

CONTROLADORES DIGITAIS PARA BY/PASS, PEDAL & PEDALBOARD

By BETO CRAZY

_Fala aí moçada! Como vocês estão? Tudo beleza?

Todos sabem que hoje os digitais fazem parte do nosso dia a dia, seja em casa, no trabalho ou nas horas de lazer, a realidade digital vem ocupando cada vez mais espaço, sendo quase impossível fugir dela. Muitos acham a eletrônica digital algo difícil e distante de ser aprendido, porém ela é mais fácil do que a eletrônica analógica, isto porque seus componentes são mais estáveis e previsíveis. No mundo da música os digitais passaram a fazer parte já nos meados dos anos 70, em especial na “Era da Disco Music”, onde surgiram os primeiros sintetizadores controlados por microprocessadores, foi nessa época também que os primeiros digitais começaram a ser usados nas montagens eletrônicas. A princípio o uso das famílias lógicas CMOS e TTL predominava, ainda é comuns vermos muitas montagens realizadas com base nos circuitos integrados 4017, 4016, 555, 4046, 7414, 7474, 4013, 4069 e outros. Hoje a nossa realidade já é bem diferente, os microcontroladores estão cada vez mais presentes, alguns com capacidade até de processarem sinais dinâmicos como o áudio e vídeo, contudo o estudo da eletrônica digital passa ainda obrigatoriamente pelo entendimento do funcionamento das famílias lógicas TTL e CMOS.

Mas o que fazer com circuitos digitais das famílias lógicas num pedal de efeito ou num circuito de áudio? As famílias lógicas TTL e CMOS podem ser usadas em especial; no controle de sinais e dispositivos em geral (controlando chaves e relés e LEDs), acionando efeitos, controlando a passagem de áudio de um estágio para outro, acionando displays, e até controlando o ganho de um amplificador operacional.

Contudo, por mais frustrante que seja para os mais inexperientes, não serão oferecidos desenhos de placas de circuito impresso vamos nos restringir a descrever os circuitos e o funcionamento dos mesmos, sendo que, os circuitos aqui montados possuem caráter experimental, quem desejar montá-los deverá ter conhecimentos prévios de eletrônica. (Dãããã!!!)

Para experiências ficarem mais fáceis e simples de serem executadas recomendamos que sejam usadas as seguintes ferramentas:

- Matriz de contatos ou como preferem alguns proto board. Pode ser do tipo pequena mesmo.
- Vamos precisar de fios rígidos e um alicatinho com bom corte.
- Resistores, capacitores, diodos e LEDs de valores variados.
- Uma fonte de alimentação capaz de fornecer tensões numa faixa compreendida entre 3V e 15 Volts para os CMOS, a corrente pode ser de 1 Ampere ou menos (500mA), porém a fonte deve ser do tipo regulada.
- Circuitos integrados para serem testados.

A vantagem dos digitais é que eles necessitam de poucos componentes externos daí a facilidade de implementarmos novos circuitos.

- **Nota importante:** quando você monta um efeito qualquer você está trabalhando sobre um conjunto de configurações de um ou mais componentes (circuitos integrados ou transistores), onde essas mesmas formarão etapas com funções diversas a fim de darem ao circuito a funcionalidade desejada ao projeto. Portanto se você quer entender o que monta, o primeiro passo é estudar e se familiarizar com as configurações dos circuitos integrados usados nos projetos, “pois tendo controle sobre **a parte** você automaticamente terá controle sobre **o todo**”.

1- SELECIONANDO SINAIS ATRAVÉS DE UM FLIP-FLOP

A maneira mais simples de selecionar sinais de áudio é usando usar um dispositivo controlado por um FLIP-FLOP, este vai nos permitir escolher entre dois estados (ligado ou desligado) ou duas fontes de áudio (dois pedais/efeitos).

Mas o que vem a ser um FLIP-FLOP?

O nome é bem sugestivo e como analogia podemos usar como exemplo uma gangorra. Como todos sabem brincar numa gangorra consiste em subir um lado e descer o outro e vice-versa, assim é o FLIP-FLOP, é um dispositivo digital de duas saídas em que uma é zero (0 – nível baixo) a outra é um (1 – nível alto), ou seja, ele apresenta níveis opostos em suas saídas enquanto uma está em nível alto a outra estará em nível baixo. A configuração exibida na figura 1 pode ser usada com diversos circuitos da família CMOS, ela é muito simples e fácil de ser montada, até a minha cachorra monta. O circuito faz uso de inversores CMOS, esta configuração pode ser montada com os seguintes circuitos:

CD4049, CD4069, CD4093, CD40106. Qualquer inversor CMOS poderá ser usado nesta configuração. Veja as figuras 1 e 2.

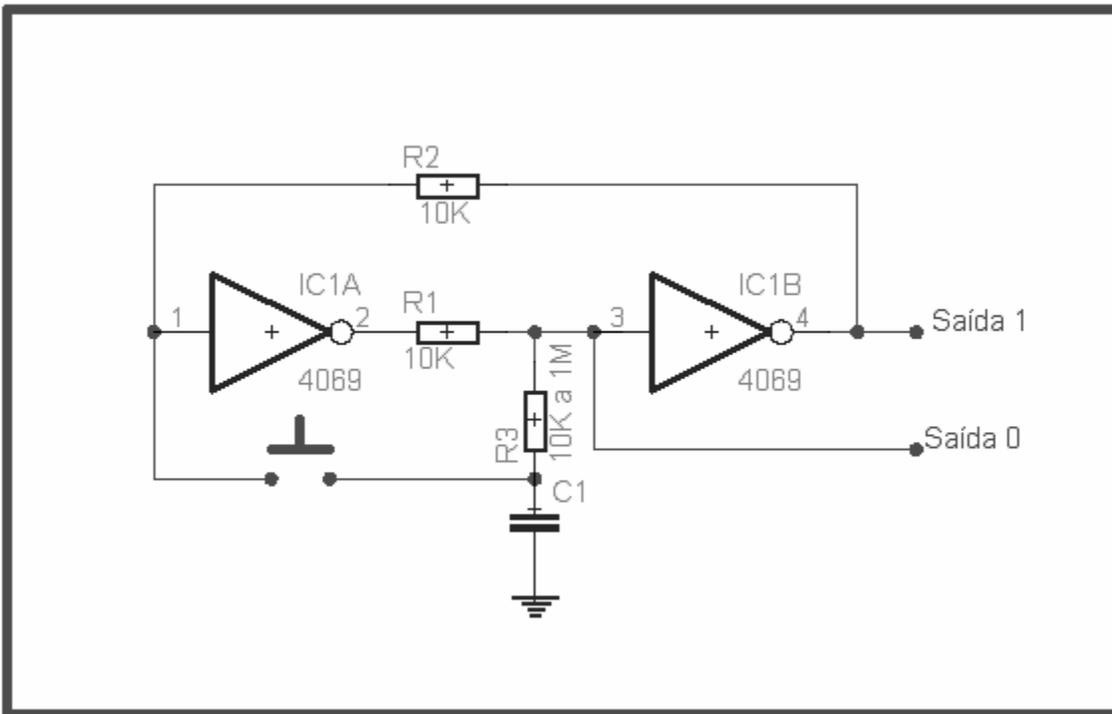


Fig. 1 – Configuração básica de um Flip-Flop fazendo uso de inversores CMOS.

Na figura 1 temos a configuração básica de um Flip-Flop usando inversores CMOS, podemos montar até 3 circuitos com apenas um dos integrados 4049, 4069 e 40106, e até dois circuitos com um 4093, pois usamos duas etapas inversoras de para montar um circuito. Veja as figuras 1 e 2.

Como funciona?

Cada vez que o interruptor (figura 1) é pressionado as saídas do biestável mudam de estado, enquanto uma vai de 1 para 0 a outra vai de 0 para 1. A vantagem deste tipo de circuito é que o interruptor é do tipo push-botton, ou interruptor de pressão, podendo ser usadas também chaves tácteis, (ou simplesmente TAC), este

interruptor deverá ser do tipo Normalmente Aberto, o circuito é acionado por toque, ou seja, o interruptor não precisa ficar o tempo todo acionado como nas chaves tradicionais usadas nos pedais.

Na figura 3, temos a mesma configuração usando agora um 4093, note que este circuito integrado possui duas entradas (formando uma **porta NAND**) em cada etapa (total de 4 etapas), sendo que, para fazê-lo funcionar como um inversor, as entradas de cada etapa deverão ser interligadas (1 com 2 5 com 6, 8 com 9, 12 com a 13). O circuito da figura 3 executa o acionamento de um LED bicolor. Os resistores poderão ter seus valores alterados, notamos que o resistor ligado em série com o capacitor poderá ter valores entre 10K e 1M, os outros dois resistores o valor recomendado é de 10K. O capacitor pode ter valores entre 10uF e 1nF ou até menos. Os resistores ligados ao LED deverão ter seus valores aumentados caso vocês notem a presença de ruídos no circuito, com esta configuração notamos que se reduzirmos o valor do capacitor e aumentarmos o valor dos resistores ligados ao LED o ruído é praticamente anulado, em especial se forem usados FETS, ou outros integrados CMOS (4053, 4016, 4066) experiências podem ser feitas neste sentido.

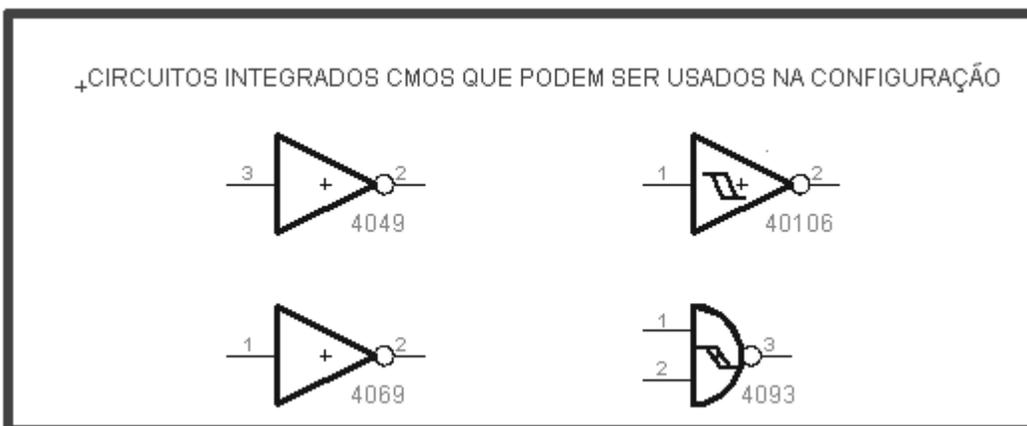


Fig. 2 – Circuitos CMOS que poderão ser usados na configuração mostrada na figura 1.

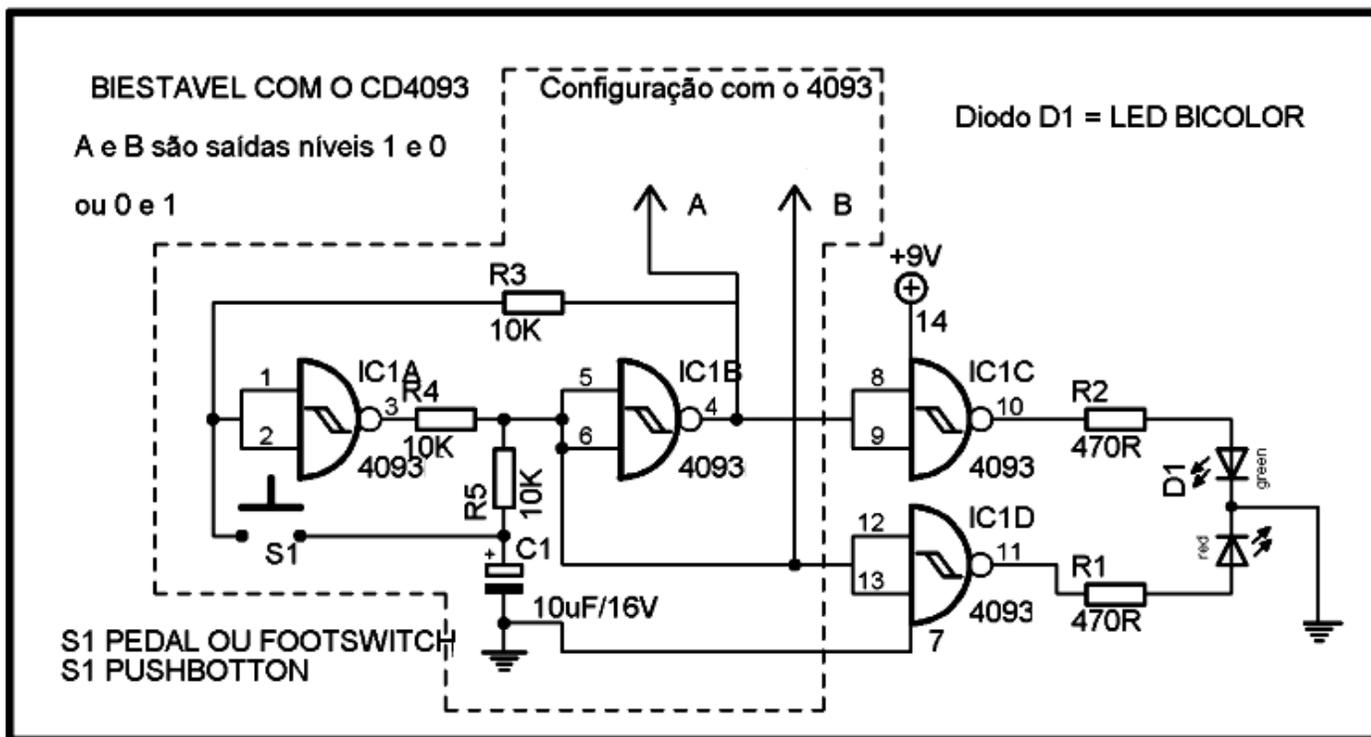


Fig. 3 – Exibe a mesma configuração do Flip-Flop usando o 4093 e ainda ligando um LED bicolor para sinalizar o estado das saídas do circuito.

Supondo que você venha utilizar 3 flip-flop com um único integrado do tipo 4069, porém queremos sinalizar o estados das saídas através de um LED, ou podemos ligar um outro integrado CMOS inversor para esta função ou ligar um transistor, ou ainda experimentar o sistema usado pela BOSS, que faz uso de um diodo zener de 5,1Volts em série com o LED e um resistor de 1K2. Conforme figura 4.

Devemos lembrar que os integrados CMOS não podem fornecer em suas saídas correntes elevadas (meia dúzia de miliAmpères e olhe lá!!!), é altamente recomendável usar LEDs de alto-brilho e baixo consumo de corrente.

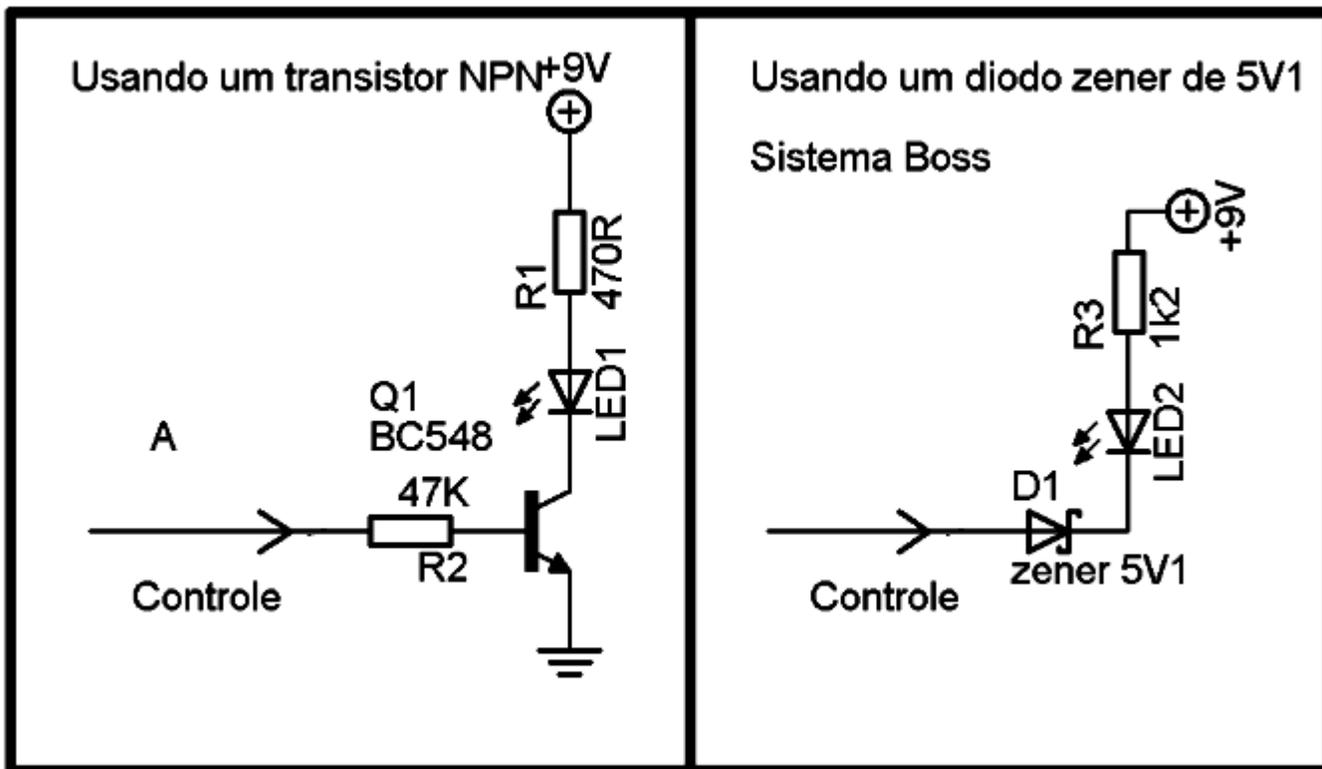


Fig. 4 - Ligando um LED na saída do Flip - Flop.

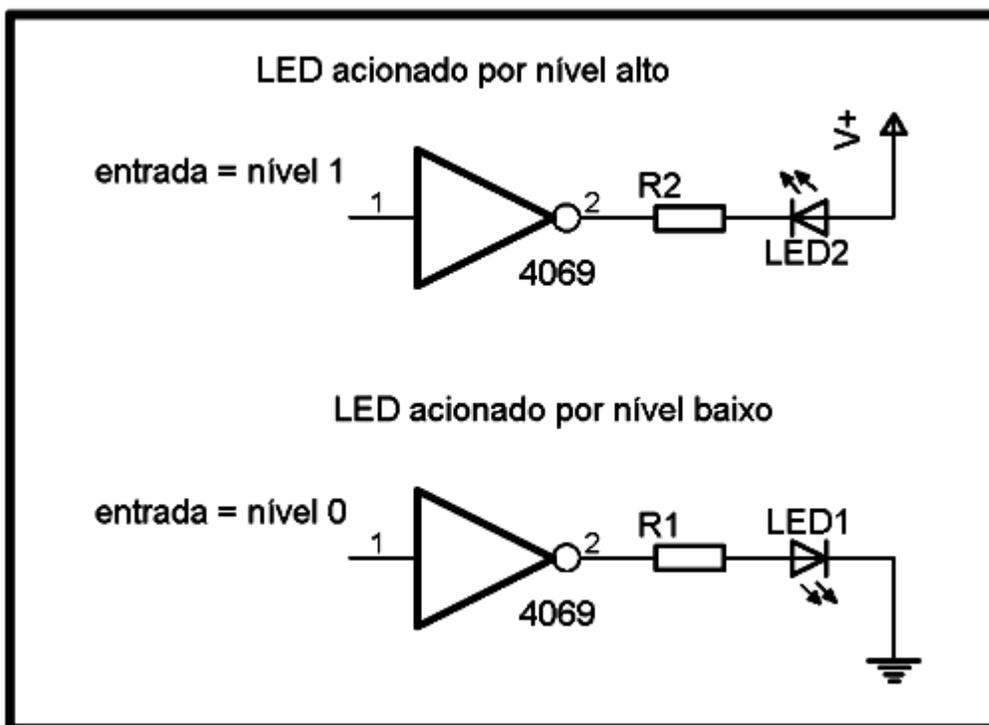


Fig. 5 – Mostra como acionar um LED usando um inversor CMOS.

O circuito da figura 5 mostra como ligar o LED diretamente na saída do inversor, onde podemos acioná-lo por nível baixo ou nível alto, ou seja, se enviarmos um nível 1 (alto) na entrada do inversor na saída deste último aparecerá 0 (baixo) estando o anodo do LED polarizado através do resistor R2 na alimentação positiva (+ Vcc) o LED será acionado por nível alto (a entrada do inversor ligada na saída do flip-flop), contudo se quisermos acioná-lo por nível baixo devemos polarizar o LED através de R1 ligando o catodo direto ao terra do circuito (0 Volts). Esta ligação nos será muito útil em especial se fizermos uso de relés ou de outros integrados CMOS (4016, 4066, 4053).

Não são poucas as pessoas que se ressentem do uso de FETs para efetuar o chaveamento em pedais, é bem verdade que este é o sistema mais silencioso que já foi inventado para comutar um sinal de áudio num pedal de efeito. Para aqueles que não desejam ligar o flip-flop num FET, (aliás, algo seja dito à respeito dessa ligação, quando desejamos efetuar o seu acionamento devemos usar nível baixo-zero Volts-em sua Gate ou comporta então eu recomendo usar um microrelé duplo, sendo esta a única maneira de montarmos um by/pass verdadeiro com um flip-flop. Para ligarmos um relé na saída do flip-flop vamos usar o sistema da figura 6.

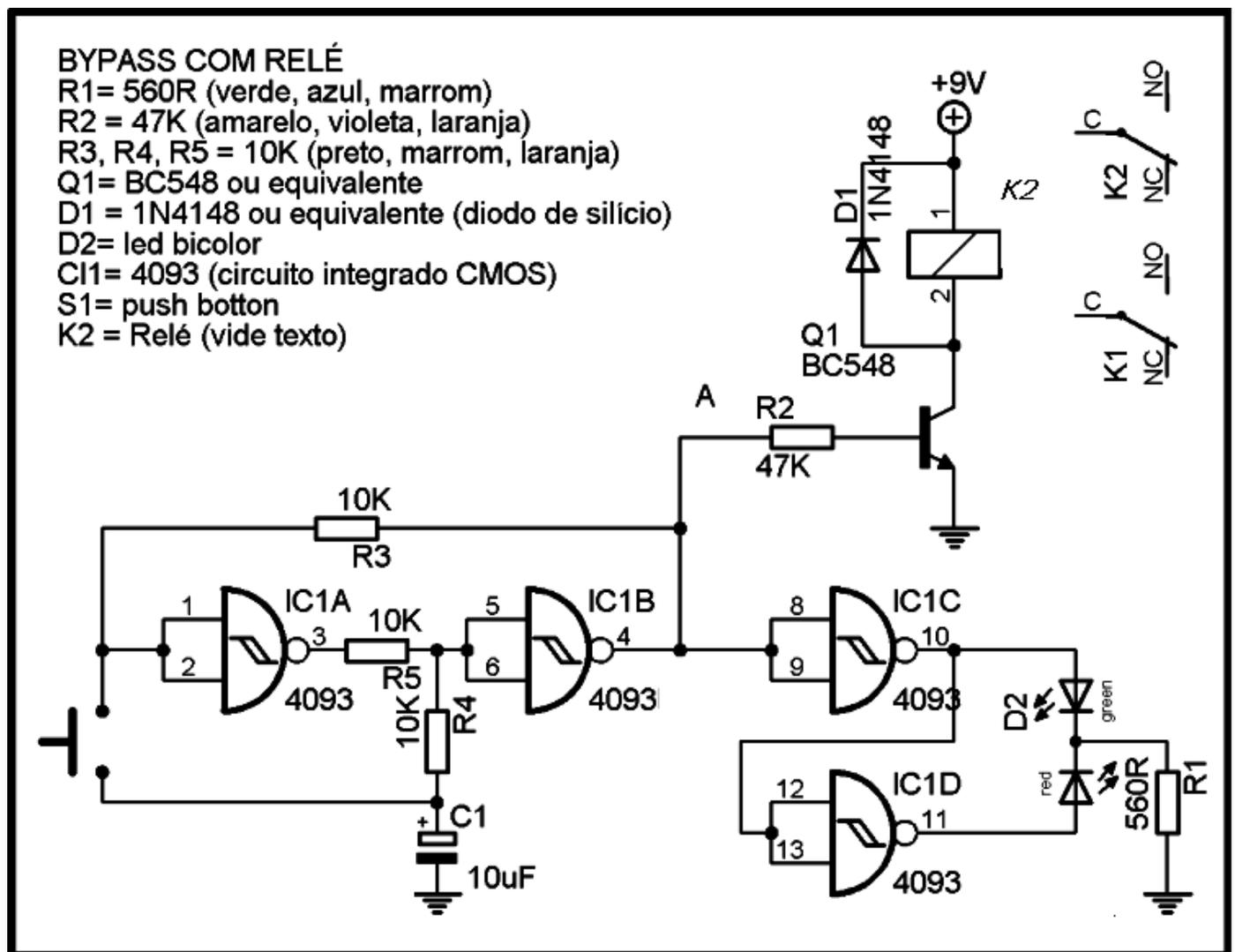


Fig.6 - Um *true bypass* usando o Flip-Flop e ainda acionando um LED bicolor.

Prá quem não sabe o que é um relé: este dispositivo consiste em uma bobina sobre um núcleo de material ferroso de forma que venha funcionar como um eletro-ímã, ou seja, este acionará dois ou mais contatos mecânicos (pólos) como numa chave normal toda vez que circular uma corrente por esta bobina. A qualidade

dos contatos dos relés determina e muito se ele vai haver ou não a possibilidade de emitir ruídos durante a comutação, um bom relé deveria ter seus contatos feitos com ouro, por ser este um excelente condutor de energia elétrica e mais recomendado para comutar sinais de baixa tensão como os de áudio-frequência, porém com toda a certeza vocês não vão encontrar um relé deste tipo dando sopa por aí. Experiências devem ser feitas até encontrar um que emita pouco ou nenhum ruído (típicos das chaves que possuem contatos mecânicos).

O microrelé que foi usado neste circuito opera com tensão nominal de 12 Volts, contudo foi alimentado por 9 Volts com sucesso. Para acioná-lo não podemos ligá-lo diretamente na saída de um integrado CMOS (ou mesmo TTL), pois a bobina, em geral consome uma corrente superior aquela que o integrado pode fornecer em suas saídas, então fazemos a ligação através de um transistor de uso geral do tipo BC548, devemos ainda prever um diodo em paralelo com a bobina do relé para não queimar o transistor durante a comutação, este diodo também é de uso geral - 1N4148.

A configuração da figura 1 é bastante simples, porém devido à essa simplicidade ela não é muito indicada quando se faz uso de transistores FETs, na figura 7 temos um Flip-flop “de verdade” que é o 4013, este integrado é um duplo FLIP-FLOP do tipo D, ou seja, dependendo do modo como ele é ligado o bit presente na entrada D passará para saída Q. O circuito da figura 7 também é acionado por uma chave de contato momentâneo, do tipo push-botton normalmente aberto. Ele é mais estável e produz um ruído menor na comutação do interruptor.

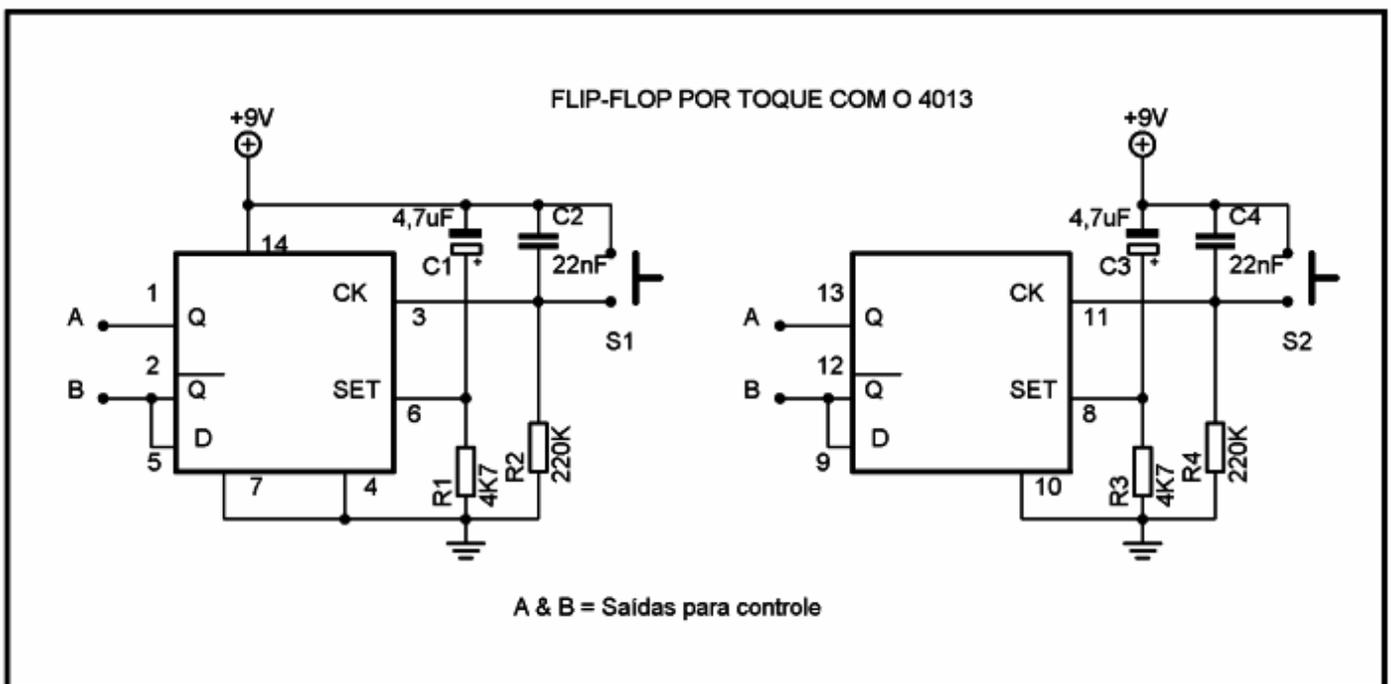


Fig. 7 – Mostra um FLIP-FLOP com o 4013, este circuito produz um nível de ruído menor na comutação, sendo mais indicado para ser usado com transistores de efeito de campo (FETs).

Na figura 8, temos o modo de interligarmos um FLIP FLOP num FET, observem que a Comporta do FET (gate-G) é ligada através do diodo D1 em série com o resistor de 1M, sendo que os terminais Dreno e Fonte (Dreno-D e Source -S) devem estar devidamente polarizados. O FET é configurado para funcionar como uma chave onde os pólos são os terminais dreno e fonte e o interruptor que aciona esta chave é a comporta, esta última é ligada em uma das duas saída do Flip-flop através do diodo D1 ou D2 que ligados em série com um resistor de 1M (R1/R2) e com o capacitor de 47nF (C1/C2) este serve para dar inércia ao circuito de forma que a transição de resistência entre o dreno e a fonte ocorra de forma gradual. Quando temos um nível alto (+Vcc) em uma das saídas do flip-flop o capacitor C1 ou C2 é carregado através de R1/R2, o diodo D1 / D2 “bloqueia” a tensão da saída do biestável impedindo esta de “chegar” até a comporta do FET, nesta con-

dição a resistência nos terminais S e D do FET permanece alta impedindo a circulação de sinal, de modo inverso quando temos um nível baixo na saída do biestável, o capacitor C1 ou C2 descarrega-se e a tensão é levada 0 Volts, o diodo então conduz aterrando a comporta do FET, nesta condição a resistência entre o Dreno e a Fonte gira em torno de 150 OHMs (depende do FET usado), permitindo assim a passagem de sinal. O FET a ser usado nesta configuração deve ter baixa capacitância e baixa resistência, sendo que existem FETs apropriados para este tipo de tarefa, exemplos o 2N5484, 2N5485 e o 2N5486 (veja na Farnell).

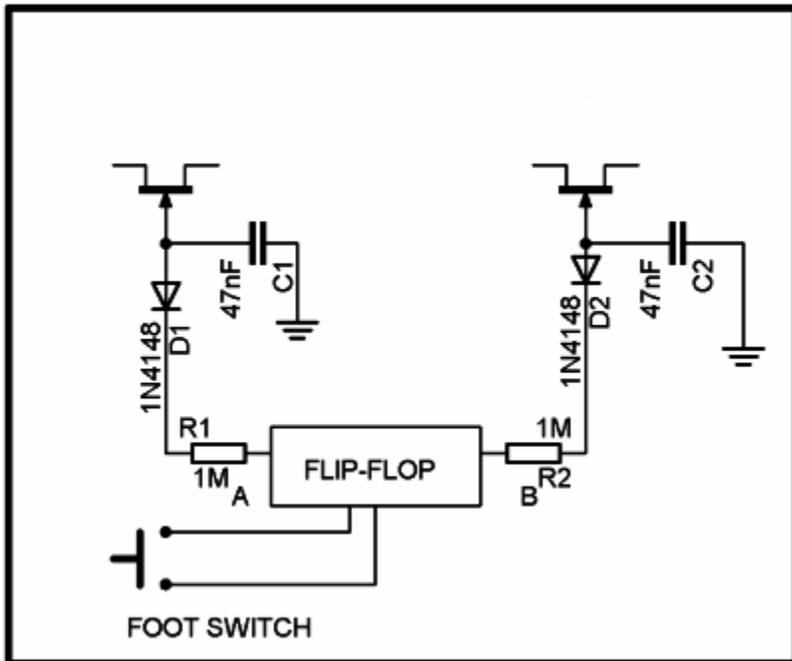


Fig.8 – Ligando os FETS nas saídas do FLIP-FLOP, observem que o FET estará ativo com nível baixo (0V), ou seja, a resistência entre o Dreno e a Fonte será menor quando a Comporta do FET for aterrada.

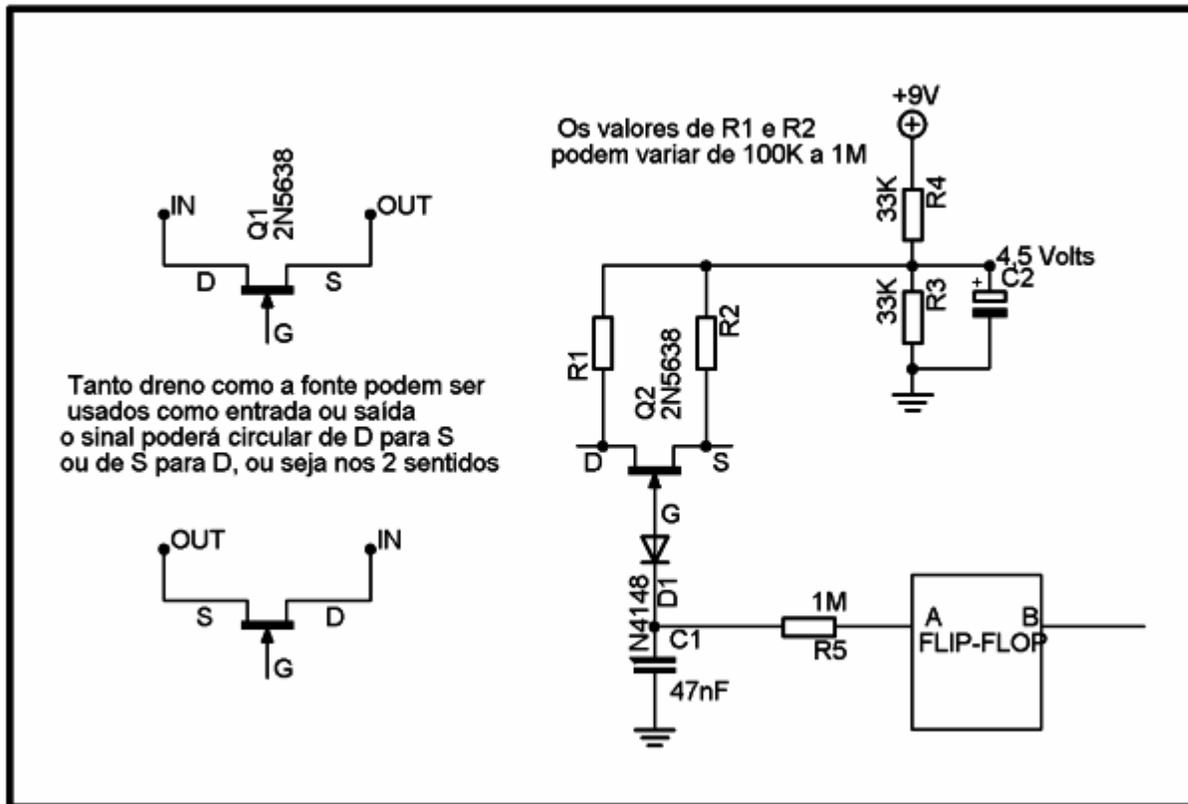


Fig. 9 – O modo correto de polarizar um FET para que ele funcione como uma chave.

Para que o FET venha funcionar como uma chave os seus terminais deverão estar devidamente polarizados, na figura 9 exibe a forma de polarizar o FET, os resistores R1 e R2 devem ter valores compreendidos entre 100K e 1M, estes mesmos serão ligados a uma voltagem de 4,5Volts que corresponde ao potencial presente no divisor de tensão usados nos pedais de efeito, ainda que para o FET ligados nestas condições não existe terminal de entrada ou saída de sinais, ambos os terminais Dreno e Fonte podem ser usados tanto como entrada como saída, o sinal circula nas duas direções.

MONTANDO SISTEMAS DE CONTROLE

Como vocês mesmos puderam conferir a montagem de um circuito de controle não deve oferecer maiores dificuldades, os circuitos apresentados são universais e podem ser usados numa ampla gama de aplicações, que vai deste de by/pass para um efeito até em circuitos isoladores de alta tensão.

Vou deixar com vocês algumas idéias práticas que podem ser aplicadas com estes flip-flops.

Na Internet hoje em dia existem muitos esquemas de pedais para se montar, o grande problema acaba sendo na hora de abrigar o circuito destes “ratinhos” e mesmo na hora de usá-los a experiência pode torna-se algo deprimente, pois temos que montar os pedais em série (um ao lado do outro).

Uma das possibilidades abertas com circuitos controladores está justamente na possibilidade de montarmos mais de um circuito na mesma caixa e fazê-los operar em conjunto, um exemplo, que tal montar um TS-9 com um DS-1, ou ainda montar dois equalizadores no final da linha de um pedal de efeito, imaginem um GT-2 com dois ótimos equalizadores e podendo selecionar qual deles usar de uma forma totalmente independente!

Isso tudo pode ser algo muito complexo se usarmos as tradicionais chaves de comutação para pedais, contudo torna-se algo fácil de ser realizado quando falamos em circuitos digitais, estes nos abrem, sem sombra de dúvidas, novas possibilidades atribuindo uma funcionabilidade mais poderosa e dinâmica.

Apesar de muitos não gostarem dos FETs como elementos de comutação há condições em que eles se tornam ideais para uso, em especial quando temos que efetuar a seleção entre dois efeitos, um exemplo pode ser dado no esquema da figura 10.

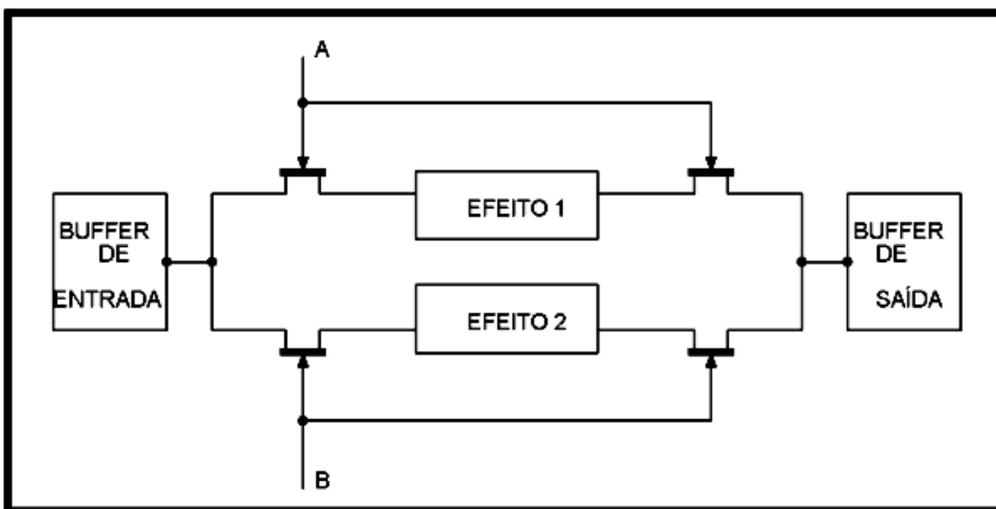


Fig.10 – Usando um buffer de entrada e saída em conjunto com dois efeitos.

No esquema da figura 10 é uma solução mais viável para ser usado com efeitos de distorção, onde apenas um efeito ficará ativo, ou seja, podemos montar, por exemplo, um TS 9 e um DS 1 na mesma caixa, ou um MT-2

com um TRIMETAL (uma colméia de abelhas).Além do mais os flip-flops oferecem uma vantagem adicional que é a de usar um pedal externo (foot switch) para ligar ou selecionar um efeito.Veja na figura 11.

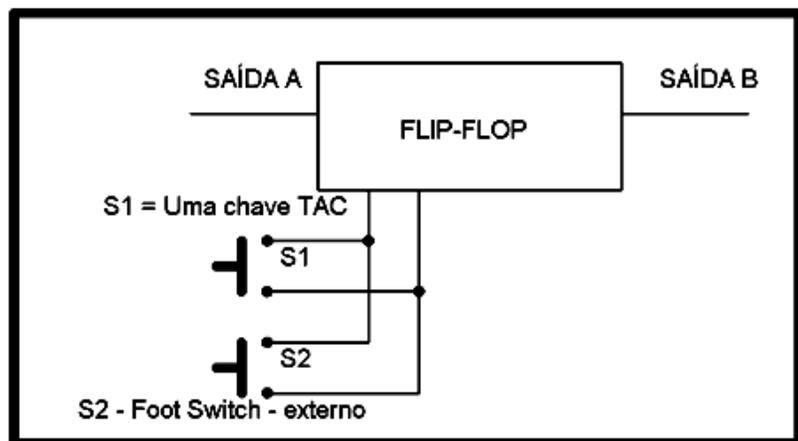


Fig. 11 – Podemos usar uma chave TAC no painel do pedal e usar um foot switch externo.

Para montar o sistema da figura 11 basta adicionar mais uma chave TAC ou push –bottom no circuito do flip-flop, desta forma teremos dois pedais controlando o mesmo efeito.

Podemos ainda criar seletores de pedais com relés acionados por flip-flops como mostra figura 12, desta forma podemos desviar os sinais sem riscos de perdas de frequência.

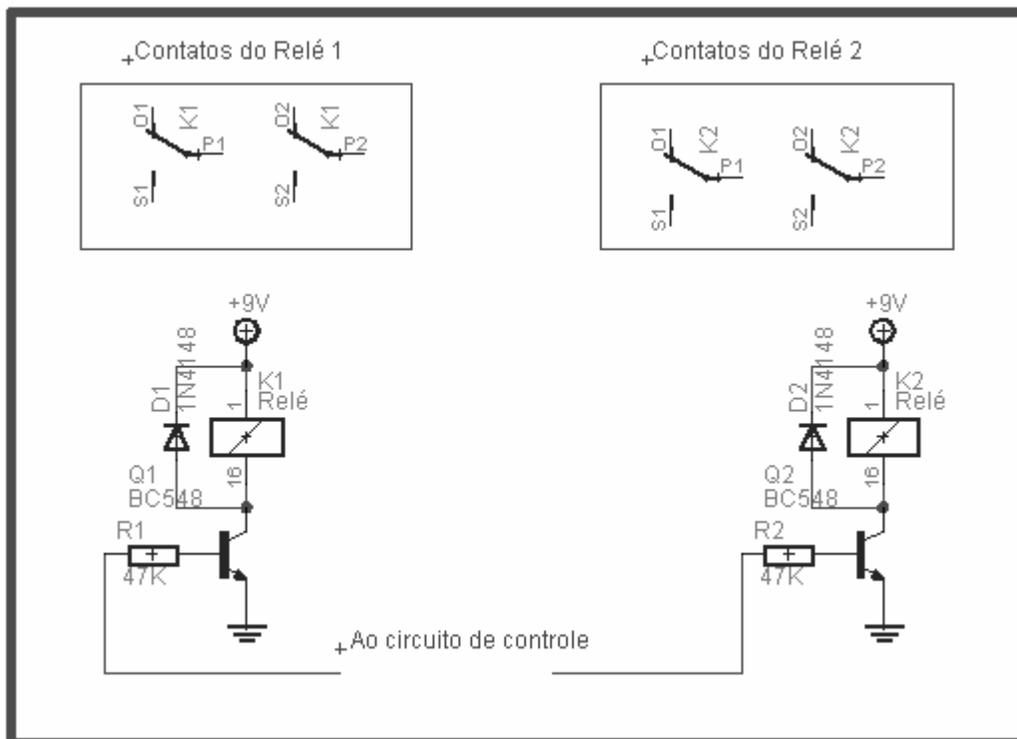


Fig. 12 – Usando relés para selecionarmos pedais.

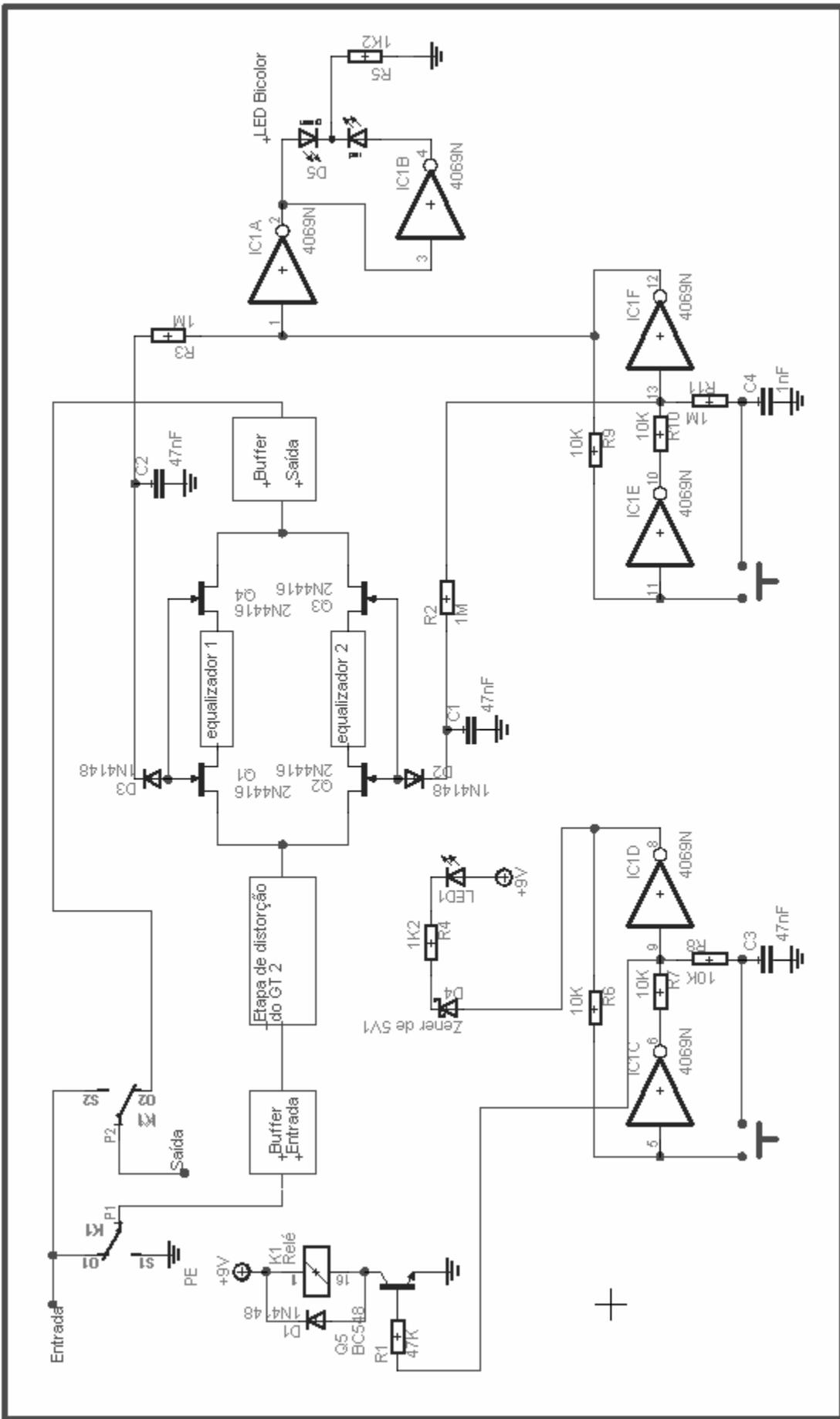


Fig.13 – Um exemplo de aplicação usando um 4069/ 40106 para acionar um True By/Pass com relé e seleccionar dois equalizadores.

_ Bom pessoal é isso aí, e por hoje é só! Espero que as informações acima possam ajudá-los a desenvolver boas idéias para seus projetos, agora é só dar asas à criatividade e **projetar** seu próprio sistema de seleção e controle, no futuro voltarei a falar sobre outras implementações digitais.

Até uma próxima oportunidade.

Abrços fiquem com Deus, sucesso e tudo de bom.

Beto Crazy - Sampa, 05/2007.

Pinagens dos componentes utilizados:

4013 – duplo flip-flop D

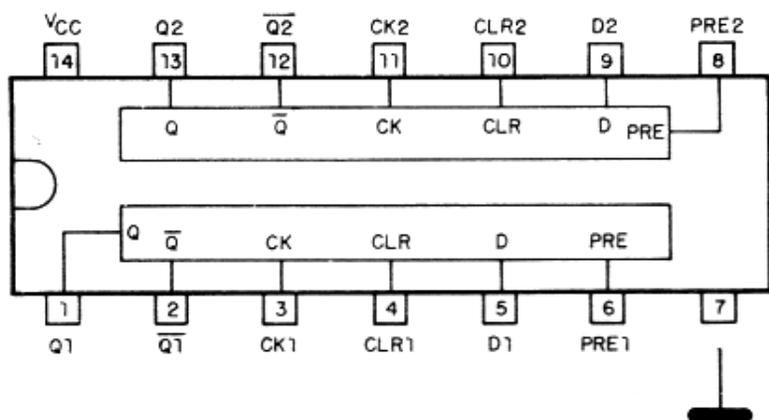


Fig. 14 - Pinagem 4013

40106 – seis inversores Schmitt Trigger

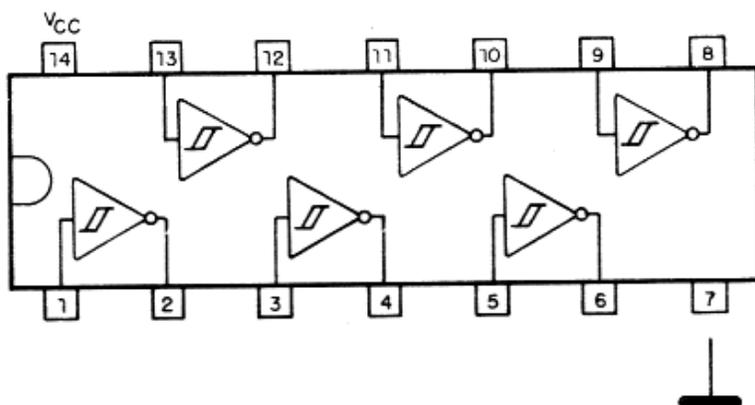


Fig. 15 – Pinagem 40106

4093 – quatro portas NAND Schmitt Trigger de duas entradas

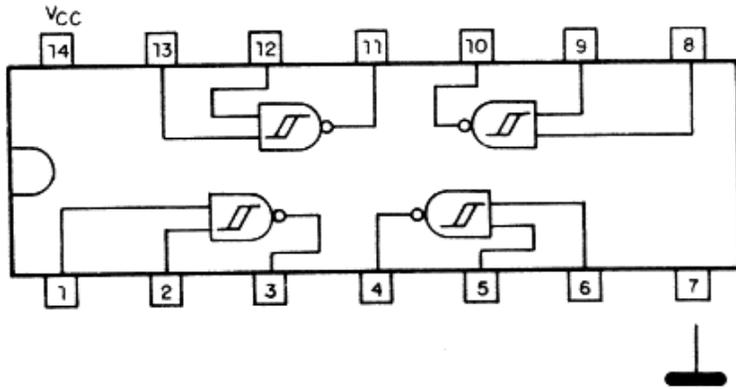


Fig. 16 – Pinagem do 4093

4069 – seis inversores

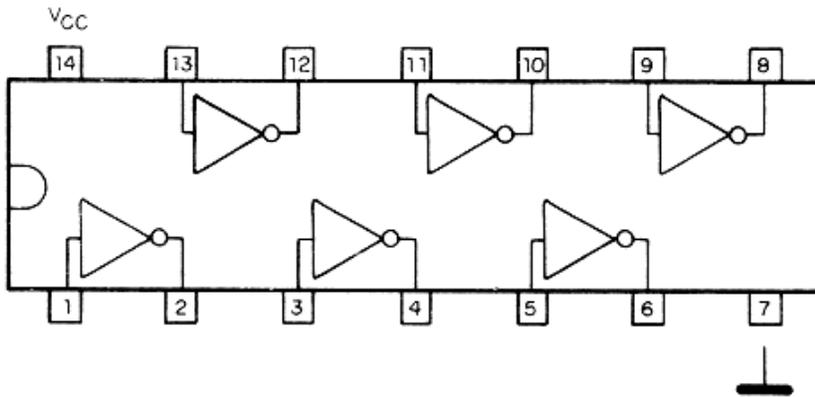


Fig. 17 – Pinagem do 4049 e do 4069

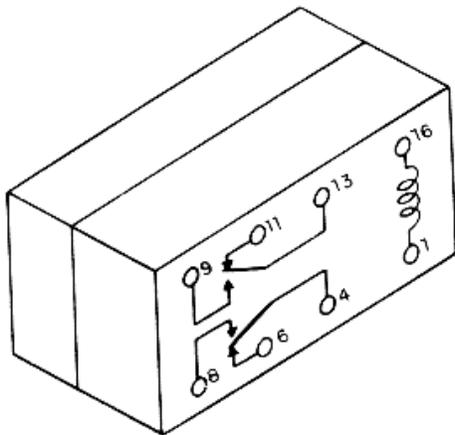


Fig. 18 – Microrelé duplo switch de 5V, 6V ou 12V

BC548



Fig.19 – Pinagem do BC548