# Hell's Gain – HG-1

*Pedal de Distorção HI Gain by Haroldo Gamal e Leonardo Plautz Chocron*

*Documento versão 1.3 – Placa versão 2.2*

## I. Introdução

Após alguns anos de existência o fórum handmades.com.br apresentou muitos projetos originais. Um destes projetos, o canal sujo de um pré amplificador para guitarra, teve muito sucesso e foi montado por vários usuários, com os mais distintos layouts e subprojetos derivados.

Este documento apresenta mais uma variação do projeto do canal sujo de guitarra, só que, desta vez, ele vem na forma de um pedal de guitarra, ou seja: Hell's Gain – HG-1.

O pedal aqui apresentado tem diversas características que farão o guitarrista muito feliz: ganho moderado a alto; equalização detalhada e atuante; capacidade de saída elevada, permitindo usá-lo no setup como um distorcedor e "booster" ao mesmo tempo; muitos botões (a maioria gosta de muitos botões); modelo de distorção Marshall; compacto; etc.

Não é preciso apresentar o circuito, uma vez que ele está disponível ha muitos anos no Handmades. Convém lembrar a natureza aberta do circuito, não havendo nenhuma restrição quanto a seu uso por quem quer que seja. O autor sempre especificou que o uso comercial do produto é amplamente permitido, sem restrições, cabendo a quem usa, por uma questão de ética e não direito, mencionar a origem do circuito, como fazemos abaixo:

O Circuito aqui apresentado é de autoria de Haroldo Gamal e faz parte do acervo de projetos do fórum http://handmades.com.br, sem quaisquer restrições quanto ao uso privado ou comercial.

Através deste documento você poderá ver, a seguir, os detalhes da montagem de um HG-1 utilizando o layout elaborado pelo Leonardo Plautz Chocron. Os arquivos do layout não serão disponibilizados, mas a placa pode ser adquirida através de contatos disponibilizados no fórum.

A placa é de alta qualidade, fabricada por uma empresa especializada, com dupla face, furos metalizados, tamanho elaborado para ser abrigada em uma caixa Hammond do tipo 1590BB e espaço previsto para, nesta configuração, abrigar bateria comum de 9V.

Os autores não se responsabilizam, de nenhuma maneira, pelo uso e montagem deste equipamento, embora este circuito / layout esteja com funcionamento comprovado por mais de um ano. O projeto tem mais cunho educacional do que comercial, permitindo, assim, que handmakers possam construir seu próprio distorcedor. Desta forma, os autores também não se responsabilizam por erros de montagem, prejuízos decorrentes de falhas em seu funcionamento e correlatos. Se você pretende usar este circuito de forma comercial, deverá se cercar de suas próprias garantias perante a seus consumidores.

## II. Alguns Detalhes do Circuito

O circuito é basicamente o do canal sujo do amplificador de guitarra apresentado no handmades.com.br. Como ele necessita de uma fonte simétrica, um circuito que gera a tensão negativa foi adicionado. O volume de saída foi reduzido, uma vez que o pré original era projetado para excitar “powers” valvulados de baixa sensibilidade.

Um único componente, um resistor denominado RA, foi previsto como “selecionável pelo montador”. O valor deste resistor modifica a amplitude de saída do equipamento. O valor recomendado é 120 kohm. Valores entre 100k e 220k parecem bem razoáveis. 100k fará com que o volume de saída seja mais alto e 220k mais baixo.

Claro que, em se tratando de um projeto “handmades”, o montador pode experimentar à vontade, mas os resultados sonoros, as vezes, é difícil prever.

## III. Escolha dos Componentes

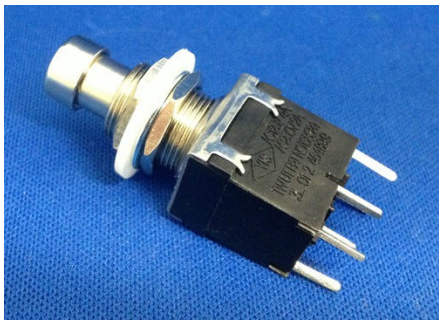
A placa é de tamanho compatível com o número de componentes. A escolha destes deverá respeitar o tamanho disponível na placa - não dá para usar “orange drops” de 630V, por exemplo, ou pelo menos não será muito fácil soldá-los na placa. Nos protótipos foram usados os capacitores Epcos de 63V (muito conhecidos pela sua cor azul).

Os resistores poderão ser de 1/8 watts sem grandes dificuldades.

Há uma reserva quanto aos diodos de “clipping”. Alguns 1N4004 e 1N4007 tem seus terminais (“leads”) um tanto grossos. A placa foi prevista para os modelos com terminais mais finos. Para que a placa não seja danificada, não tente aumentar os furos dos diodos. Esta ação compromete a metalização dos furos e certamente causará problemas à placa. Caso os diodos em mãos sejam os com terminais mais grossos, existem duas observações na seção “Dicas de montagem” a ser escolhida pelo montador.

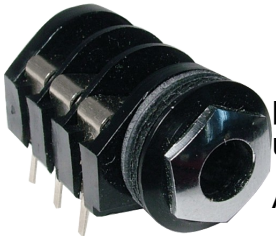
O circuito integrado responsável por gerar a tensão negativa é o MAX1044 ou ICL7660S. O primeiro é mais caro, ao passo que o segundo é mais fácil de ser encontrado. Entretanto, caso se opte por utilizar o ICL7660S, atenção especial deve ser dada a nomenclatura. A letra **S** no final do código é obrigatória. Caso se utilize o ICL7660 (sem S no final), será introduzido no som o ruído de chaveamento, que resultará em um apito acompanhando o som da guitarra.

A chave DPDT usada no circuito é muito comum de ser encontrada. Algumas lojas no brasil as fornecem sem grandes dificuldades. Ela costuma entrar de forma bem justa na placa. Cuidados na hora de prendê-la a placa são necessários. A figuras abaixo mostram exemplos de chaves utilizáveis na placa do HG-1.



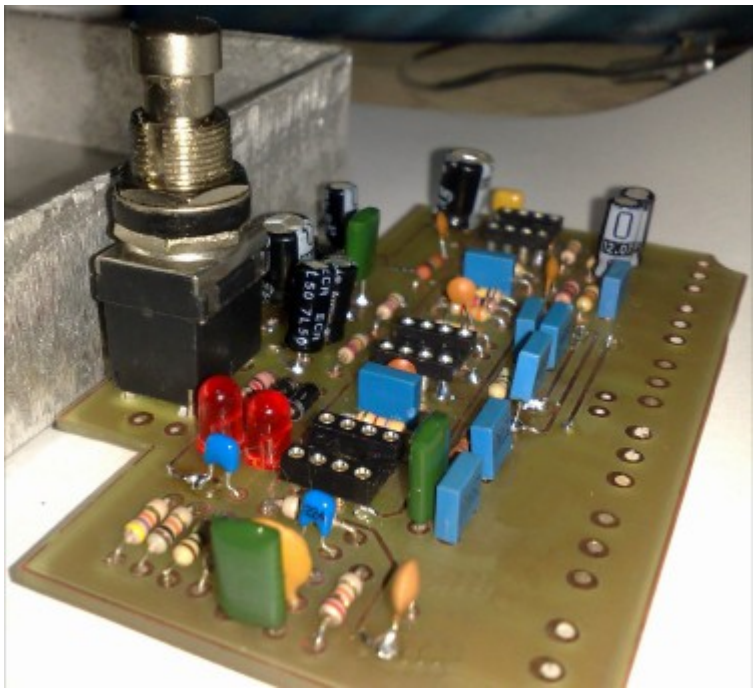
Os jacks de entrada e saída devem ser escolhidos de acordo com a caixa a ser utilizada. Muitos protótipos utilizando “Jacks” da CLIFF ou Neutrik, permitiram que a placa fosse fixada a caixa sem grandes dificuldades. A única atenção a ser observada é que o jack de entrada deve

ser, obrigatoriamente, stéreo, ao passo que o de saída pode ser mono ou stéreo.

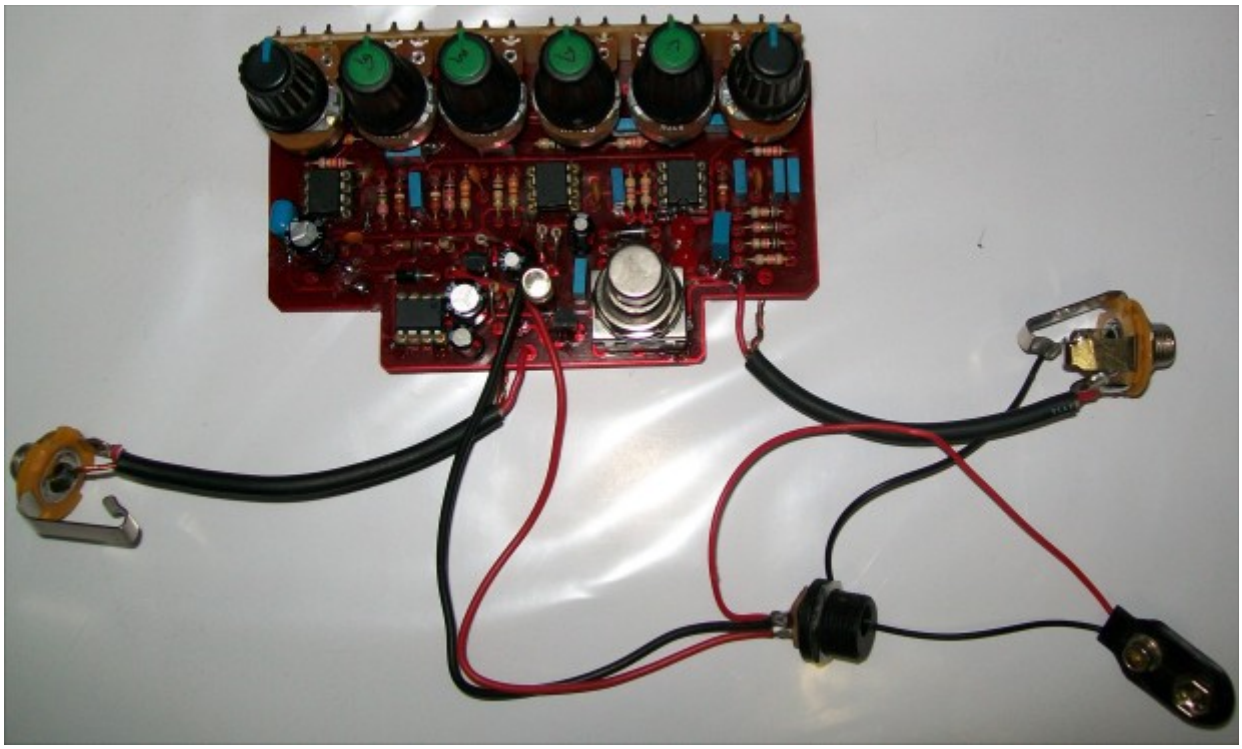


As mesmas considerações quanto ao tamanho da caixa são aplicadas aos potenciômetros utilizados. Potenciômetros de 16 mm comuns permitem o uso da caixa 1590BB.

Abaixo estão fotos de alguns dos 22 protótipos construídos.

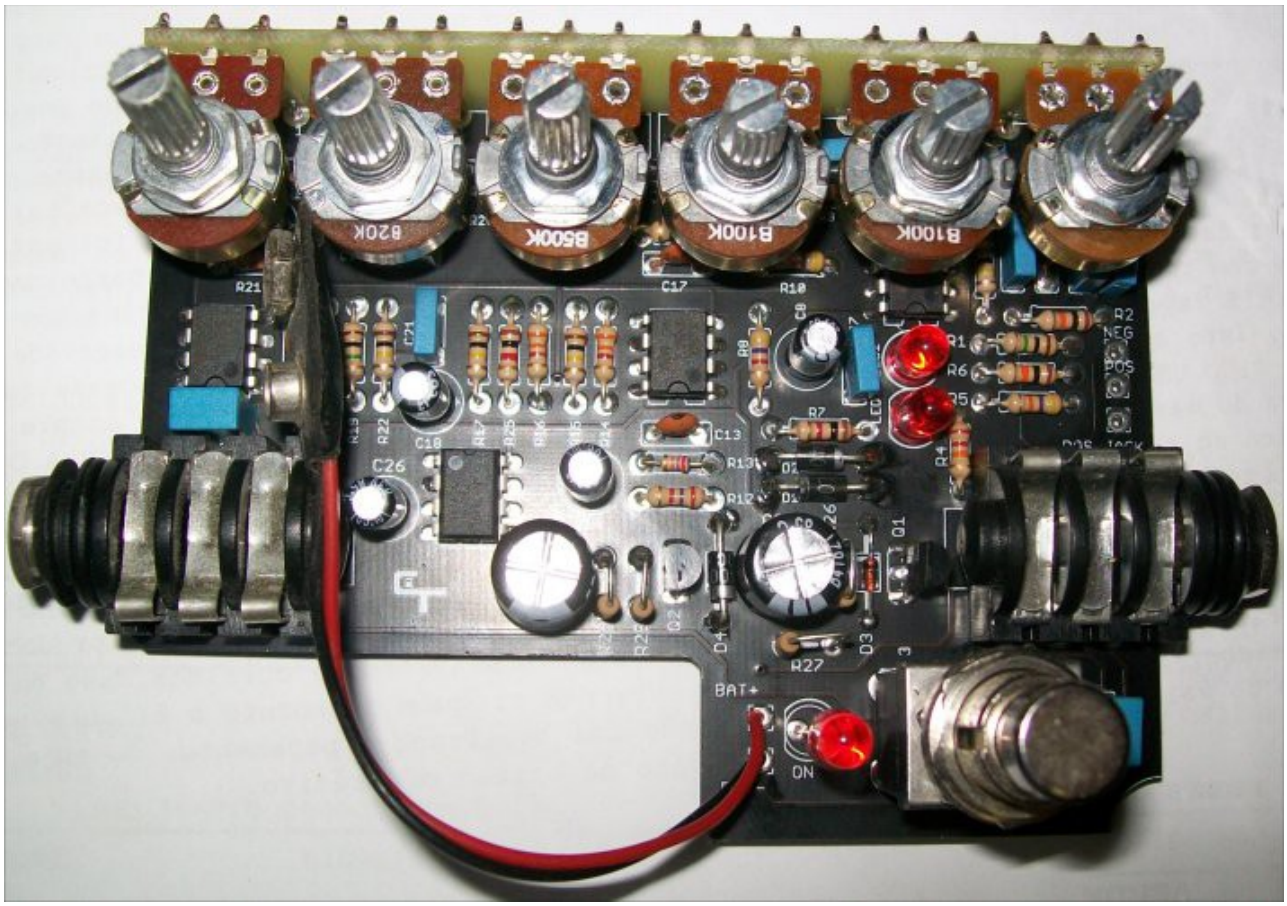


Protótipo versão 1.7



Protótipo versão 1.9

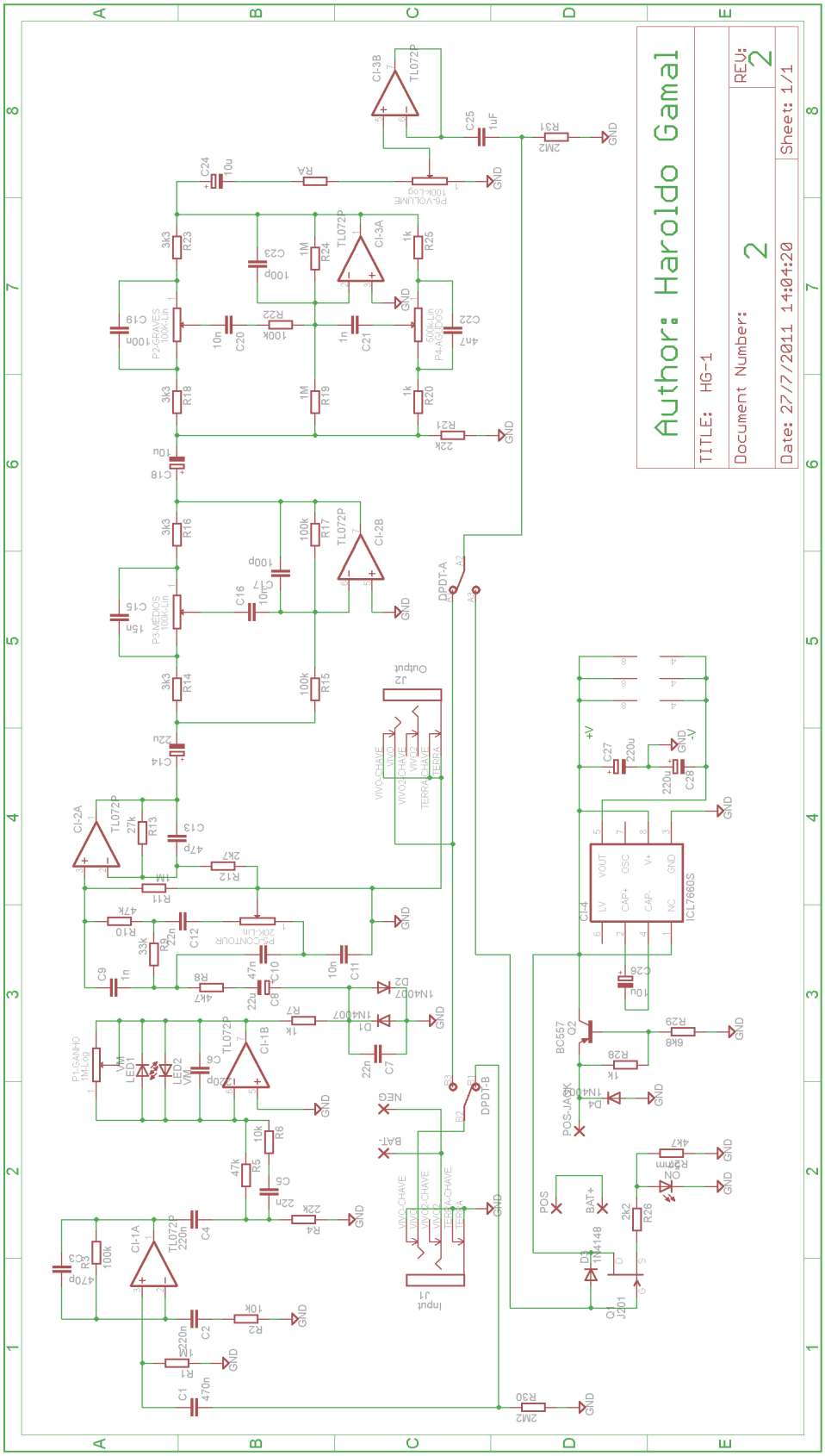
Protótipo versão 2.0




Versão Final – 2.2

# IV. Esquema

Abaixo o esquema do HG-1.



# V. Lista de Material

## *V.1. Lista por Referência do Componente*

**Semicondutores**
CI-1 - TL072
CI-2 - TL072
CI-3 - TL072
CI-4 - ICL7660S ou MAX1044
D1 - 1N4007
D2 - 1N4007
D3 - 1N4148
D4 - 1N4004
LED1 - VM (Led 5mm vermelho)
LED2 - VM (Led 5mm vermelho)
ON - 5mm (Led 5mm qualquer cor)
Q1 - J201
Q2 - BC557

**Resistores (todos 1/8W mínimo)**
R1 - 1M
R2 - 10k
R3 - 100k
R4 - 22k
R5 - 47k
R6 - 10k
R7 - 1k
R8 - 4k7
R9 - 33k
R10 - 47k
R11 - 1M
R12 - 2k7
R13 - 27k
R14 - 3k3
R15 - 100k
R16 - 3k3
R17 - 100k
R18 - 3k3
R19 - 1M
R20 - 1k
R21 - 22k
R22 - 100k
R23 - 3k3
R24 - 1M
R25 - 1k
R26 - 2k2
R27 - 4k7
R28 - 1k
R29 - 6k8
R30 - 2M2
R31 - 2M2
RA - Ver Texto

**Potenciômetros**
P1-Ganho - 1M-Log
P2-Graves - 100K-Lin
P3-Médios - 100K-Lin
P4-Agudos - 500K-Lin
P5-Contour - 20K-Lin
P6-Volume - 100K-Log

**Capacitores**
C1 - 470n - Poliéster
C2 - 220n - Poliéster
C3 - 470p - Cerâmico
C4 - 220n - Poliéster
C5 - 22n - Poliéster
C6 - 220p - Cerâmico
C7 - 22n - Poliéster
C8 - 22u - Eletrolítico
C9 - 1n - Poliéster
C10 - 47n - Poliéster
C11 - 10n - Poliéster
C12 - 22n - Poliéster
C13 - 47p - Cerâmico
C14 - 22u - Eletrolítico
C15 - 15n - Poliéster
C16 - 10n - Poliéster
C17 - 100p - Cerâmico
C18 - 10u - Eletrolítico
C19 - 100n - Poliéster
C20 - 10n - Poliéster
C21 - 1n - Poliéster
C22 - 4n7 - Poliéster
C23 - 100p - Cerâmico
C24 - 10u - Eletrolítico
C25 - 1uF - Poliéster
C26 - 10u - Eletrolítico
C27 - 220u - Eletrolítico
C28 - 220u - Eletrolítico

**Chaves, Jacks e Outros**
DPDT - DPDT Solda Placa
J1 - Input - Jack J10 solda PCI (Ver Texto)
J2 - Output - Jack J10 solda PCI (Ver texto)
J3 - Jack J4 fonte de Rosca
B1 - Clip para bateria

## *V.2. Lista por Quantidades de Cada Componente*

**Semicondutores**

03 - TL072 (CI-1, CI-2, CI-3)
01 - ICL7660S ou Max1044 (CI-4)
02 - 1N4007 (D1, D2)
01 - 1N4148 (D3)
01 - 1N4004 (D4)
02 - Leds 5mm, vermelhos (LED1, LED2)
01 - Led 5mm qualquer cor (ON)
01 - J201 (Q1)
01 - BC557 (Q2)

**Resistores (todos 1/8W mínimo)**

01 - RA - Ver Texto
03 - 1k (R7, R20, R25, R28)
01 - 2k2 (R26)
01 - 2k7 (R12)
04 - 3k3 (R14, R16, R18, R23)
02 - 4k7 (R8, R27)
01 - 6k8 (R29)
02 - 10K (R2, R6)
02 - 22K (R4, R21)
01 - 27k (R13)
01 - 33k (R9)
02 - 47k (R5, R10)
04 - 100K (R3, R15, R17, R22)
04 - 1M (R1, R11, R19, R24)
02 - 2M2 (R30, R31)

**Potenciômetros**

01 - 20K Lin (P5-Contour)
02 - 100K Lin (P2-Graves, P3-Médios)
01 - 500K Lin (P4-Agudos)
01 - 100K Log (P6-Volume)
01 - 1M Log (P1-Ganho)

**Capacitores**

01 - 47p (C13) - Cerâmico
02 - 100p (C17, C23) - Cerâmico
01 - 220p (C6) - Cerâmico
01 - 470p (C3) - Cerâmico
02 - 1n (C9, C21) - Poliéster
01 - 4n7 (C22) - Poliéster
03 - 10n (C11, C16, C20) - Poliéster
01 - 15n (C15) - Poliéster
03 - 22n (C5, C7, C12) - Poliéster
01 - 47n (C10) - Poliéster
01 - 100n (C19) - Poliéster
02 - 220n (C2, C4) - Poliéster
01 - 470n (C1) - Poliéster
01 - 1uF (C25) - Poliéster
03 - 10u (C18, C24, C26) - Eletrolíticos
02 - 22u (C8, C14) - Eletrolíticos
02 - 220u (C27, C28) - Eletrolíticos

**Chaves, Jacks e outros**

01 - DPDT Solda Placa (DPDT)
02 - Jacks J10 Solda PCI (Input, Output) *
01 - Jack J4 fonte de rosca
01 - Clip de Bateria

* - Ver Texto

# VI. Montagem

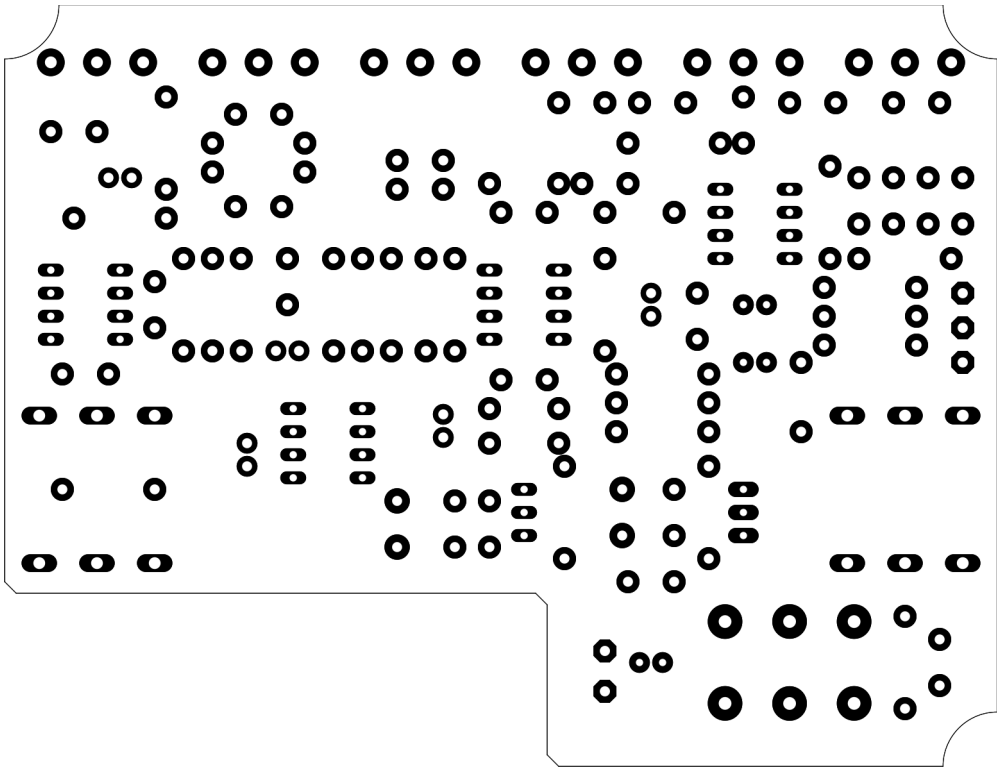
Dicas para Montagem:

- Separe todos os componentes antes de iniciar a montagem;
- Trabalhe sempre em local arejado, bem iluminado e que seja confortável;
- Obedeça sempre as voltagens ou potências descritas na lista de material. Lembre-se que se houver necessidade de alteração desses parâmetros, devem ser alterados sempre para mais. Em contrapartida, deverá haver uma conferência para verificar o tamanho do componente em relação ao espaço reservado para ele na placa;
- Ao utilizar suporte para placa com intuito de ajudar na montagem, não use os suportes que utilizam garra jacaré para segurar a placa. Isso arranha a proteção das superfícies de cima e de baixo da placa. Se este tipo de suporte for o único disponível, coloque algum material que isole a placa dos dentes das garras jacaré;
- Atente para as polaridades de certos componentes: capacitores eletrolíticos, diodos, CI's, etc.
- Ao soldar os diodos, principalmente os 1N4004 e 1N4007, verificar ANTES se os terminais dos mesmos passam nos furos destinados a eles. Algumas marcas fabricam os diodos com os terminais mais grossos que outros. Caso o diodo em mãos não entre nos furos destinados a eles, há duas opções:
    a) Raspagem dos terminais, de modo a diminuir o diâmetro deles; ou
    b) Cortar os terminais na posição de soldagem e soldá-los por cima da ilha, pois as ilhas são metalizadas e o contato com a outra face está garantido.
- Atenção quanto ao resistor R31, que deve ser soldado na face de baixo da placa, caso contrário o jack de saíuda baterá em cima dele;
- Atenção ao CI-4: caso se use o ICL7660S, é **obrigatório** que a letra S esteja presente no final do código.
- Circuitos integrados e leds tem lado certo para serem colocados. Os demais podem ser soldados em qualquer orientação. Procure soldar as peças de maneira que você, ao olhar a montagem, tenha uma leitura confortável dos valores das peças (exemplo: resistores com as marcações todas na mesma direção);
- Algumas ilhas, principalmente as que se encontram ligadas aos planos de terra, oferecem uma certa dificuldade para aderir a solda corretamente. Portanto, paciência e persistência são uma boa pedida, atentando sempre para não se demorar muito com o ferro sobre a ilha, o que pode causar o descolamento da ilha da placa;
- Use soquete para os integrados. Caso não o faça, a substituição dele (ou qualquer outra peça) é extremamente complicada, uma vez que a solda adere tanto à face de cima da placa quanto à face de baixo.

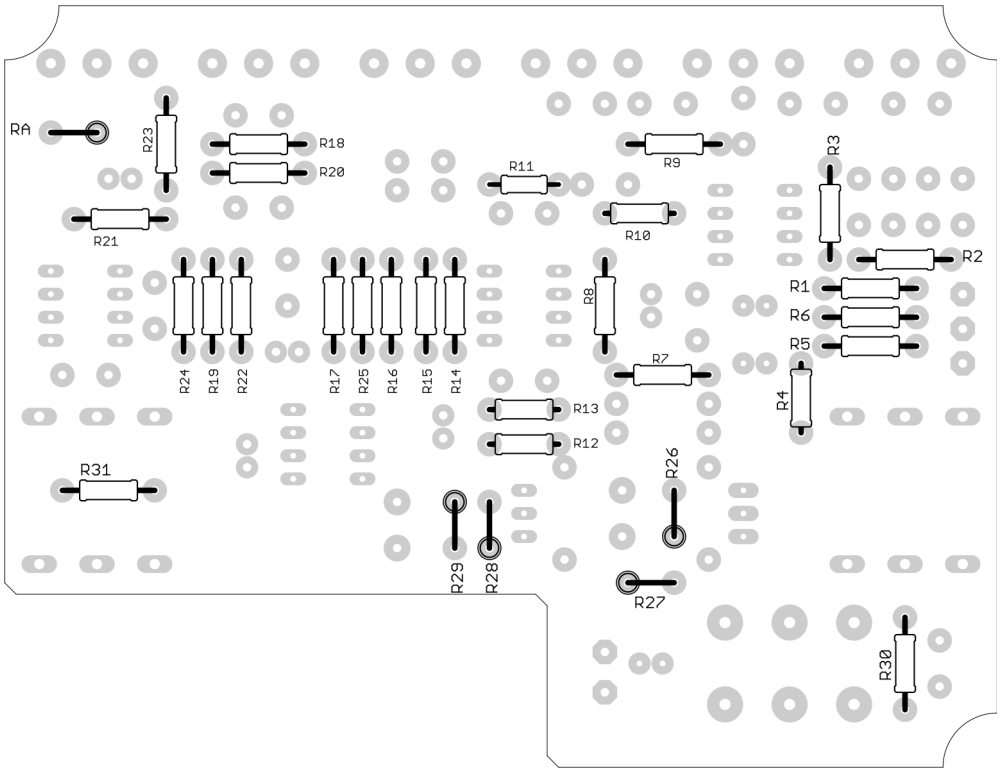
**Nota Importante:** A placa versão 2.2 está com o capacitor C28 erroneamente impresso. Assim, caso a montagem seja realizada nesta placa, C28 deve ser soldado ao contrário. Este documento, versão 1.3, já está com a imagem da montagem corrigida na página 12.

Dado ao grande número de componentes, recomenda-se que a montagem seja realizada em etapas, começando-se pelos componentes com menores alturas. Ao iniciar, separe a placa e as peças por suas alturas. Sugerimos a seguinte sequência de montagem:

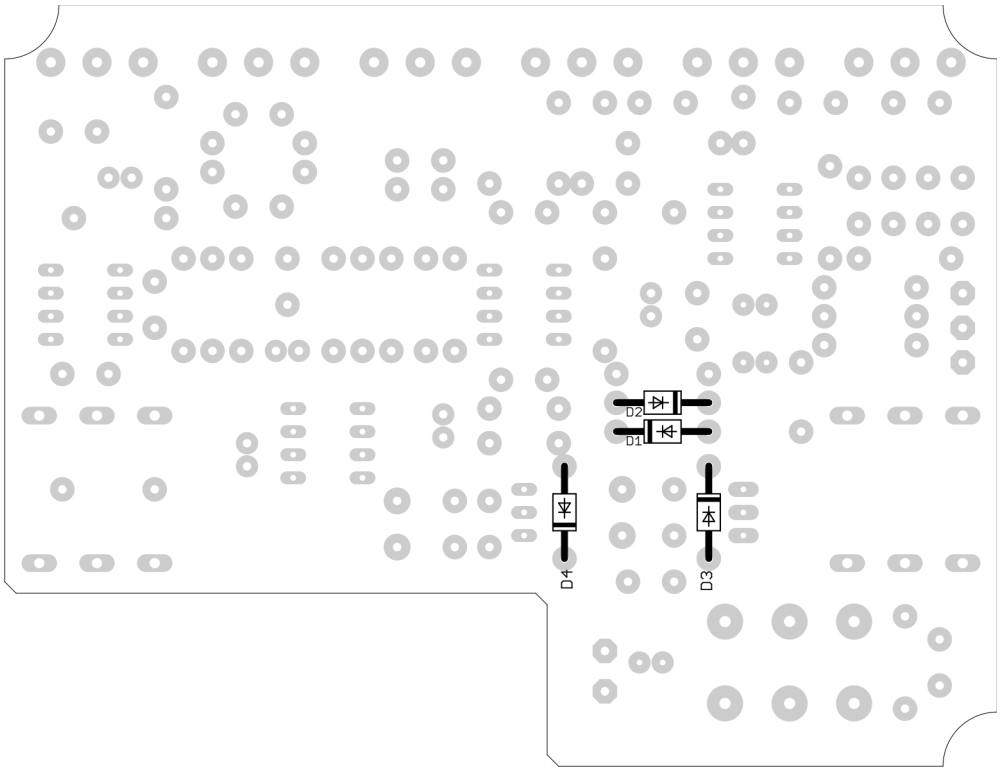
## *VI.1. Placa vazia (para facilitar a visualização as trilhas não são mostradas)*



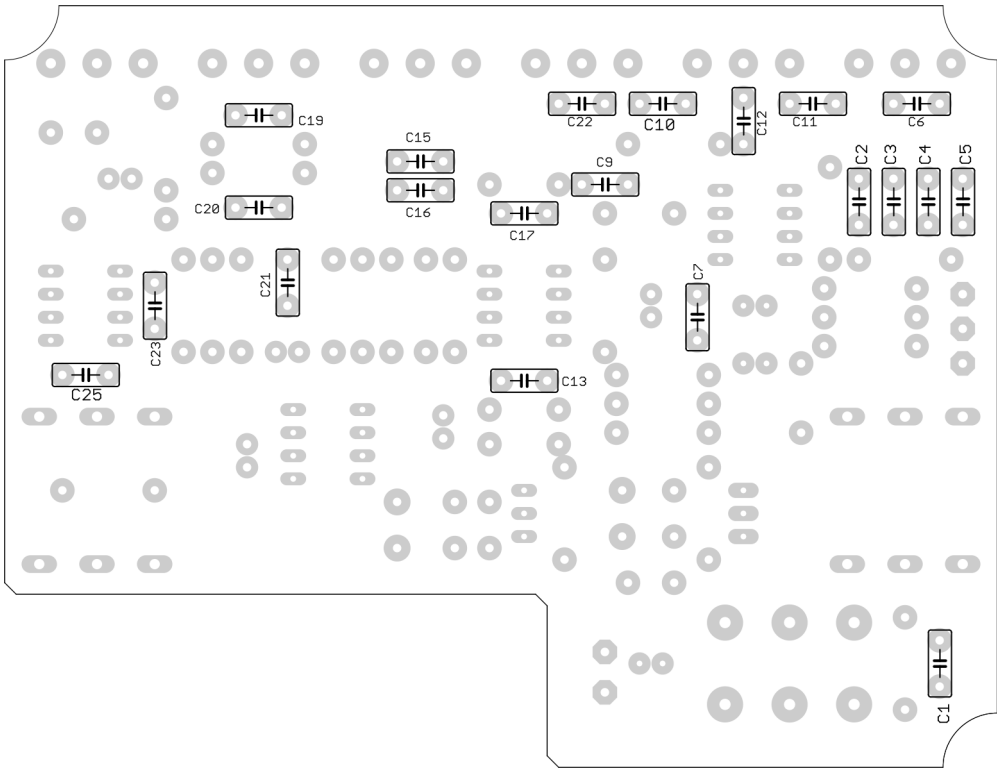
## *VI.2. Resistores*



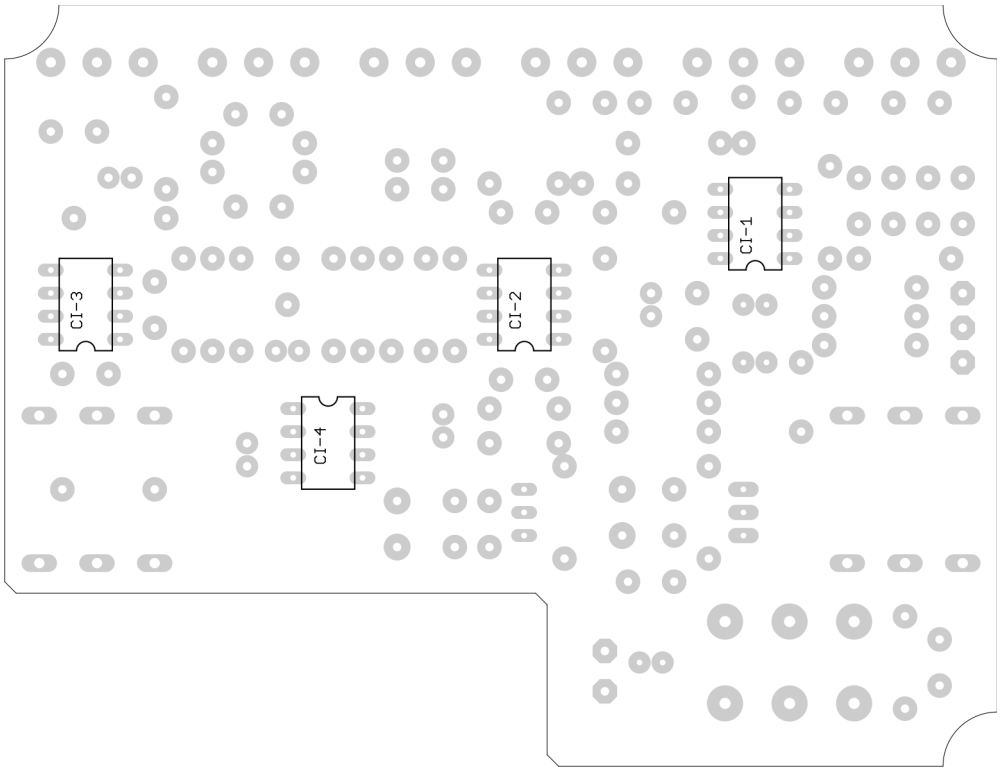
## *VI.3. Diodos (Ler as dicas de montagem antes de soldá-los)*




## *VI.4. Capacitores cerâmicos e poliéster*

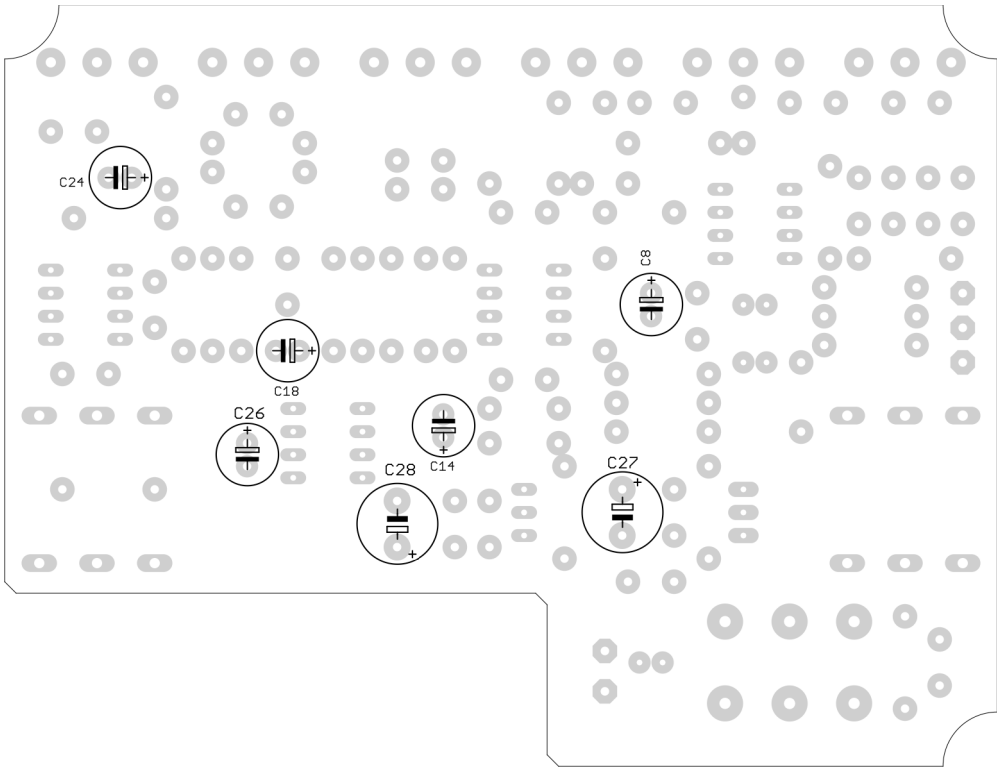


## *VI.5. Circuitos integrados (ou soquetes)*



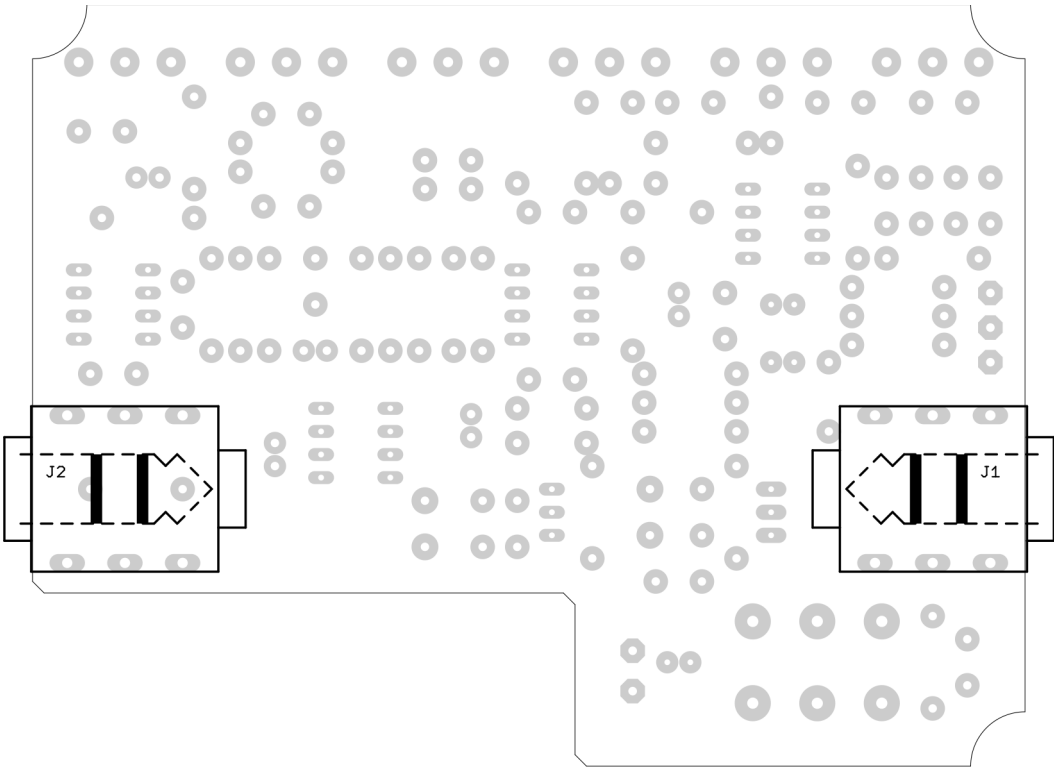

## *VI.6. Leds*

## *VI.7. Capacitores eletrolíticos*

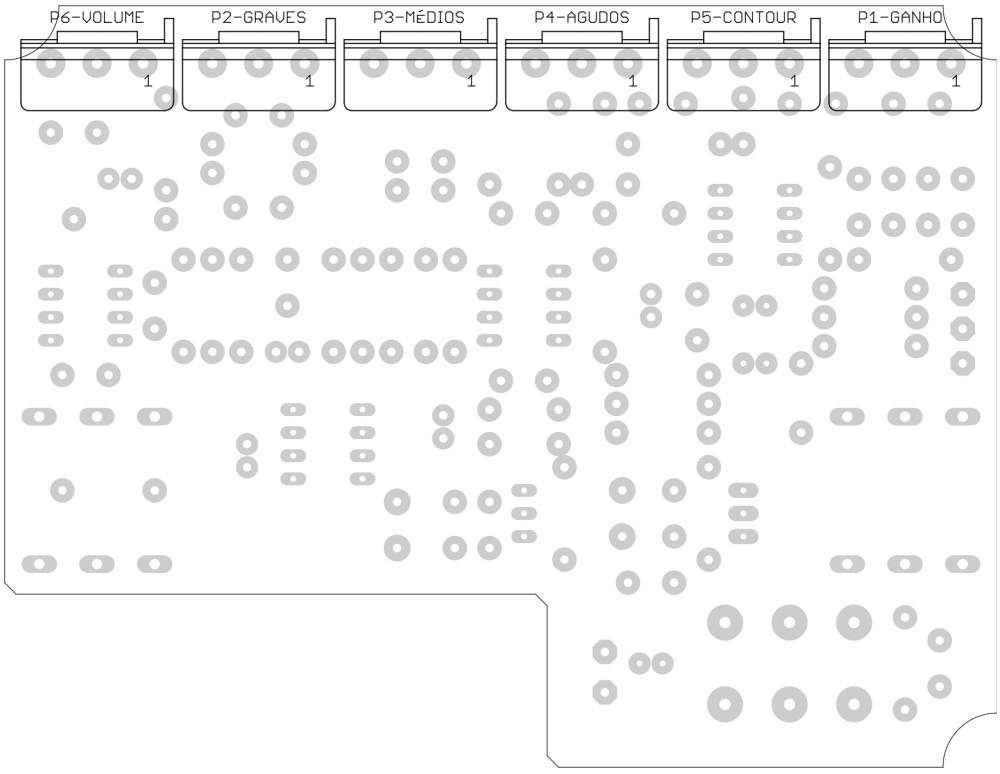



## *VI.8. Transístores*

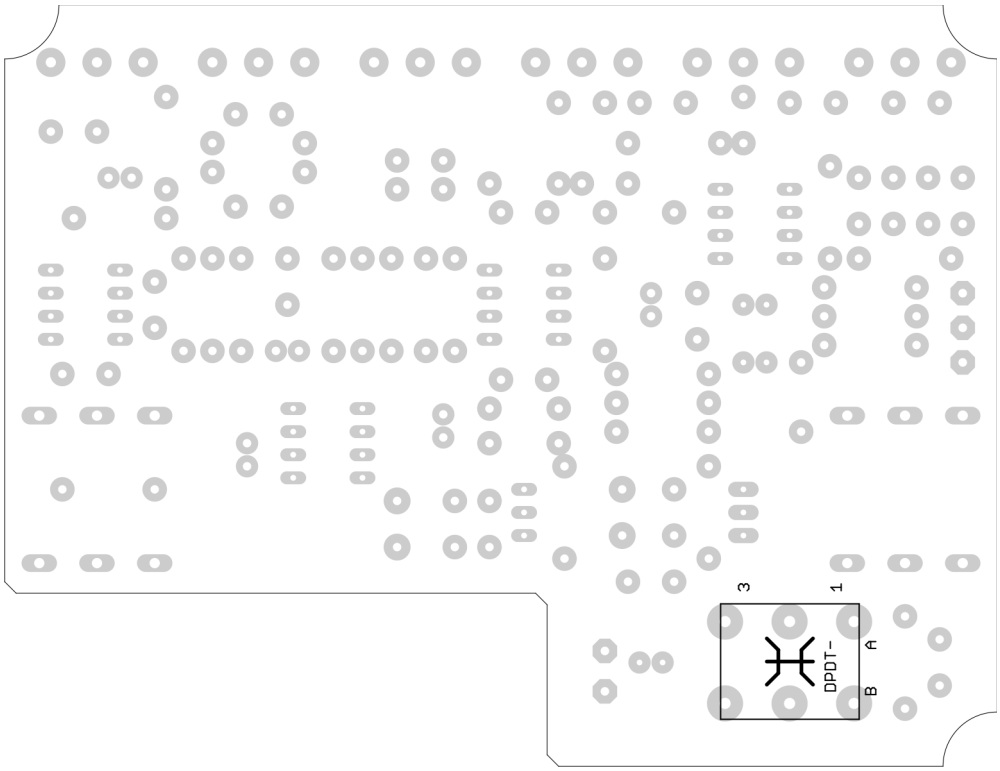
## *VI.9. Jacks de entrada e saída*



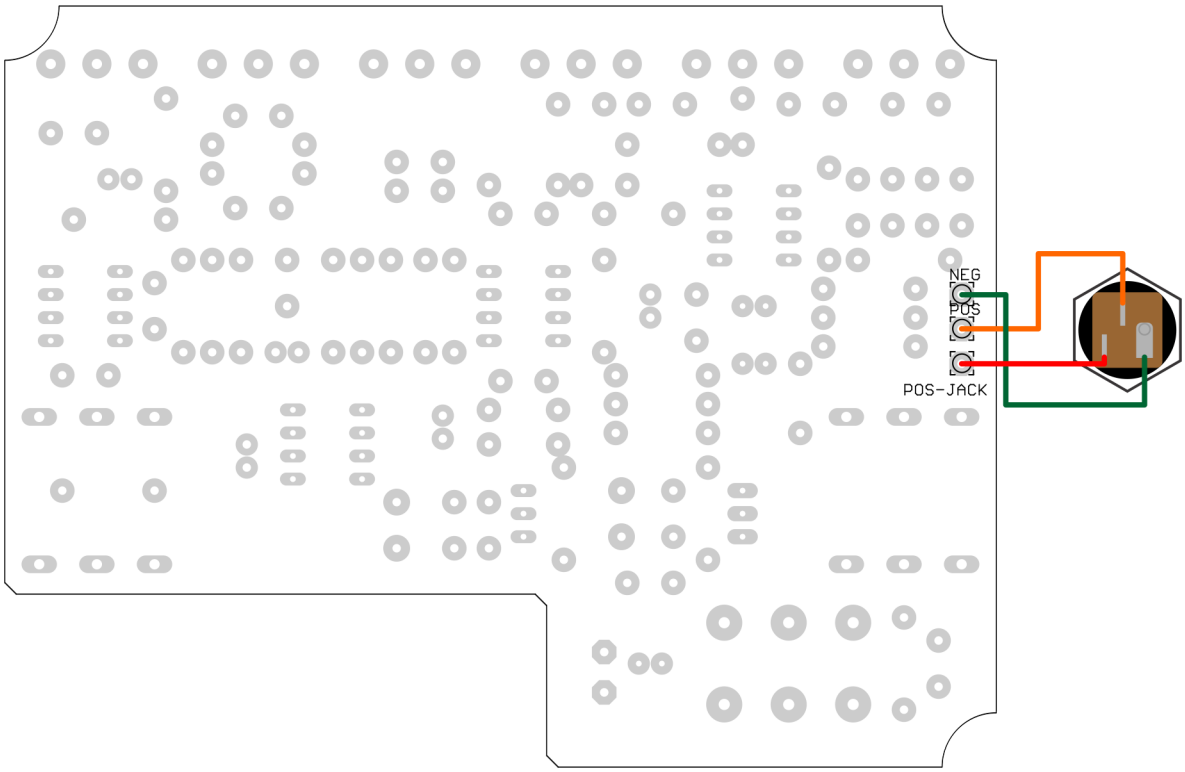

## *VI.10. Potenciômetros*



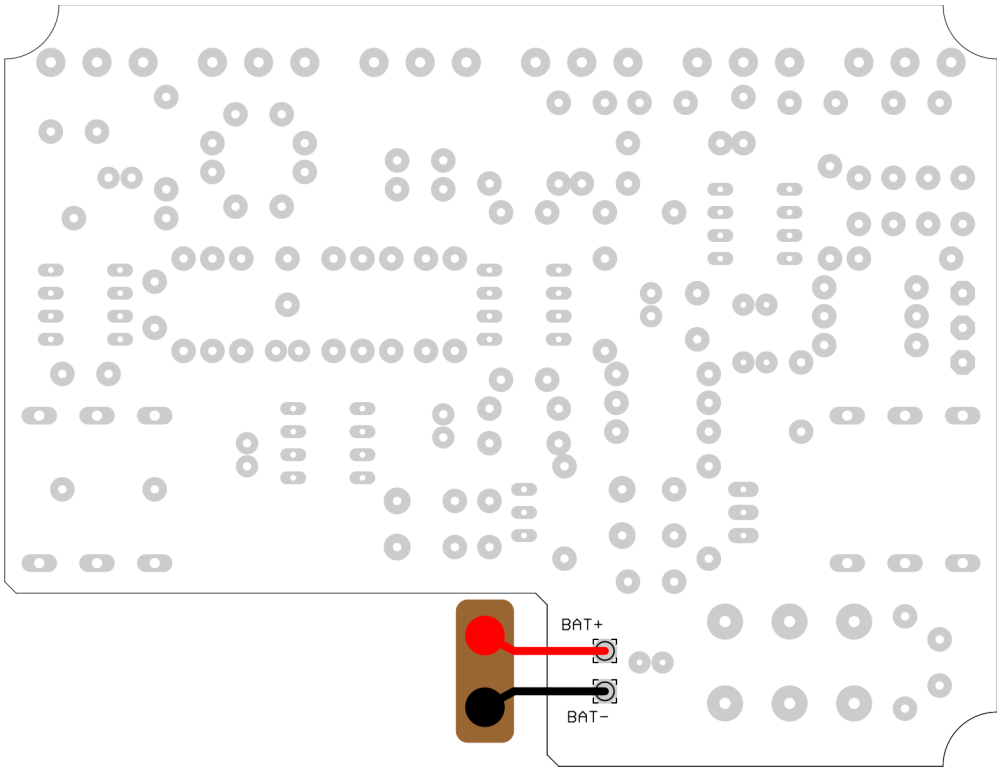
## VI.11.DPDT



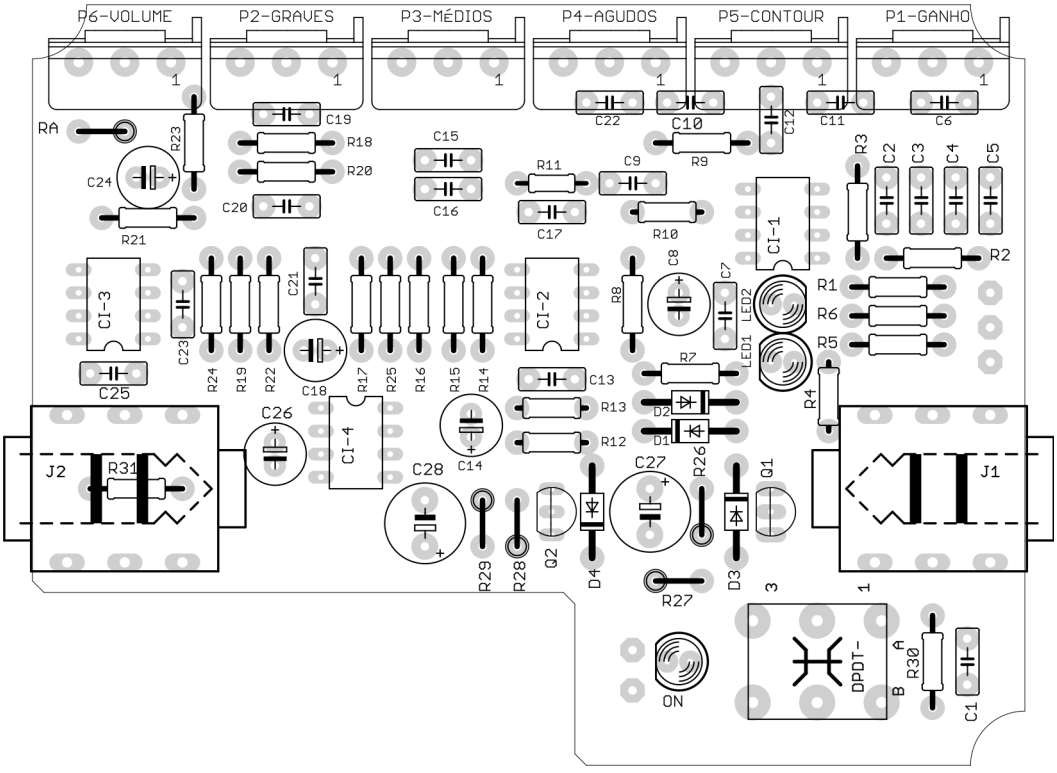

## VI.12. Jack de fonte



## *VI.13. Clip de bateria*




Ao final, a montagem deve ficar assim, exceto pelo jack da fonte e clip de bateria. A mesma imagem, ampliada, consta no final do documento.



# VII. Testes

Verificar se o HG-1 está funcionando pode ser simplesmente ligar e curtir o som que é proporcionado por ele. Mas se desejar ser um pouco mais exigente pode começar fazendo algumas medidas.

As medidas descritas abaixo necessitam ser tomadas com o pedal alimentado, com os plugues de entrada e saída devidamente conectados, pois o pedal tem um esquema que desliga a alimentação quando sua entrada está desconectada. Além disso, a saída também é aterrada quando o plugue de saída é desligado. É muito comum o técnico que monta esquecer disto e ao medir a saída (diretamente no jack de saída) não conseguir detectar nenhum sinal na saída.

## *VII.1. Teste Inicial*

Em primeiro lugar, o pedal deverá acender o led de “bypass”. Com o pedal alimentado e com plugues conectados, ao acionar o “footswitch” o led de “bypass” deverá ligar e desligar a cada acionamendo. O fato disto não acontecer indica algo de errado.

## *VII.2. Tensões de Alimentação*

A alimentação do circuito é provida de duas formas. Por bateria ou fonte de alimentação externa. Como o circuito do HG-1 requer tensões simétricas, foi introduzido no pedal um circuito que gera a tensão negativa. O circuito é composto por conversor chaveado CMOS - *CMOS charge “pump” converter* – MAX1044 ou ICL 7660S. Assim, ao medir as tensões de alimentação, você vai encontrar também tensões negativas.

Como dito acima, não esqueça de ligar a alimentação (bateria ou fonte externa) e conectar os plugues de entrada e saída.

Meça as tensões em relação ao terra de todos os pinos 8 de cada um dos TL-072. Esta tensão deverá ter um valor próximo a 9 Volts. Em seguida, meça as tensões de todos os pinos 4 de cada um dos TL-072. A tensão nestes pontos deverá ser por volta de -9 volts, mas com valor absoluto um pouco menor que a da tensão de alimentação positiva.

Nos protótipo usado para escrever este documento, as tensões eram:

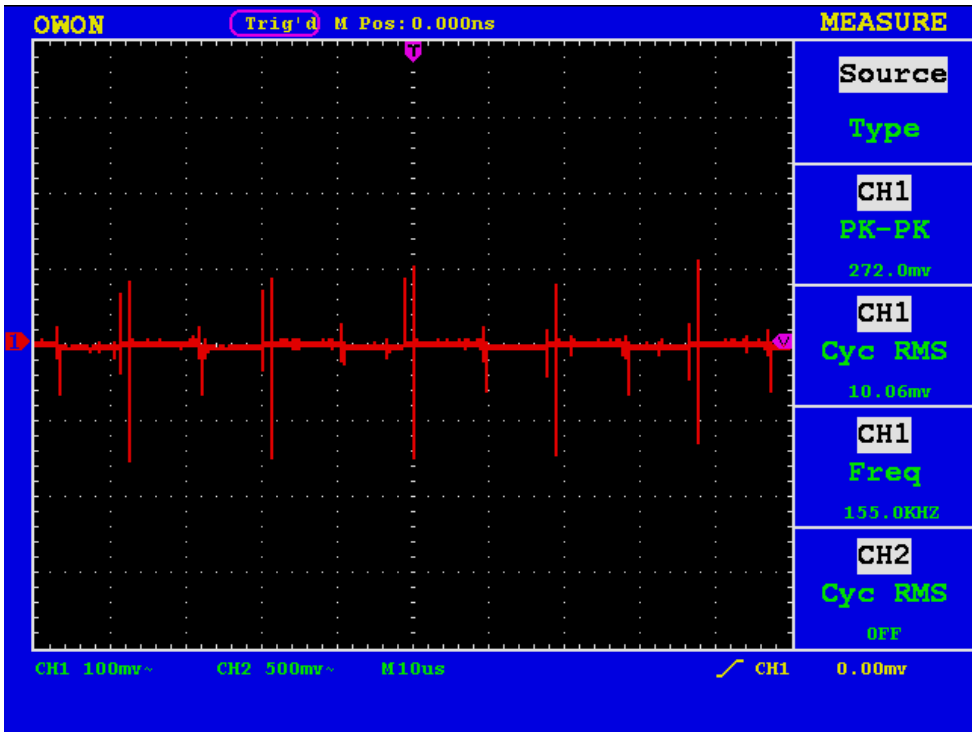
- pinos 8 dos TL-072 (pinos 1, 8 e 5 do ICL7660S): 8.75 Volts.
- pinos 4 dos TL-072 (pino 5 do ICL7660S): -8.25 Volts.

Note que se a alimentação aparece correta em alguns TL-072 e não aparece em outros, pode indicar problemas na soldagem dos componentes.

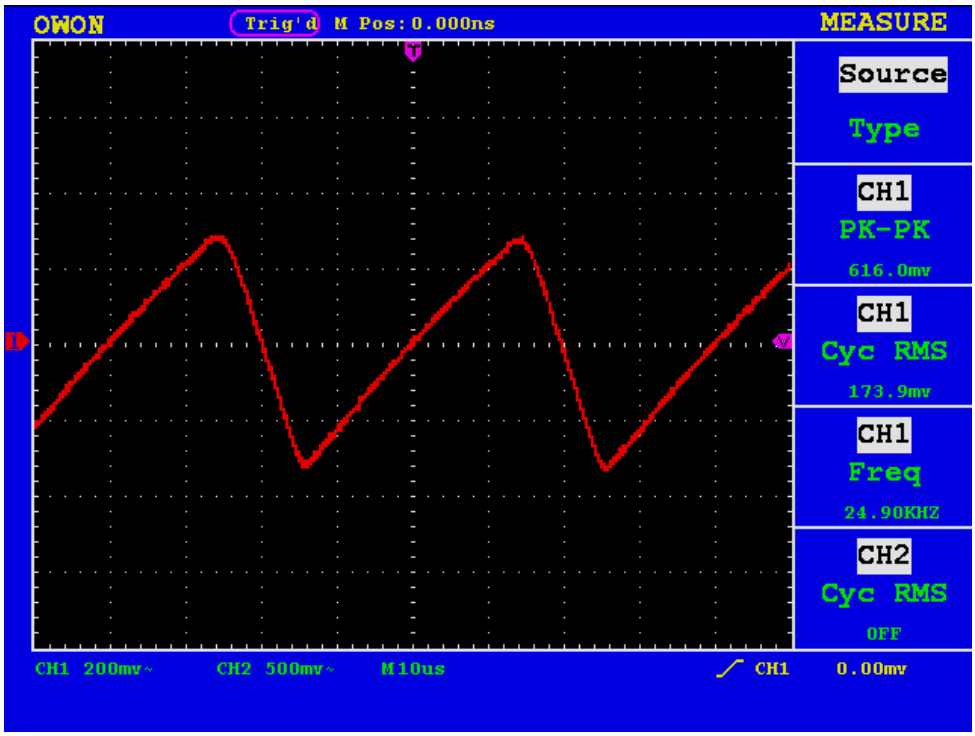
## *VII.3. Circuito de Geração de Tensão Negativa*

Abaixo temos os sinais presentes em diversos pontos do circuito de geração de tensão negativa.

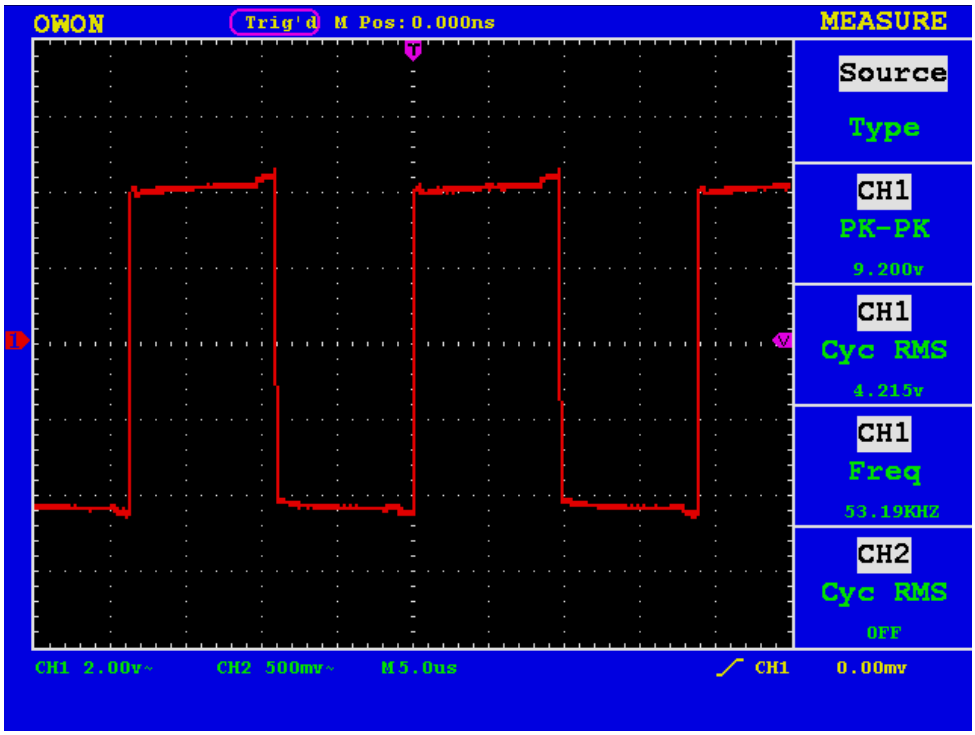
### VII.3.a Pino 1 e 8 de CI-4



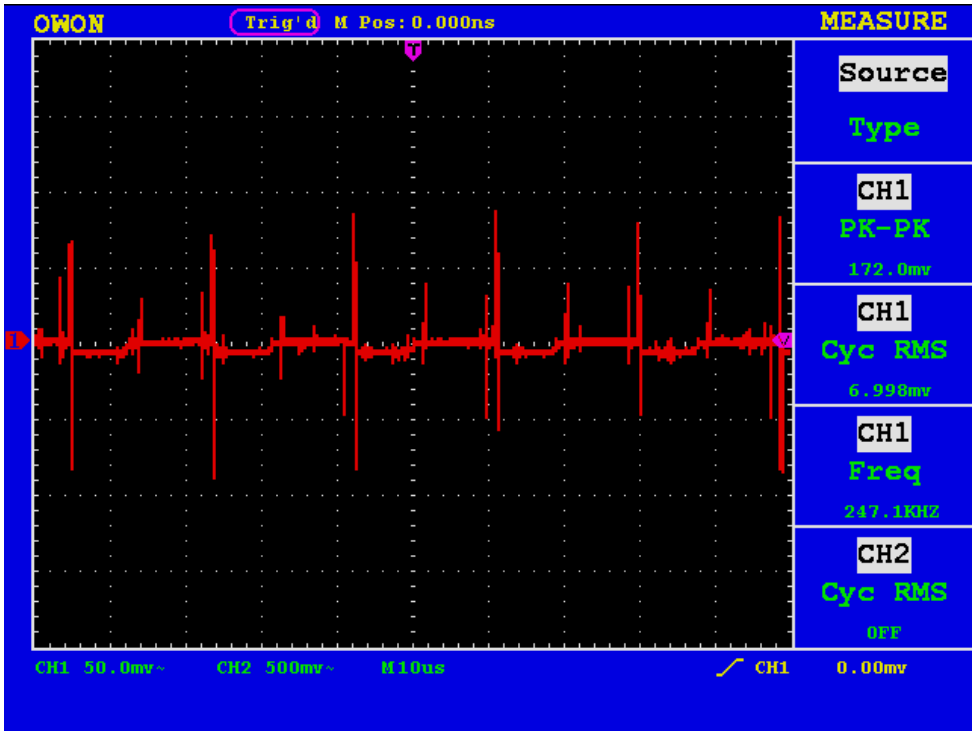

### VII.3.b Pino 2 de CI-4



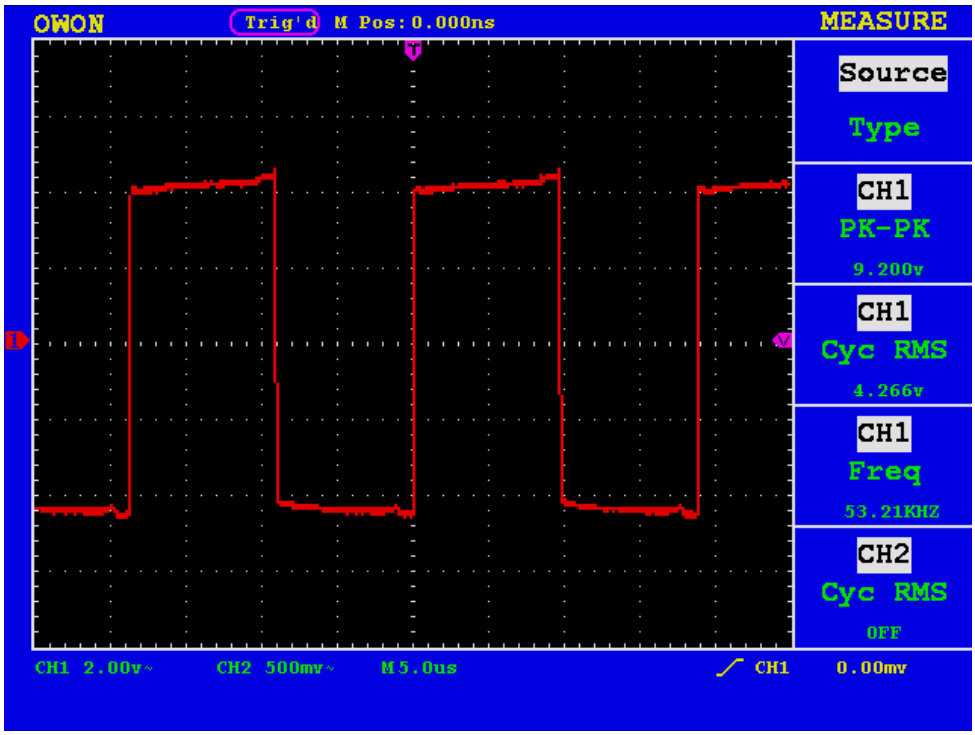
## VII.3.c Pino 4 de CI-4




## VII.3.d Pino 5 de CI-4

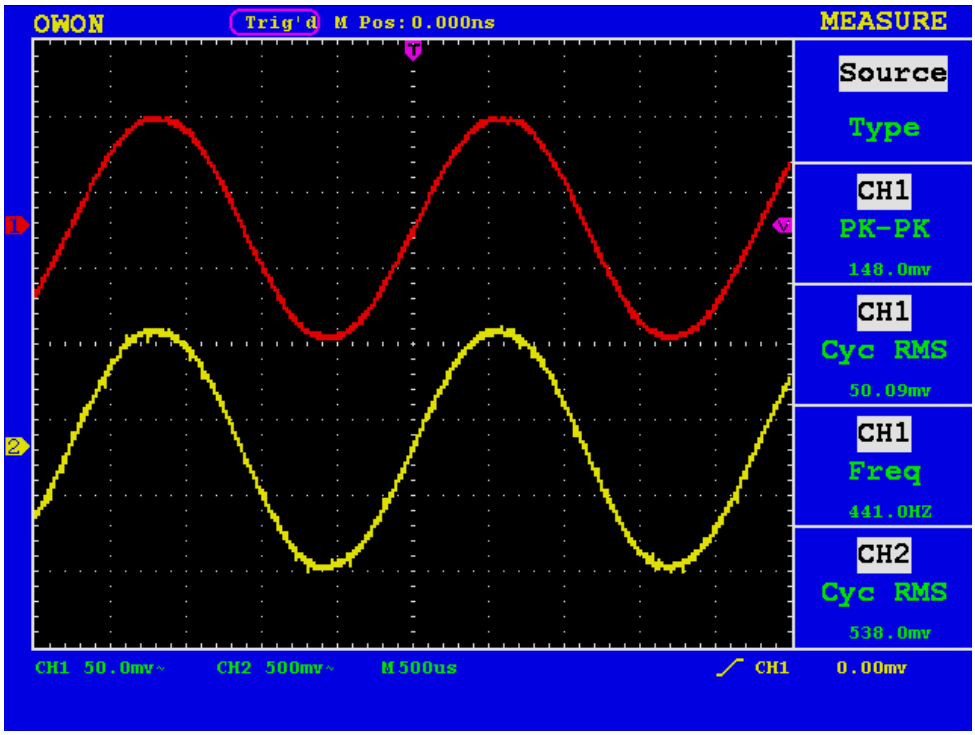


## VII.3.e Pino 7 de CI-4




## *VII.4. Circuito de Entrada CI-1A*

O circuito de entrada do HG-1 é um pré amplificador de ganho 10. Assim sendo, averiguar se este estágio está correto é tão simples quanto verificar as tensões de entrada e saída deste estágio. A figura abaixo, mostra um sinal de 50 $mV_{RMS}$ e 440 Hz injetado na entrada (em vermelho) e a respectiva saída (amarelo). A medida da saída é realizada no pino 1 do CI-1. A entrada é medida diretamente no plugue de entrada.

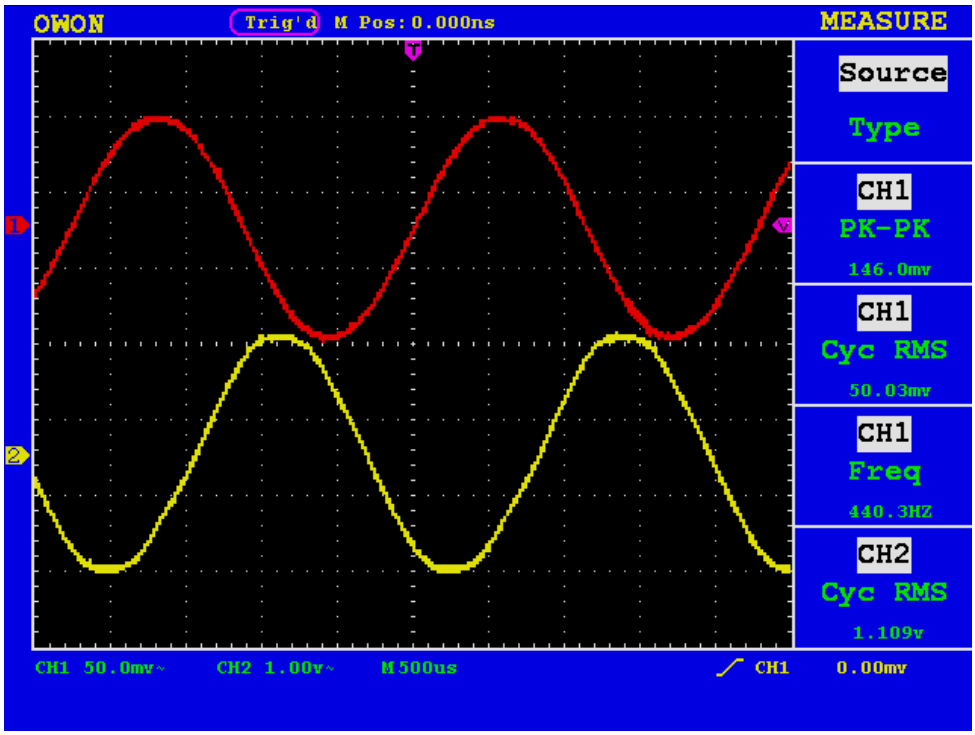



As escalas de tensão de cada canal são diferentes. A escala do canal 1 é 50mV por divisão, e

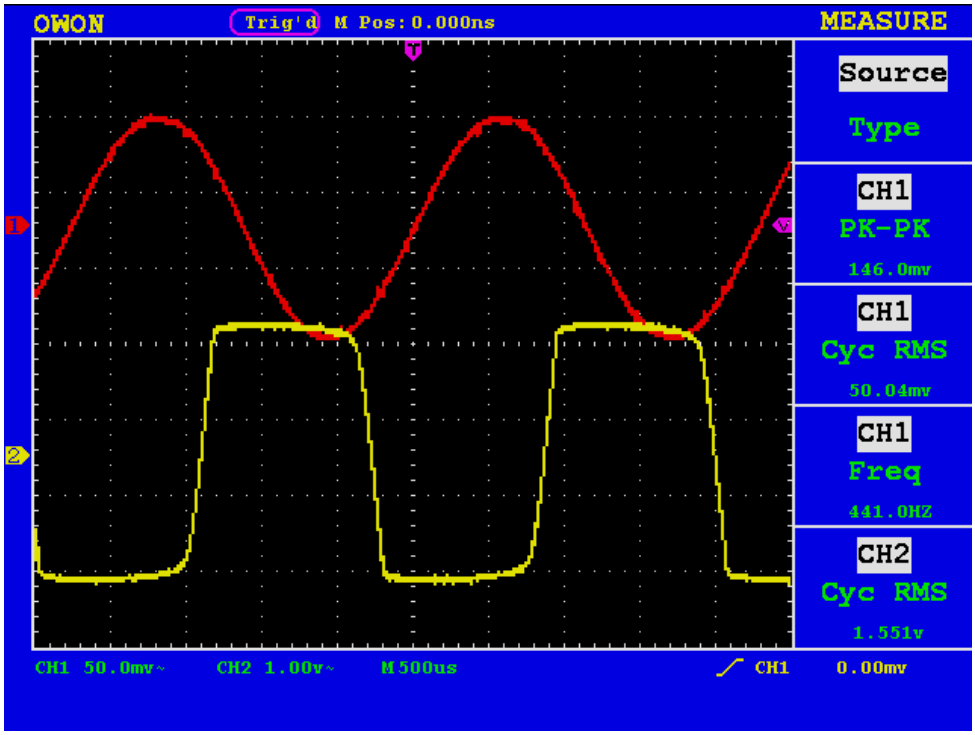
a escala do canal 2 é 500 mV. Note também o ganho de 10. Este estágio é não inversor.

### *VII.5. Circuito de distorção CI-1B*

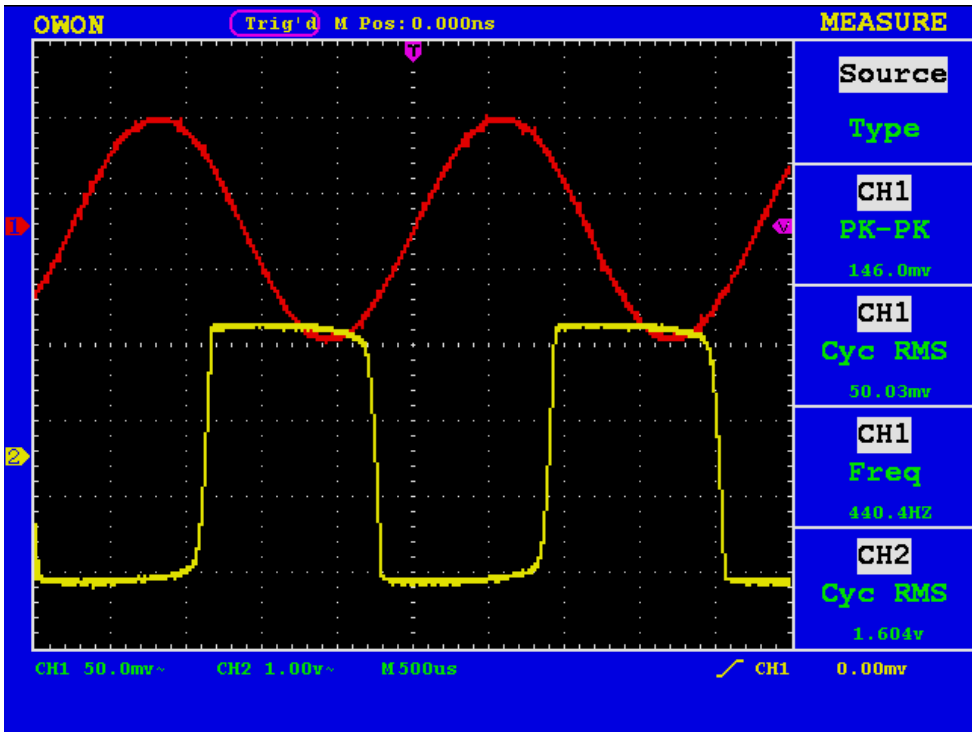
As medidas irão mostrar ondas distorcidas. Como nem todos os potenciômetros são iguais, no que tange a precisão, você poderá notar um pequena variação no formato. As medidas abaixo são tomadas no pino 7 do CI-1. Primeiro com o potenciômetro de  ganho na posição 9 horas.




Note que a distorção é bem pequena (para um sinal de 50 mV na entrada) e o ganho bem grande. Aqui a fase está invertida em relação a entrada. Com o potenciômetro de ganho na posição 12 horas, o resultado é o seguinte:



Com o potenciômetro de ganho na posição 3 horas, o resultado é o seguinte:

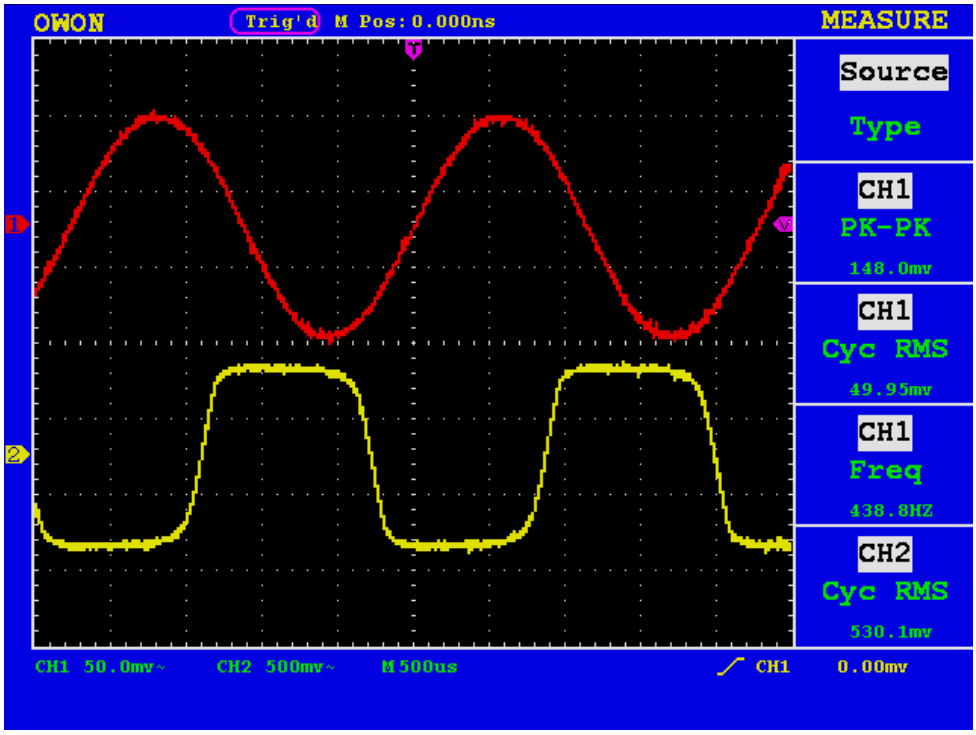



Pode-se achar que o ganho é praticamente o mesmo. Mas é uma conclusão errada. A medida de uma senoide pura e sua saída não demonstram corretamente a resposta de um circuito não linear a entrada de um sinal complexo.

Note que a tensão RMS presente neste estágio tem um valor bastante alto, principalmente quando comparado com o valor da amplitude de entrada.

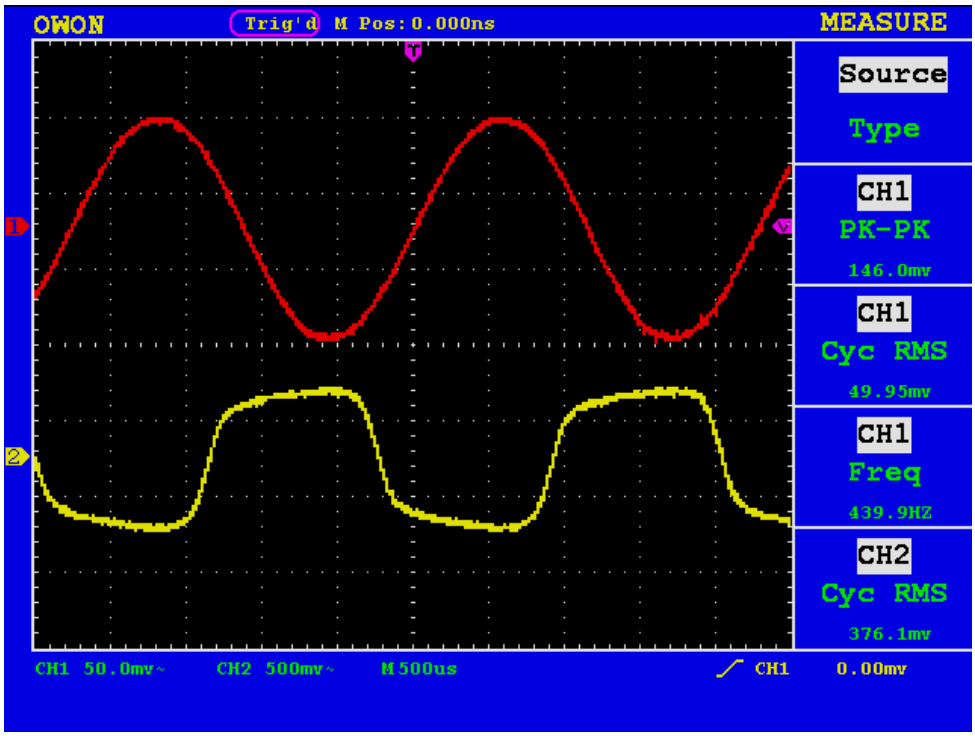
## *VII.6. Resposta do Circuito de Clipping*

As resposta do circuito de “clipagem” do sinal são mostradas abaixo. Primeiro na junção dos componentes D1, D2 e R7:



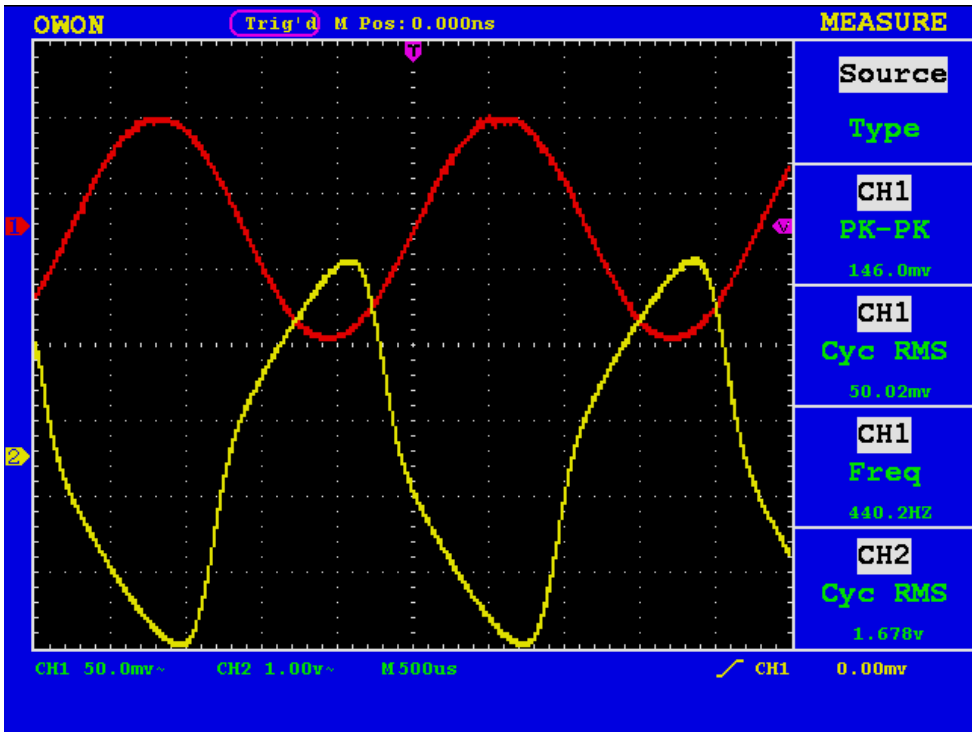
A entrada é a mesma, ou seja 50 $mV_{RMS}$ e o potenciômetro de ganho é mantido na posição 9 horas. Note a redução drástica de amplitude do sinal.

Abaixo a medida do sinal na junção de R8 e R9:

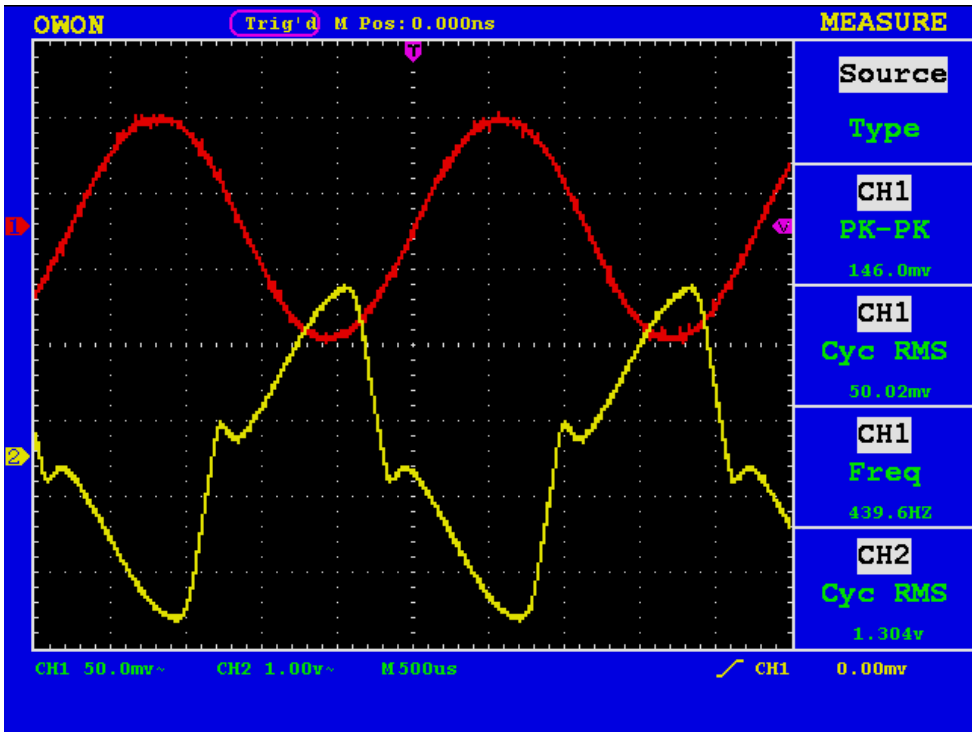



## *VII.7. Circuito de "Contour" CI-2A*

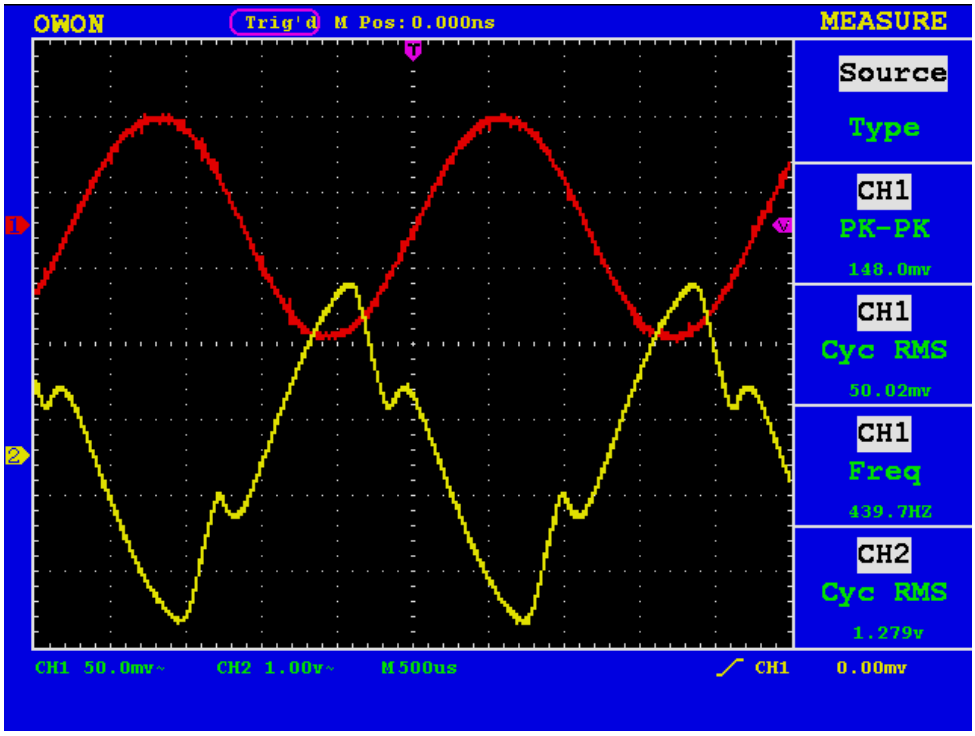
As respostas de saída para o circuito de Contour – Pino 1 de CI-2 - vêm em seguida. Primeiro para o potenciômetro de "Contour" na posição mínima (7 horas):



Na posição central (12 horas):




E por último na posição de valor máximo (5 horas):

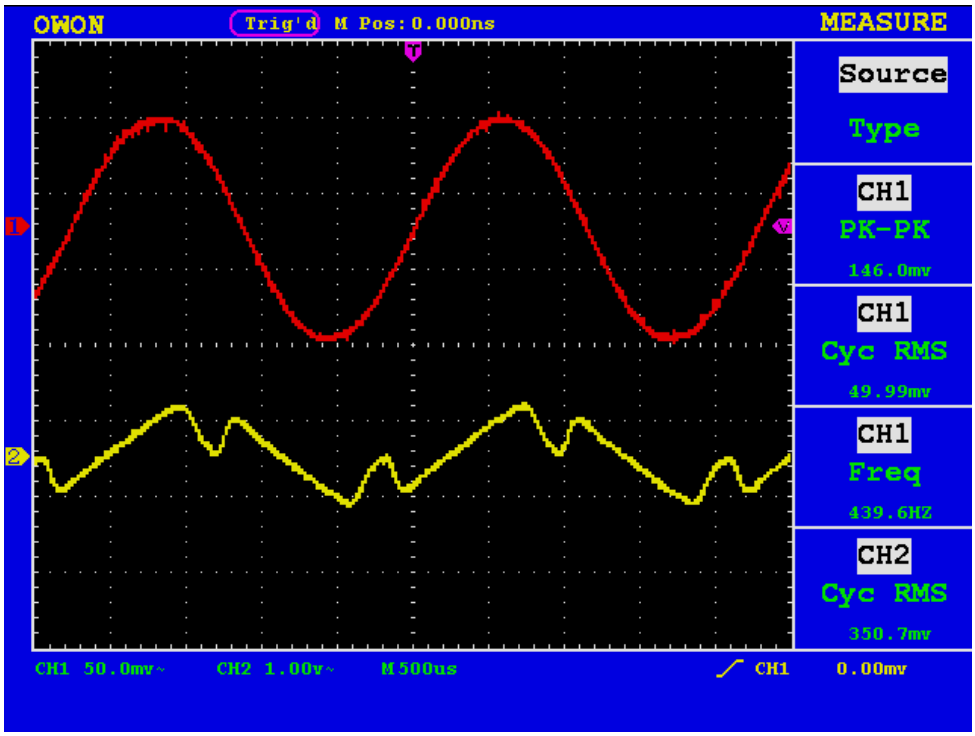



É fácil perceber que as alterações introduzidas por este controle são muito violentas.

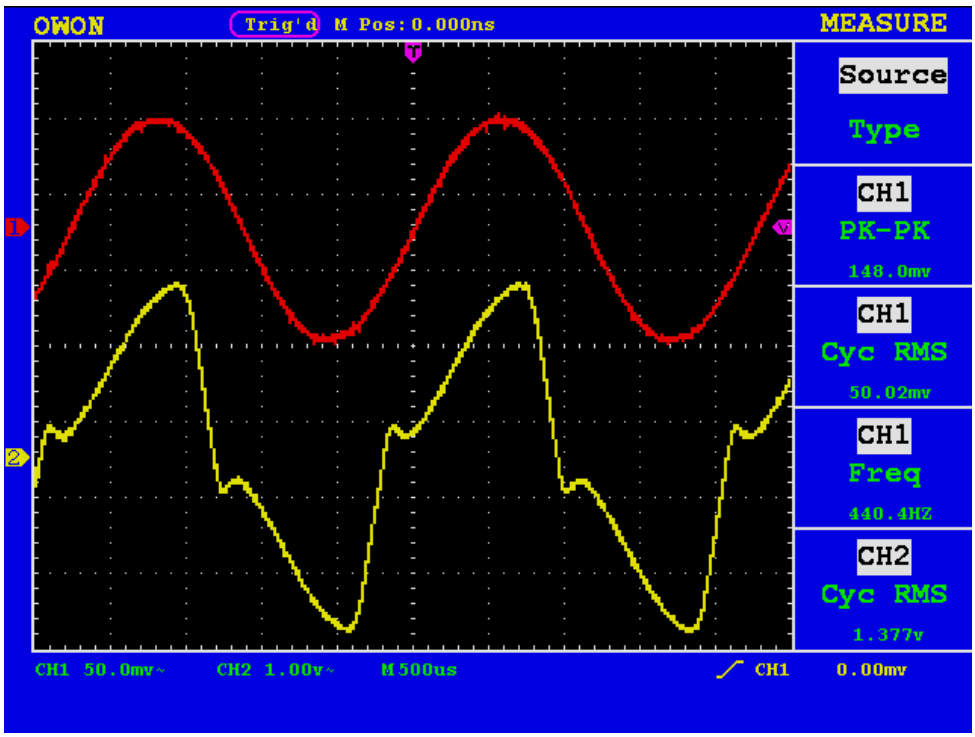
## *VII.8. Circuito de Controle de Médios CI-2B*

Devolvendo o “Contour” a posição central você poderá observar os sinais obtidos com a variação do controle de médios – Pino 7 de CI-2.

Potenciômetro de médios na posição mínima (7horas):

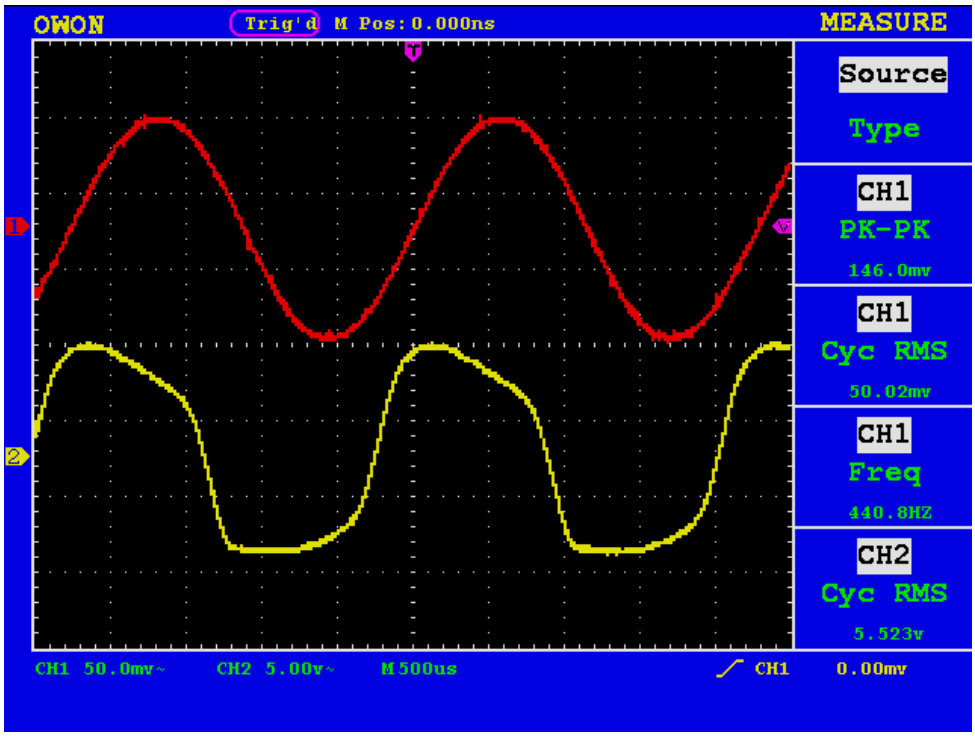



Posição média (12 horas):




Como era de se esperar a figura acima é quase igual a apresentada para a medida da saída do circuito de  Contour na sua posição média. Isto ocorre porque na posição central do controle de médios não há nenhuma alteração no sinal de entrada.

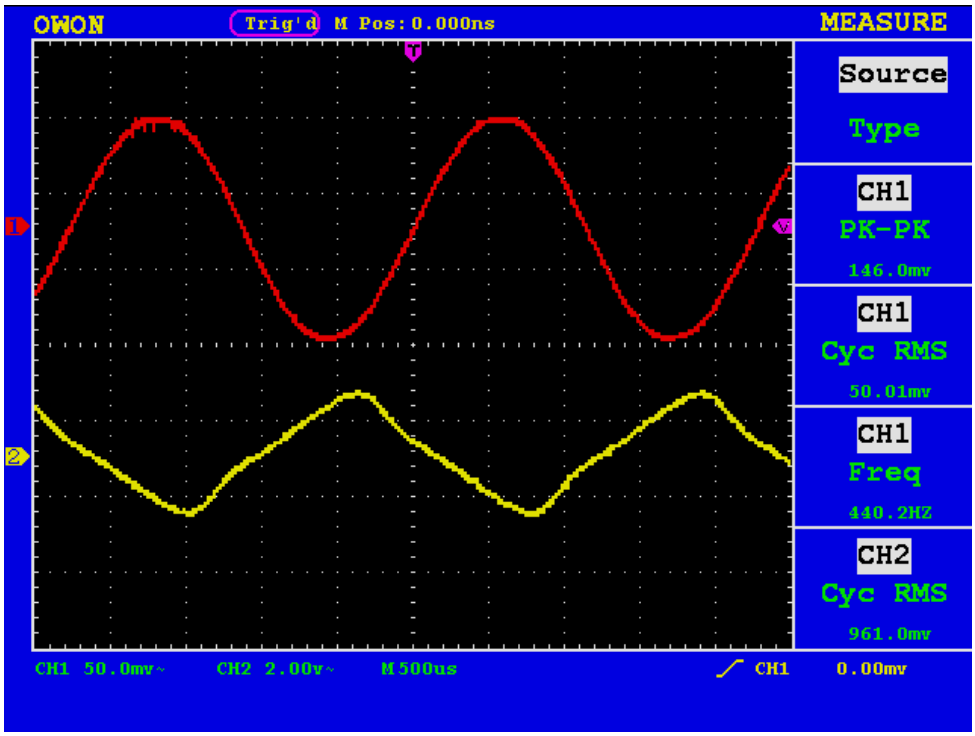
Com o potenciômetro de médios no máximo (5 horas) a figura abaixo é conseguida:



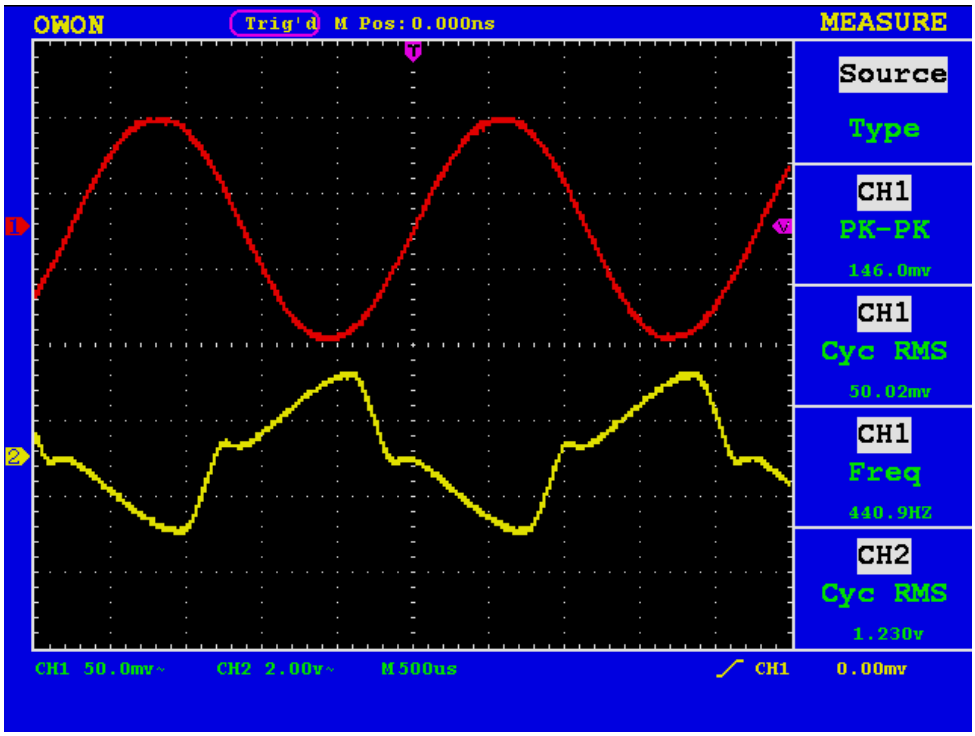

## *VII.9. Controle de Graves e Agudos CI-3A*

Agora você irá observar os resultados para a saída do circuito de equalização, responsáveis pelo controle de graves a agudos. Pino 1 de CI-3. Aqui os controles de “Contour” e Médios estão na posição central e o ganho na posição 9 horas.

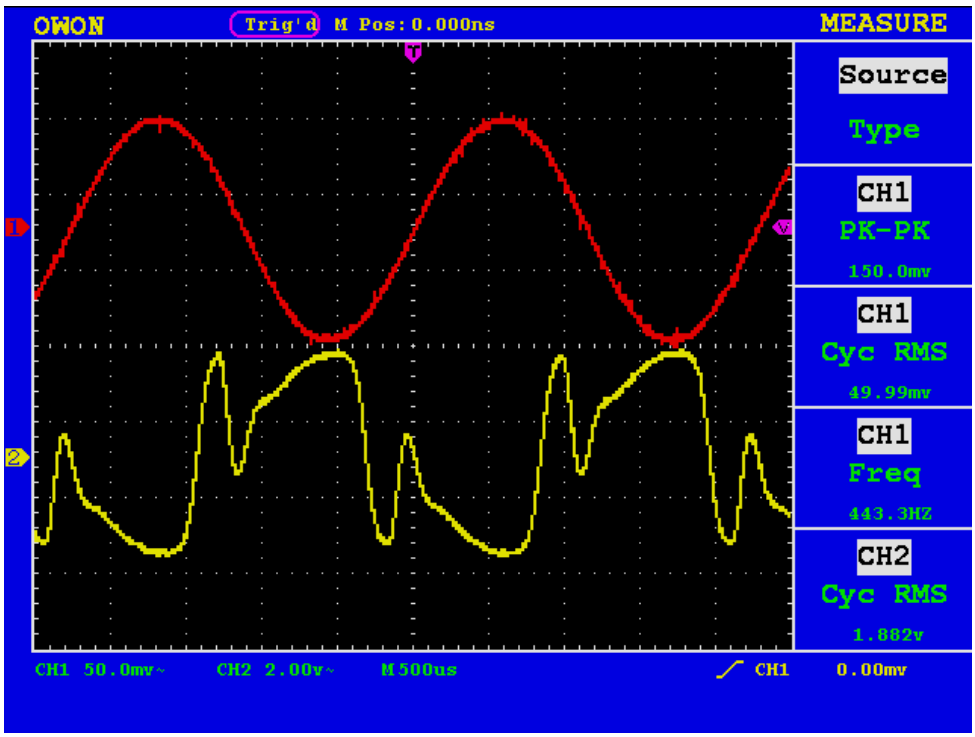
Variando os agudos, primeiro na posição mínima:



Na posição central:

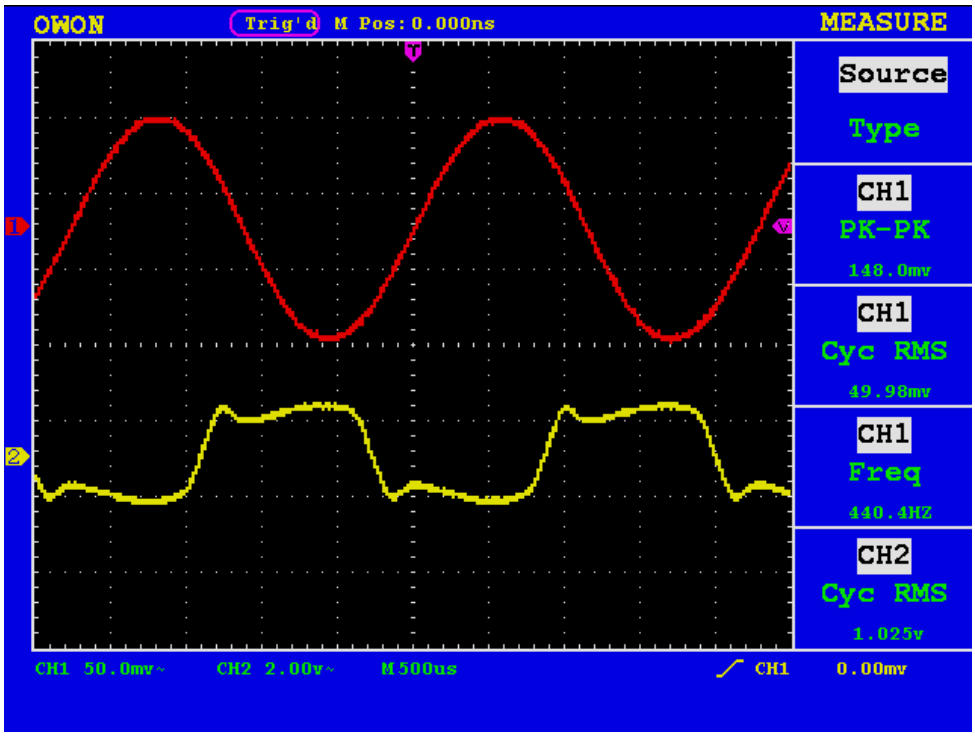



E na posição máxima:

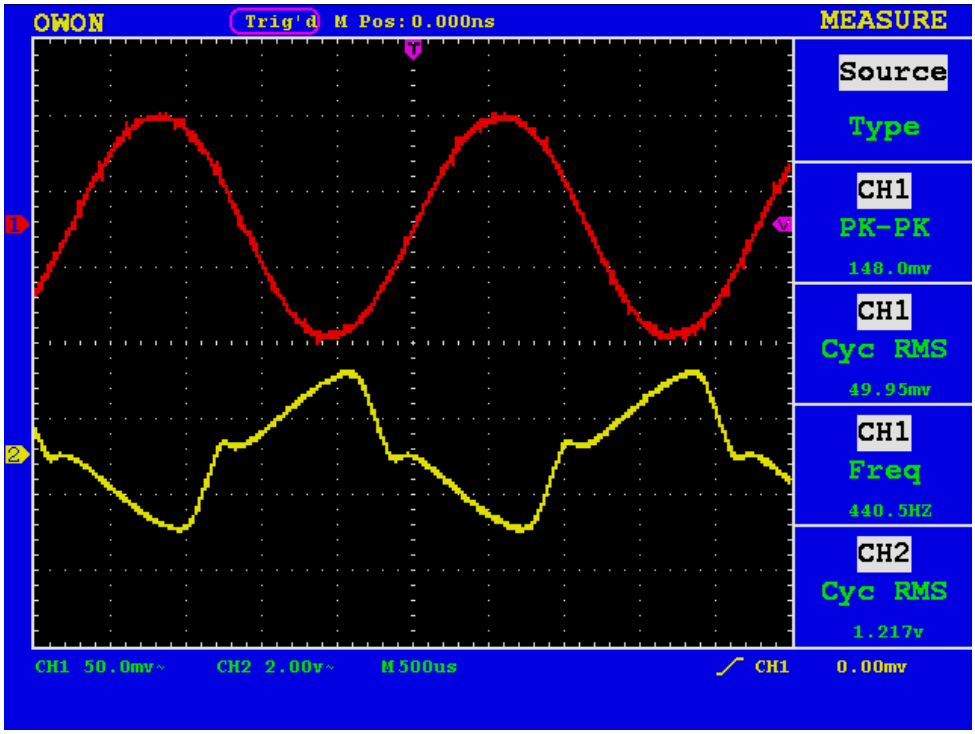


Voltando o potenciômetro de agudos para a posição central será possível ver os resultados para o potenciômetro de graves.

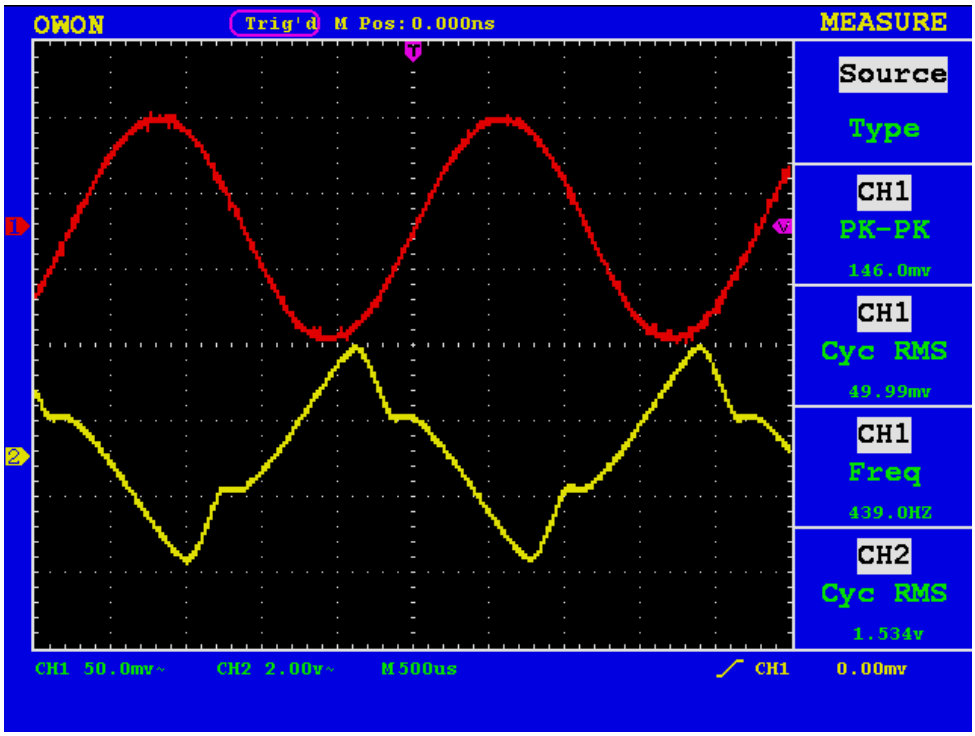
Na posição mínima:




Na posição central:

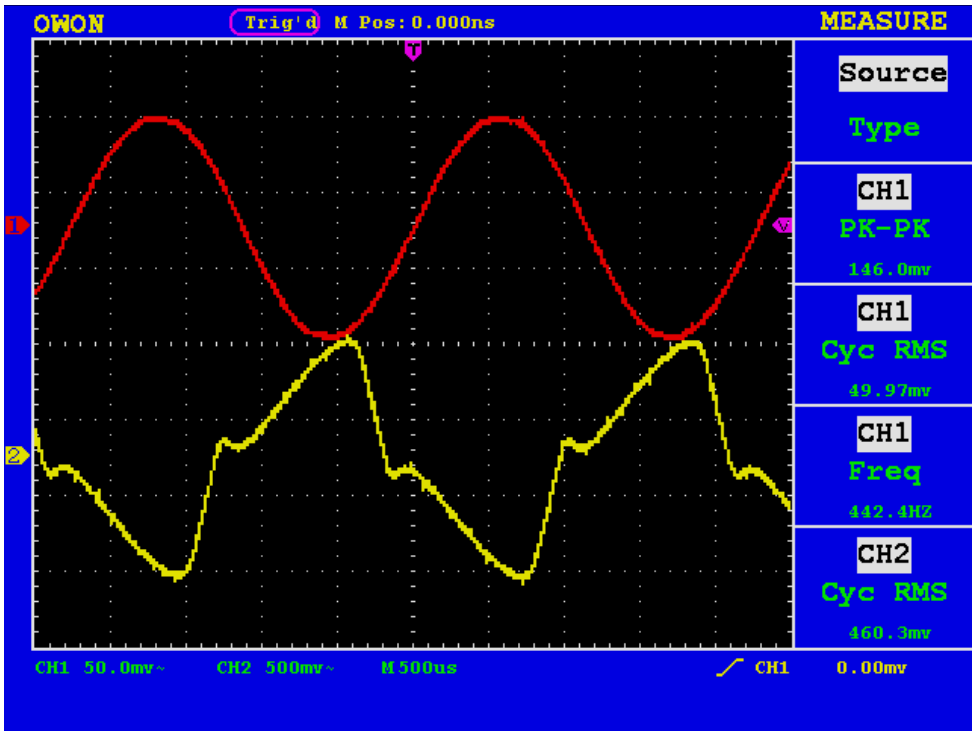


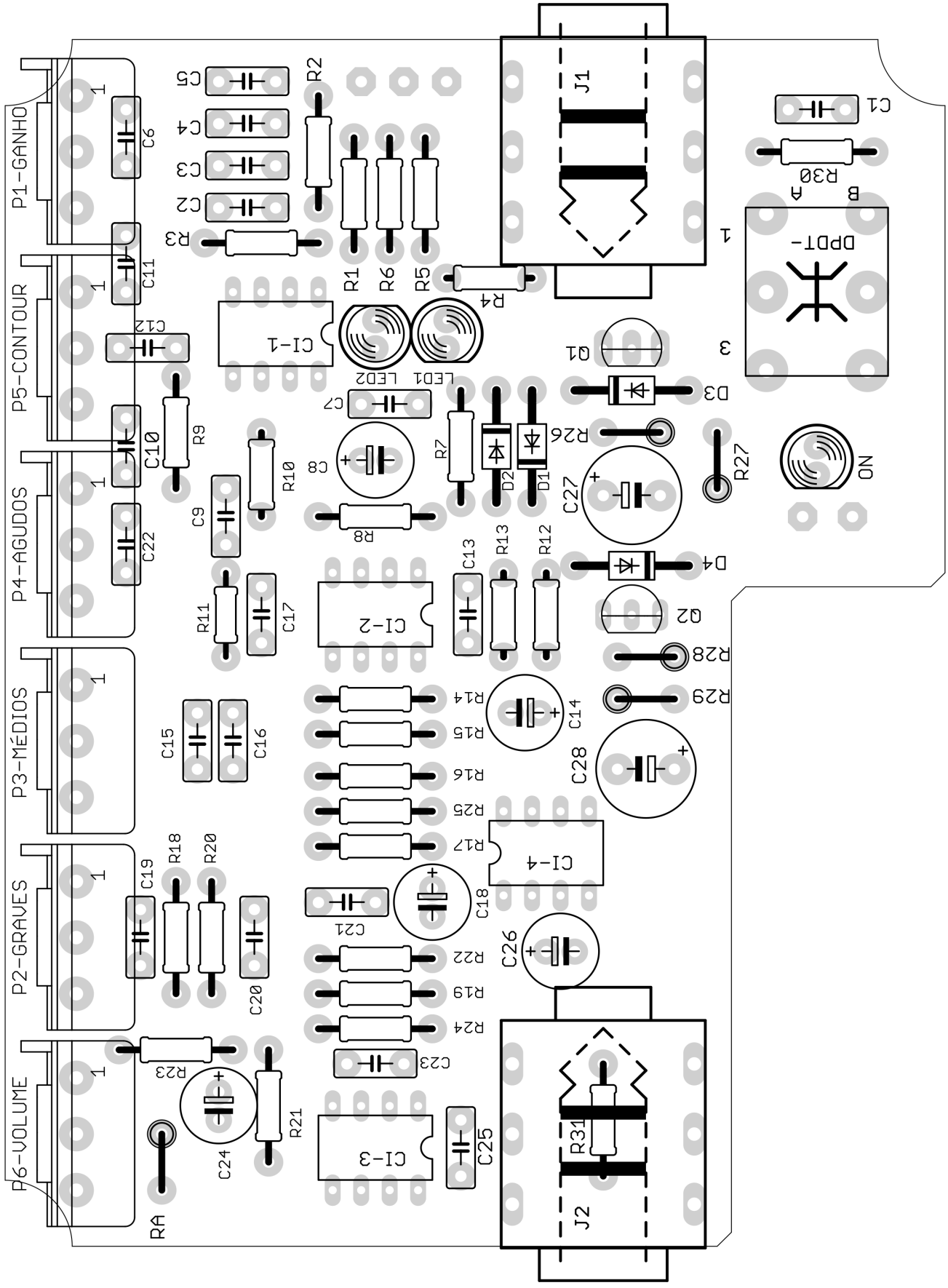
Por fim na posição máxima do potenciômetro de graves:




## *VII.10. Circuito de Saída CI-3B*

Finalmente temos as medidas do estágio de saída, pino 7 de CI-3, com a medida do sinal em volume máximo, ganho em 9 horas e todos os demais controles na posição central.




Dá para perceber que o ganho total do circuito é bastante elevado, mesmo com o potenciômetro de ganho na posição 9 horas.

## VIII. Imagem finalda montagem ampliada