudo, salientar que a frequência do mesmo, que é definida por R1 e C1, deve estar próxima de 60 Hz.



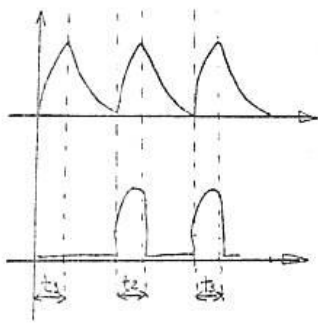
A única diferença do circuito acima em relação aos anteriores está na entrada para o sincronismo vertical e na presença de R3.

Ele funcionará como o outro mas a carga do capacitor poderá ser “apressada” quando chegar o pulso de sincronismo vertical e se somar com a tensão T2 induzida em L2.

Veja a figura:



O capacitor se carregando mais rapidamente, graças a esta tensão positiva do sincronismo vertical, cortará o transistor mais rápido, iniciando mais rápida a descarga e tornando mais curto o período de carga.



$$T1 > T2$$

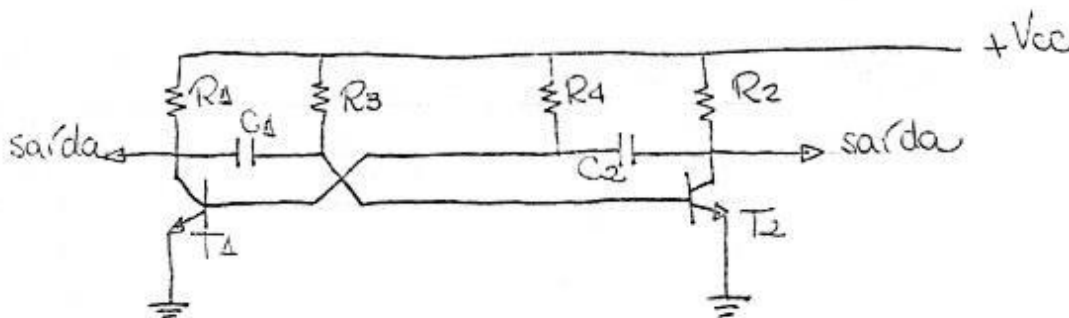
Carga e descarga de C1.

Pulsos de sincronismo vertical.

Os pulsos de sincronismo vertical encurtam o período T1, tornando-os em T2 e, conseqüentemente, altera a frequência. É assim que os pulsos de sincronismo vertical controlam a frequência do oscilador.

Se os pulsos de sincronismo vertical tiverem a frequência de 60 Hz o oscilador oscilará em 60 Hz. Podemos perceber também que a frequência livre de oscilação do circuito deve ser um pouco menor que a frequência dos pulsos de sincronismo.

Multivibrador Astável



Para entendermos o funcionamento deste circuito vamos supor que um transistor esteja em corte e o outro saturado (condição verdadeira na prática).

Estando T2 saturado teremos uma extremidade de C2 aterrada, ele então começará a se carregar através de R4 não permitindo que praticamente nenhuma corrente vá para a base de T1 (além de C2 não possuir sobre si um potencial que permita a condução de T1).

Quando ele estiver “carregado” a tensão sobre ele fará T1 saturar, colocando assim uma extremidade de C1 no terra. C1 começará a se carregar através de R3, consumindo toda a corrente, impedindo que ele vá para a base de T2. T2 então entrará em corte. Quando C1 se carregar T2 saturará e T1 entrará em corte. Este ciclo continuará assim indefinidamente.

CAPÍTULO 17: Osciladores

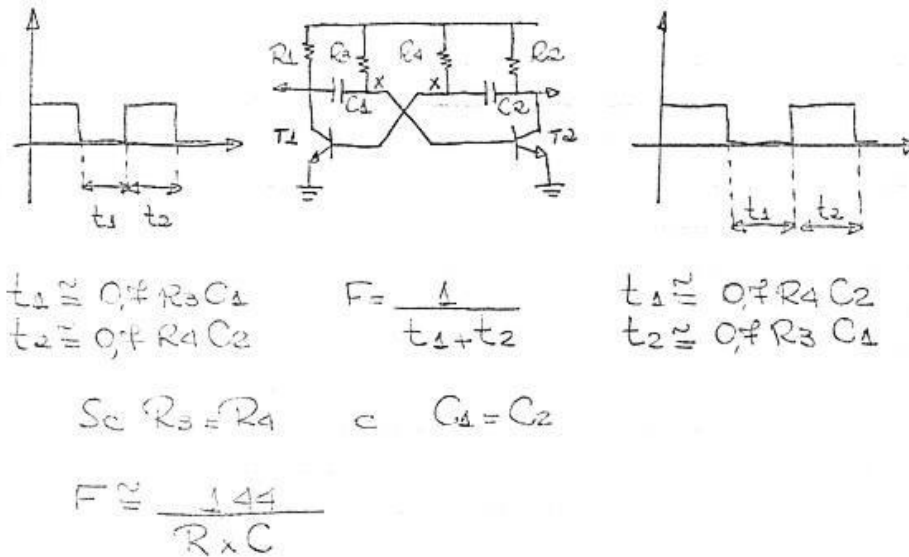
Como as saídas são nos coletores dos transistores e eles ou saturam ou cortam, teremos nas saídas ondas quadradas.

Quando C1 se carrega T2 corta.

Quando C2 se carrega T1 corta.

A largura dos períodos altos e baixas dependerá das constantes R_3C_1 e R_4C_2 .

Veja figura:



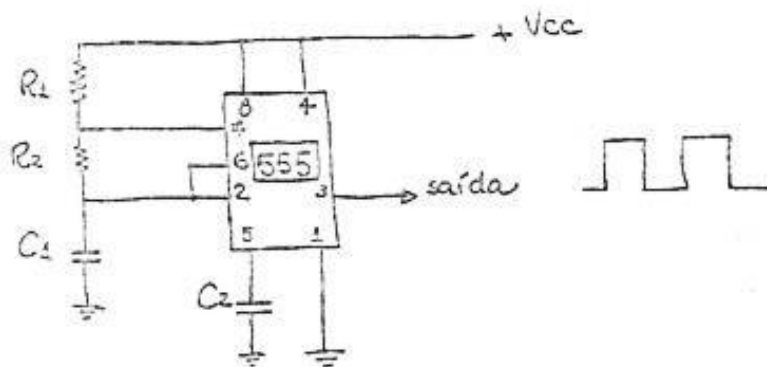
A forma de onda nos pontos X são dente-de-serra (carga e descarga dos capacitores).

Os resistores R1 e R2 são dimensionados apenas para manter a corrente de coletor dentro de valores suportáveis pelos transistores. R1 e R2 não atuam na frequência.

$$R1 = \frac{V_{cc} - V_{cc \text{ saturação}}}{I \text{ desejado}}$$

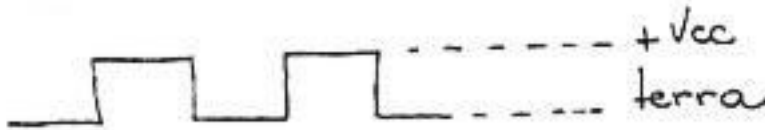
$$R2 = \frac{V_{cc} - V_{cc \text{ saturação}}}{I \text{ desejado}}$$

Um outro exemplo de oscilador é o seguinte:



CAPÍTULO 17: Osciladores

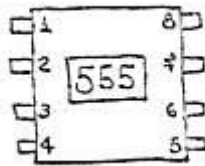
O integrado 555 é o elemento ativo deste circuito, em sua saída, pino3, teremos uma onda quadrada com a amplitude entre terra e +Vcc.



A frequência em sua saída dependerá dos resistores R1 e do capacitor C1 e esta poderá ser calculada pela seguinte expressão:

$$F = \frac{1,44}{(R1 + 2R2) \cdot C1}$$

A pinagem deste IC é definida na figura seguinte:

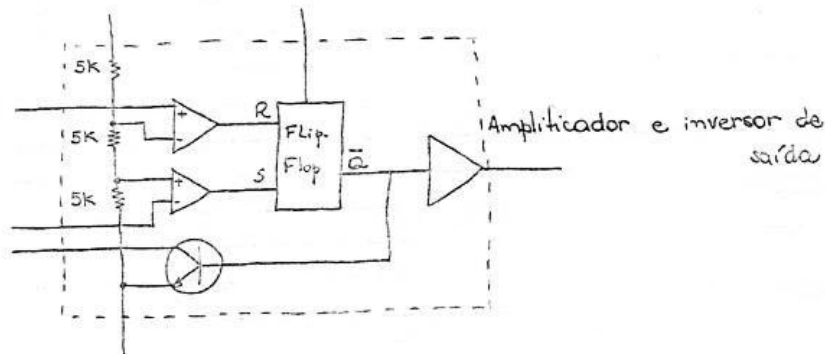


- 1 – terra
- 2 – sensor de 1/3 Vcc sobre C1
- 3 – saída
- 4 – reset
- 5 - tensão de controle
- 6 – sensor de 2/3 Vcc sobre C1
- 7 – descarga
- 8 - + Vcc

Características Elétricas:

- Tensão de alimentação entre 5 e 18 V.
- Corrente de saída ou dreno-máximo 200 mA.
- Consumo próprio por volta de 10 mA no estado alto e 1mA no estado baixo.

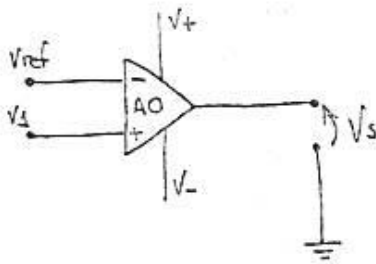
Circuito Interno:



Antes de falarmos do funcionamento do 555, vamos relembrar algumas coisas:

Detetor de nível:

- Sem inversão:



$V+ \rightarrow$ tensão de alimentação positiva

$V- \rightarrow$ tensão de alimentação negativa

Quando usamos um Amplificador Operacional com detetor de nível a tensão em sua saída seguirá as seguintes expressões:

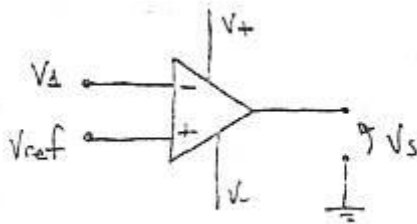
$$V1 \geq V_{ref} \rightarrow V_s = V+$$

$$V1 < V_{ref} \rightarrow V_s = V-$$

Quando a tensão $V1$ na entrada não-inversora for maior que a tensão de referência (V_{ref}) na entrada inversora teremos a tensão $V+$ na saída.

O mesmo raciocínio se aplica para o outro caso:

- Com inversão



Vejamos as expressões que definem o funcionamento deste circuito:

$$V1 > V_{ref} \rightarrow V_s = V-$$

$$V1 \leq V_{ref} \rightarrow V_s = V+$$

Um outro fator para a compreensão do 555 está em se saber o que é um flip-flop. Em resumo um FF é um circuito lógico que terá sua saída alterada entre 0 e 1, terra ou $+V_{cc}$, de acordo com sinais 0 e 1, aplicados em suas entradas.

Temos a seguir, a tabela da verdade de um flip-flop RS.

	S	R	Qe
1º	0	0	Qa
2º	0	1	0
3º	1	0	1
4º	1	1	n/p

No 1º estado a saída do FF manterá seu estado anterior.

No 2º com a combinação) e 1 nas entradas S e R teremos 0 na saída.

No 3º estágio teremos 1 na saída.

O 4º estágio não é permitido (não é usado).

É importante lembrar que um FF possui 2 saídas, Q e $\sim Q$, e que uma será o inverso da outra.

S	R	Q	$\bar{Q}$
0	0	Q_a	$\bar{Q}_a$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	n/p	n/p

Como saída usada no 555 corresponde a $\sim Q$, será esta que, usaremos para estudar o funcionamento do circuito.

Funcionamento do circuito:

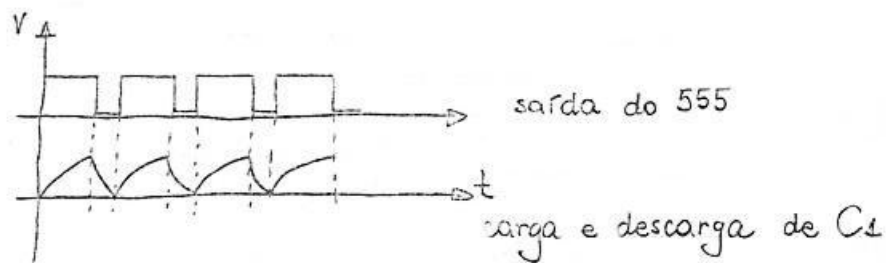
Neste circuito a saída fica variando entre alta e baixa, numa frequência definida por uma constante RC.

Ao se ligar a alimentação, o capacitor C1 se carregará até $2/3$ da tensão de $+V_{cc}$, neste instante o pino 6 percebe este valor e faz com que o circuito comece a descarregar o capacitor através do pino 7. Quando o valor da tensão chega a $1/3$ o pino 2 é acionado e a descarga é encerrada e o capacitor começa novamente a se carregar. Este ciclo continuará indefinidamente.

Funcionamento Interno:

Supondo a saída em estado alto ($1^a + V_{cc}$), teremos na saída do FF o estado baixo (o aterra). O transistor estrará cortado, pois ele é NPN e está com zero em sua base que é positiva e o capacitor estará se carregando através de R1 e R2. Ao atingir $2/3$ da tensão o comparador 1 perceberá e em sua saída teremos nível alto (1). Este 1 e o pino 3 a zero. O Transistor começará a conduzir (saturação) e o capacitor a se descarregar através de R2 e da junção coletor-emissor do transistor. O Capacitor se descarregará até que a tensão sobre ele diminua para $1/3$ de $+V_{cc}$. Quando isso ocorrer o comparador 2 levará o FF a outro estado. Novamente sua saída será zero, o pino 3 será 1 e o transistor entrará em corte, permitindo assim que o capacitor C1 se carregue novamente. Este ciclo persistirá indefinidamente.

A figura mostra a relação entre a saída do 555 e a carga e descarga de C1.



O período de carga nunca será menor que o de descarga, basta observar que para a carga a corrente que carregará o capacitor C1 terá que passar por uma associação série formada por R1+R2 e para a descarga apenas por R2, por menor que seja o valor de R1 ele influenciará na constante de tempo.

Na forma de onda da saída teremos dois estados.

O período alto corresponde ao período de carga de C1 e será chamado de T1.

O período baixo corresponde ao período de descarga de C1 e será chamado de T2.

Estes períodos são dados pelas seguintes expressões:

$$T1 = 0,693 (R1+R2) C1$$

$$T2 = 0,693 R2 C1 \quad 0,693 \cong 0,7$$

O período total é dado pela expressão:

$$T = 0,693 (R1+2R2) C1$$

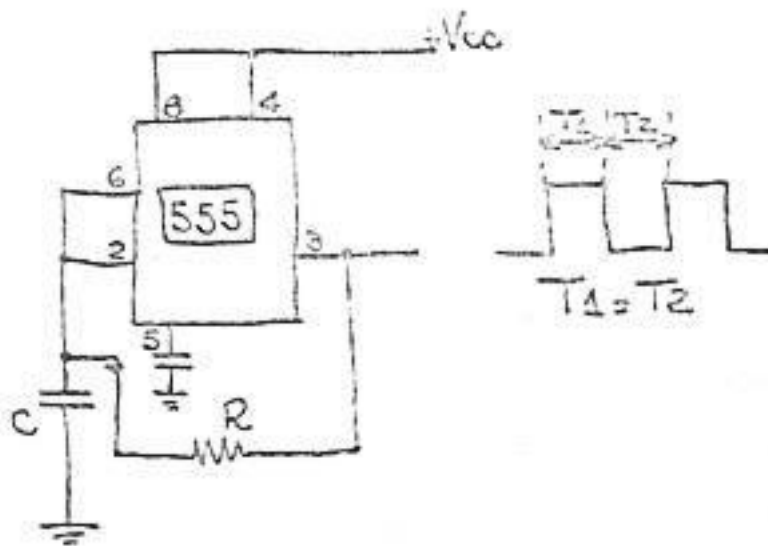
E a frequência como já nos foi mostrado será dada por:

$$F = \frac{144}{(R1+2R2) C1}$$

Se R2 for muito maior que R1, numa relação de 1 para 100, teremos os períodos (alto e baixo) muito semelhante e poderemos calcular a frequência com a expressão:

$$F \cong \frac{0,72}{R2 C1}$$

Se desejarmos períodos de carga e descarga iguais podemos utilizar a seguinte montagem:



E o período será definido por:

$$T = 1,4 C.R.$$

E a frequência

$$F = \frac{1}{1,4 C.R.}$$

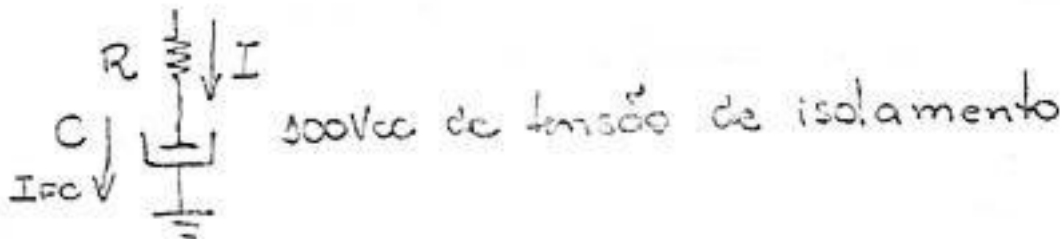
É muito comum a utilização do 555 em osciladores horizontais nos monitores nacionais de fósforo verde.

Obs: em qualquer circuito em que há um capacitor de 10 nf do pino 5 do IC 555 ao terra, a função do mesmo será estabilizar a frequência de saída.

R1 deve ter um valor mínimo de 150Ω. Valores menores do que estes alteram o funcionamento do 555.

Ao se utilizar capacitores eletrolíticos o valor da tensão de isolamento do mesmo deve ser próximo ao da alimentação. Um eletrolítico só é “capacitor” quando a tensão nos seus terminais ultrapassa 1/10 da tensão de funcionamento.

Caso a tensão aplicada sobre o eletrolítico, através de um resistor, seja muito pequena, toda a corrente que passa por R será igual a corrente de fuga de C e este nunca se carregará.

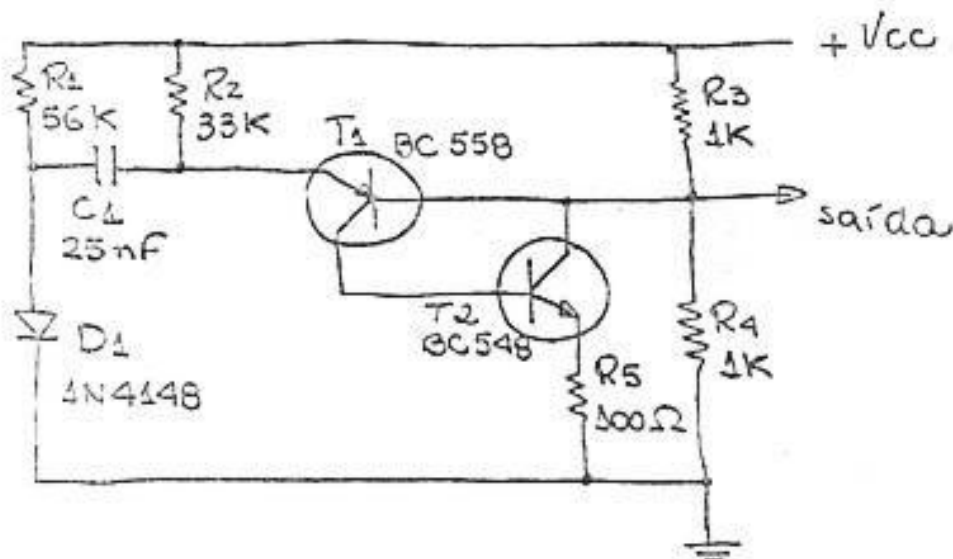


$I_R = I$ de fuga do capacitor (IFC)

Conseqüentemente C não se carrega.

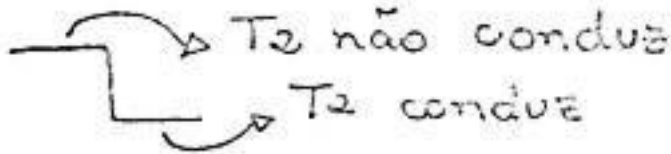
Para maior precisão usar capacitores de tântalo.

Oscilador com transistores complementares

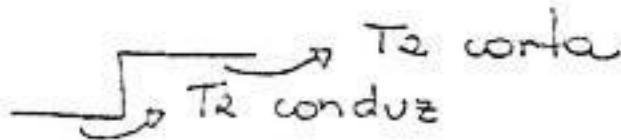


Inicialmente a junção base-emissor de T_1 estará polarizada inversamente e os dois transistores estarão cortados (T_1 cortado não fornece corrente para a base de T_2 que também corta). O capacitor C_1 começará, então, a se carregar através de R_2 e D_1 .

Quando a tensão sobre C1 for o suficiente para polarizar diretamente a junção base-emissor de T1 (aplicar no emissor um potencial superior ao da base) este começará a conduzir e fornecerá corrente a base de T2 que também iniciará a condução. A condução de T2 faz com que a tensão em seu coletor diminua abruptamente.



Os dois transistores conduzirão, até o momento que o capacitor que se descarrega por T1 e R1 (C1 fornece parte da corrente de coletor-emissor de T1), atingir um potencial menor que a base de T1 (lembre-se que a tensão do emissor de T1 e a mesma de C1, pois estão ligados juntos) polarizando-a inversamente e levando-o ao corte. Quando T2 cortar a tensão em seu coletor subirá rapidamente.



Este ciclo continuará indefinidamente e a onda na saída será quadrada.

Os períodos alto e baixo podem ser alterados através da troca de R1 e R2.

Alterando os resistores R1 e R2 alteraremos além dos períodos a frequência de saída.

Circuitos semelhantes a este são utilizados em alguns receptores de TV nacionais.