

Mạch khuếch đại công suất Class D — hãy tự chế tạo một chiếc và ngạc nhiên trước hiệu quả của nó. Tản nhiệt hầu như không nóng lên! Hãy tham khảo với **hocwiki**.

Bạn đã luôn muốn xây dựng âm ly công suất âm thanh của riêng mình? Một Project điện tử mà bạn không chỉ nhìn thấy kết quả mà còn nghe thấy chúng?

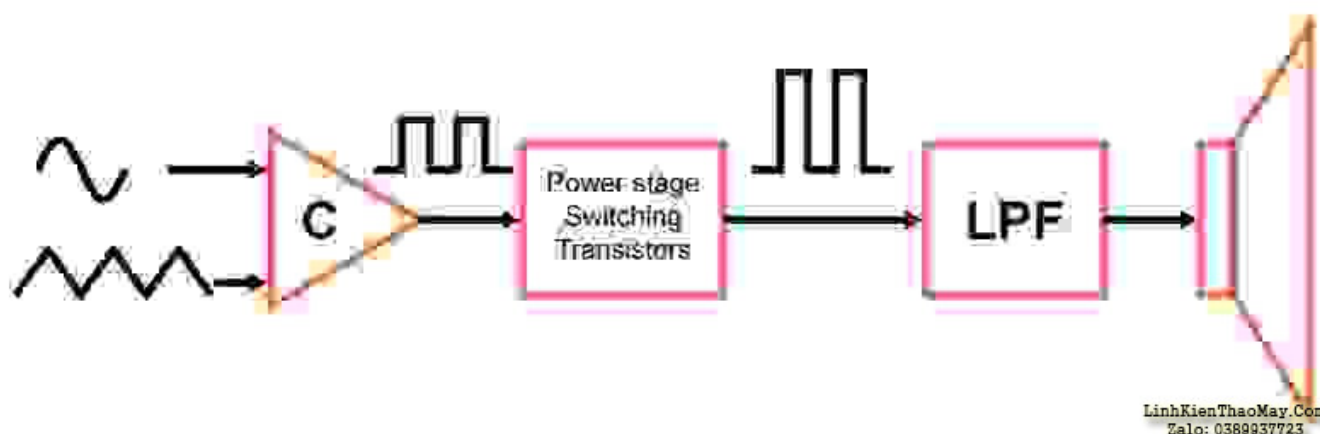
Nếu câu trả lời của bạn là có, thì bạn nên tiếp tục đọc bài viết này về cách xây dựng Mạch khuếch đại công suất Class D của riêng bạn. mình sẽ giải thích cho bạn cách chúng hoạt động và sau đó hướng dẫn bạn từng bước để biến điều kỳ diệu xảy ra một mình.

Lý thuyết cơ bản

Mạch khuếch đại công suất Class D là gì? Câu trả lời có thể chỉ là một câu: Nó là một âm ly chuyển mạch. Nhưng để hiểu đầy đủ cách thức hoạt động của một cái, mình cần dạy bạn tất cả các góc ngách của nó.

Hãy bắt đầu với câu đầu tiên. Các âm ly truyền thống, như Class AB, hoạt động như các thiết bị tuyến tính. So sánh điều này với âm ly chuyển mạch, được gọi như vậy vì các transistor công suất (MOSFET) hoạt động giống như công tắc, thay đổi trạng thái của chúng từ TẮT sang BẬT. Điều này cho phép đạt hiệu quả rất cao, lên đến 80 – 95%. Do đó, âm ly không tạo ra nhiều nhiệt và không yêu cầu một bộ tản nhiệt lớn như các âm ly tuyến tính AB. Để so sánh, Mạch khuếch đại công suất Class B chỉ có thể đạt hiệu suất tối đa là 78,5% (trên lý thuyết).

Dưới đây, bạn có thể thấy sơ đồ khối của âm ly PWM Class-D cơ bản, giống như sơ đồ mà mình đang chế tạo.

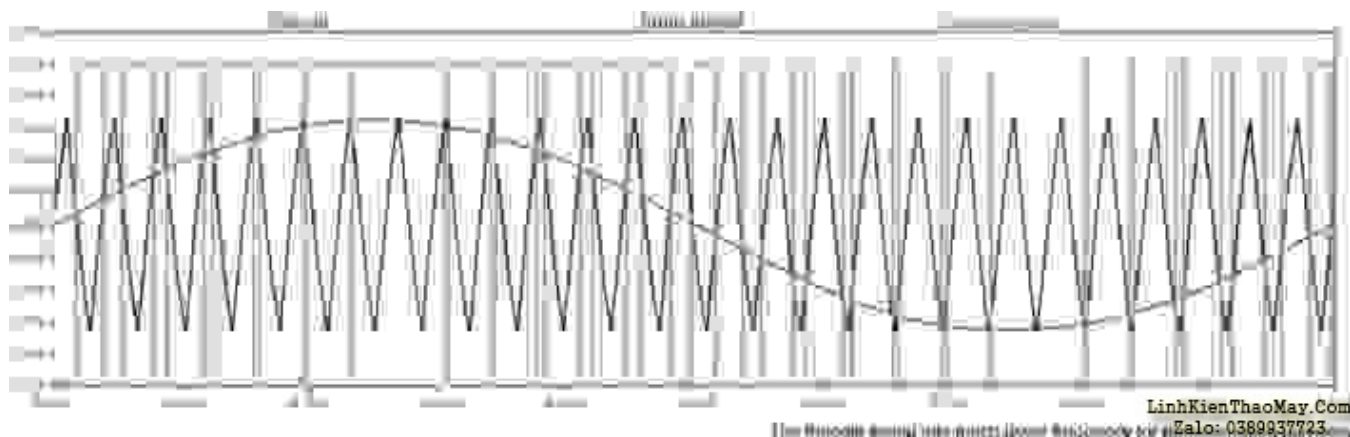


Tín hiệu đầu vào được chuyển đổi thành tín hiệu hình chữ nhật, được điều chế độ rộng xung bằng cách sử dụng bộ so sánh. Về cơ bản, điều này có nghĩa là đầu vào được mã hóa thành chu kỳ làm việc của các xung hình chữ nhật. Tín hiệu hình chữ nhật được khuếch đại và sau đó bộ lọc thông thấp dẫn đến phiên bản công suất cao hơn của tín hiệu tương tự ban đầu.

Có những phương pháp khác để chuyển đổi tín hiệu thành xung, chẳng hạn như điều chế $\Delta\Sigma$ (delta-sigma), nhưng đối với Project này, mình sẽ sử dụng PWM.

Điều chế độ rộng xung sử dụng bộ so sánh

Trong biểu đồ bên dưới, bạn có thể thấy cách mình biến đổi tín hiệu hình sin (đầu vào) thành tín hiệu hình chữ nhật bằng cách so sánh với tín hiệu hình tam giác.



Bấm để phóng to

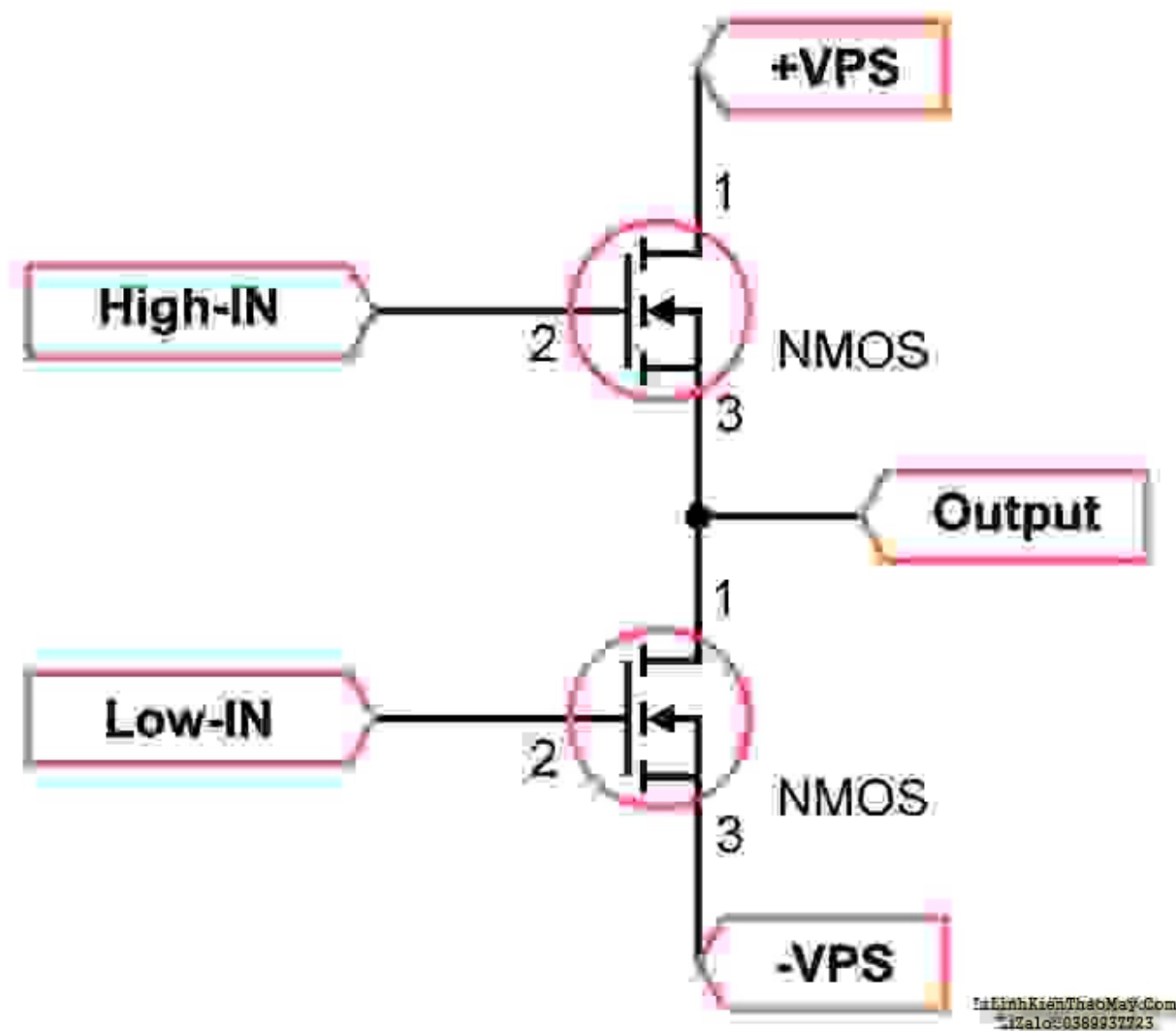
Tại đỉnh dương của sóng sin, chu kỳ làm việc của xung hình chữ nhật là 100% trong khi ở đỉnh âm là 0%. Tần số thực của tín hiệu tam giác cao hơn nhiều, theo thứ tự hàng trăm kHz, để sau này mình có thể trích xuất tín hiệu ban đầu của mình.

Một bộ lọc thực, không phải là bộ lọc lý tưởng, không có sự chuyển đổi ok “brick-wall (bộ lọc)” từ băng thông sang dải dừng, vì vậy mình muốn tín hiệu tam giác có tần số cao hơn ít nhất 10 lần so với 20KHz, là giới hạn thính giác trên của con người. .

Giai đoạn công suất

Lý thuyết là một khía cạnh và thực hành là một khía cạnh khác. Nếu mình muốn áp dụng sơ đồ khối trước đó vào thực tế, mình sẽ gặp phải một số vấn đề.

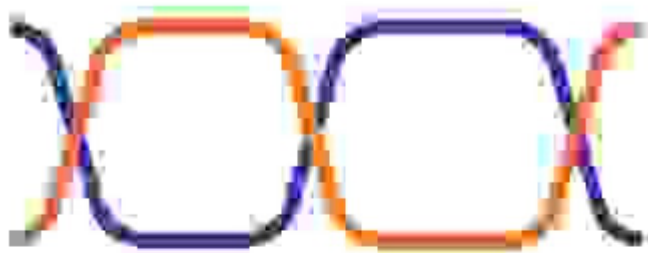
Hai vấn đề là thời gian tăng và giảm (là thời gian cần thiết để biên độ của xung giảm từ một giá trị xác định xuống một giá trị cụ thể khác. Các giới hạn về độ sâu và dao động đôi khi được nêu thêm khi chỉ định giới hạn thời gian rơi) của các thiết bị trong giai đoạn công suất và thực tế là mình đang sử dụng một transistor NMOS cho phần điều khiển phía cao.



Bởi vì việc chuyển đổi các MOSFET không được thực hiện ngay lập tức mà giống như đi lên và xuống dốc, thời gian BẬT của transistor sẽ trùng nhau, tạo ra kết nối trở kháng thấp giữa đường ray cung cấp điện dương và âm. Điều này làm cho một xung dòng điện cao đi qua MOSFET của mình, có thể dẫn đến hư hỏng.

Để ngăn chặn điều này, mình cần chèn một số thời gian trễ giữa các tín hiệu điều khiển MOSFET bên cao và bên thấp. Một cách để đạt được điều này là sử dụng IC điều khiển MOSFET chuyên dụng của International Rectifier (Infineon), chẳng hạn như IR2110S hoặc IR2011S. Hơn nữa, các IC này cung cấp điện áp cổng tăng cường cần thiết cho NMOS phía cao.

Without dead time



With dead time

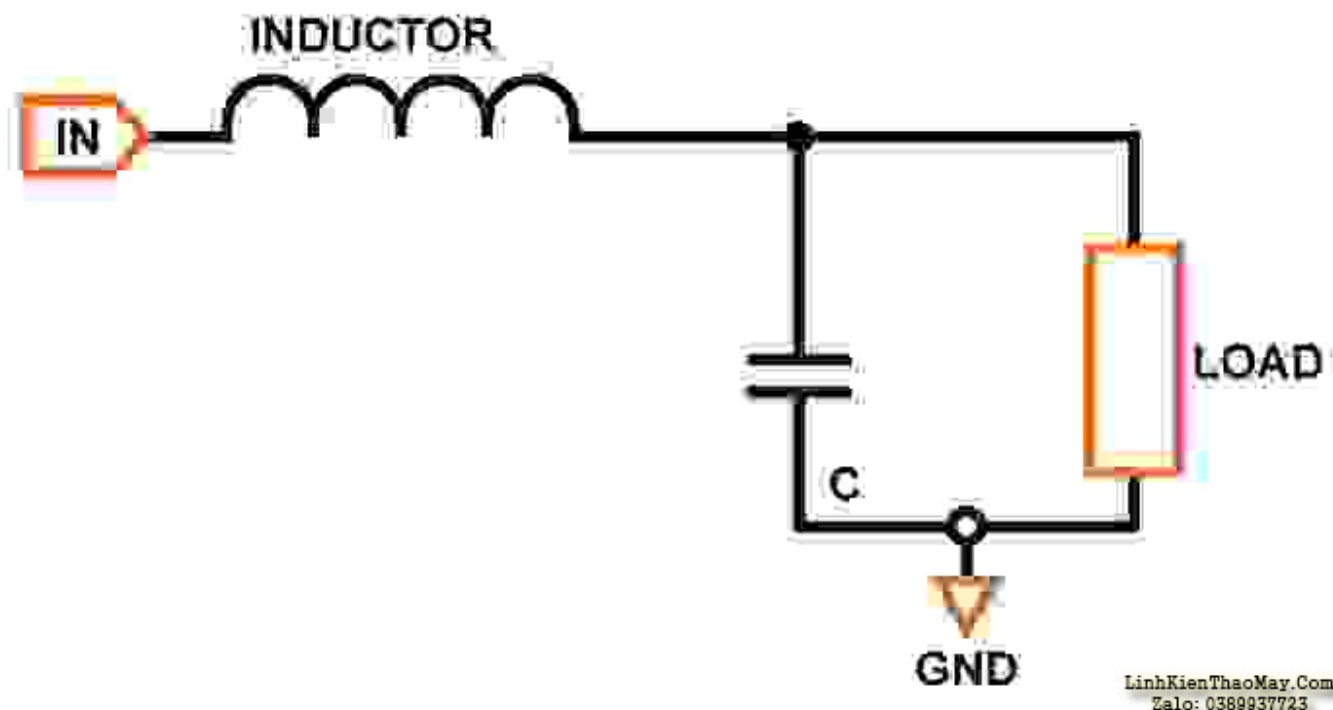


High-Side MOSFET
Low-Side MOSFET

LinhKienThaoMay.Com
Zalo:0389937723

Bộ lọc thông thấp

Đối với giai đoạn lọc, một trong những cách tốt nhất để làm điều này là sử dụng bộ lọc Butterworth.



Các loại bộ lọc này có phản ứng rất phẳng trong băng thông. Điều này có nghĩa là tín hiệu mà mình muốn đạt được sẽ không bị suy giảm quá nhiều.

mình muốn lọc các tần số cao hơn 20 kHz. Tần số cắt được tính ở -3dB, vì vậy mình muốn nó cao hơn một chút để không lọc âm thanh mà mình muốn nghe. Tốt nhất là chọn từ 40 đến 60 kHz. hệ số Q

$$Q = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Đây là các công thức được sử dụng để tính giá trị của cuộn cảm và tụ điện :

$$L = \frac{R_L \sqrt{2}}{2 \cdot \pi \cdot f_c}$$

$$C = \frac{1}{2\sqrt{2} \cdot \pi \cdot f_c \cdot R_L}$$

Sơ đồ mạch Class D

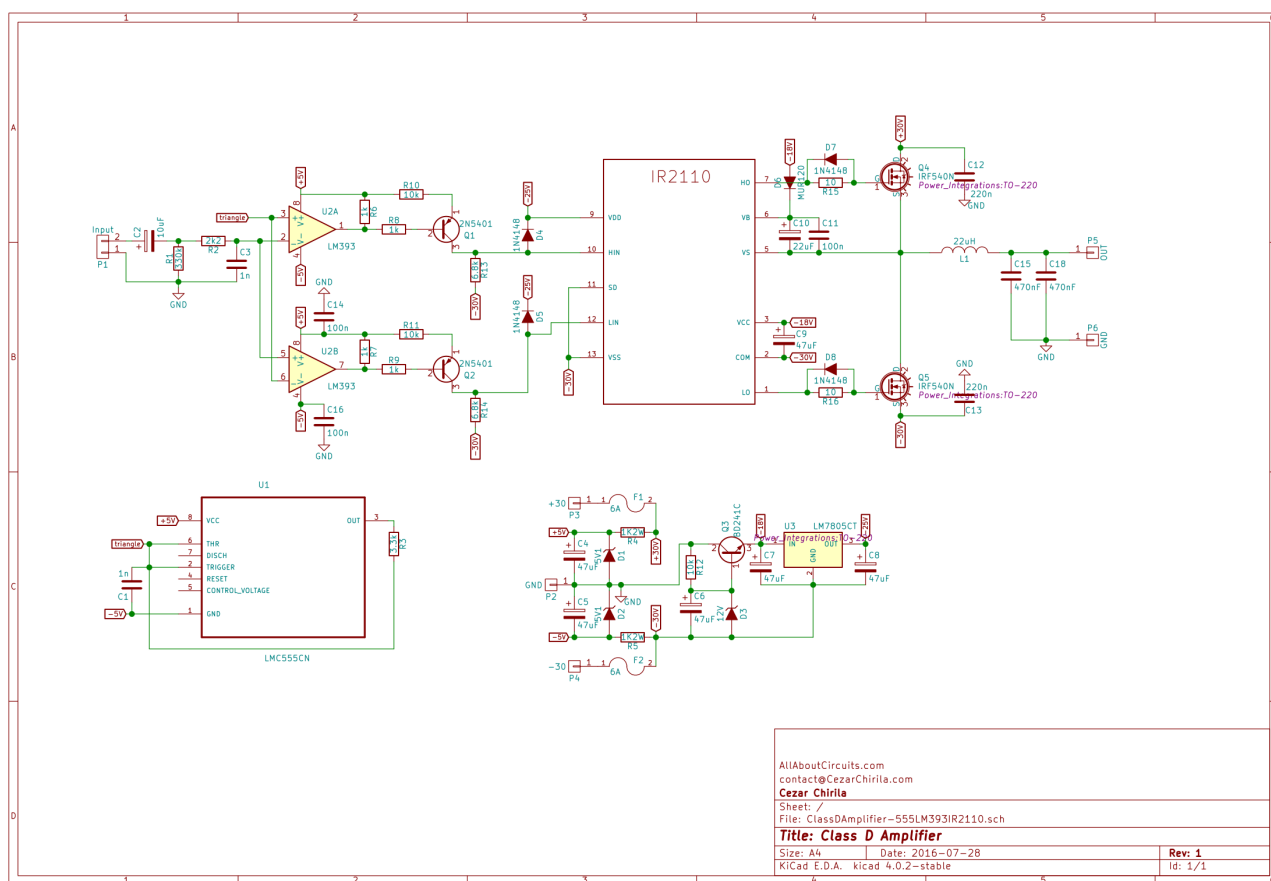
Bây giờ mình đã biết cách hoạt động của Mạch khuếch đại công suất Class D, hãy xây dựng một âm ly.

Đầu tiên, mình đặt tên cho âm ly này là Luke-The-Warm vì bộ tản nhiệt chỉ gần như ấm lên,

Tài liệu này được tải từ website: <http://linhkienthaomay.com>. Zalo hỗ trợ: 0389937723

trái ngược với âm ly Class AB, âm ly có tản nhiệt có thể khá nóng nếu không được làm mát.

Dưới đây bạn có thể xem sơ đồ của âm ly mà mình đã thiết kế. Nó dựa trên thiết kế tham chiếu IRAUDAMP1 của International Rectifier (Infineon). Sự khác biệt chính là thay vì điều chế $\Delta\Sigma$, mình sử dụng PWM.

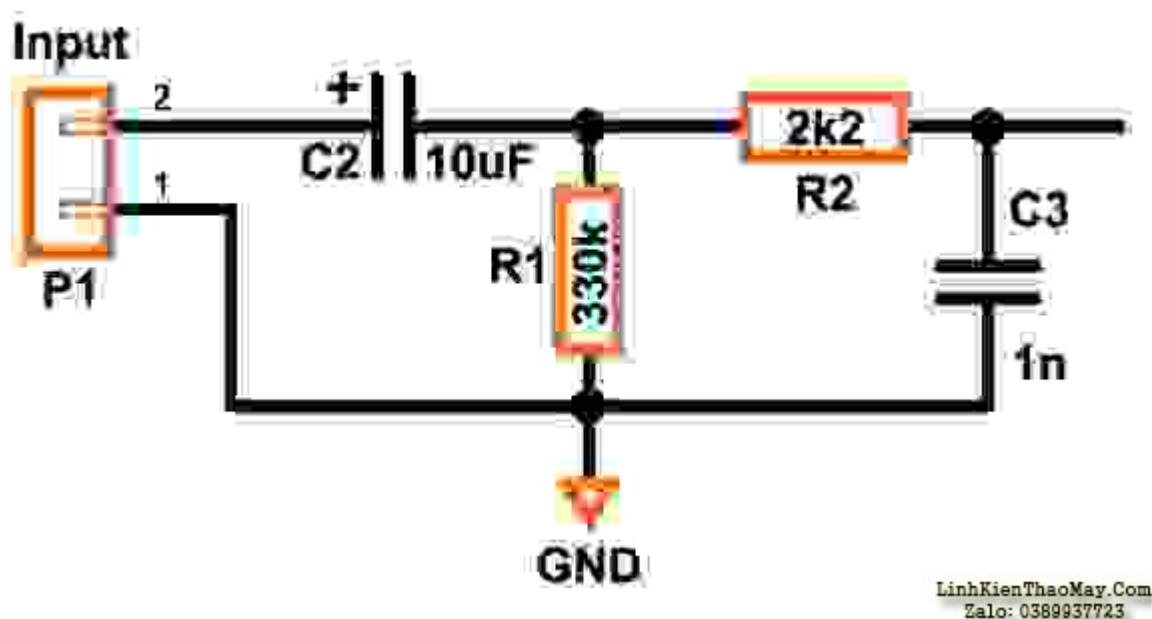


Bấm để phóng to

Bây giờ mình sẽ cho bạn biết một số lựa chọn thiết kế và cách các linh kiện hoạt động với nhau. Hãy bắt đầu từ phía bên trái.

Mạch đầu vào

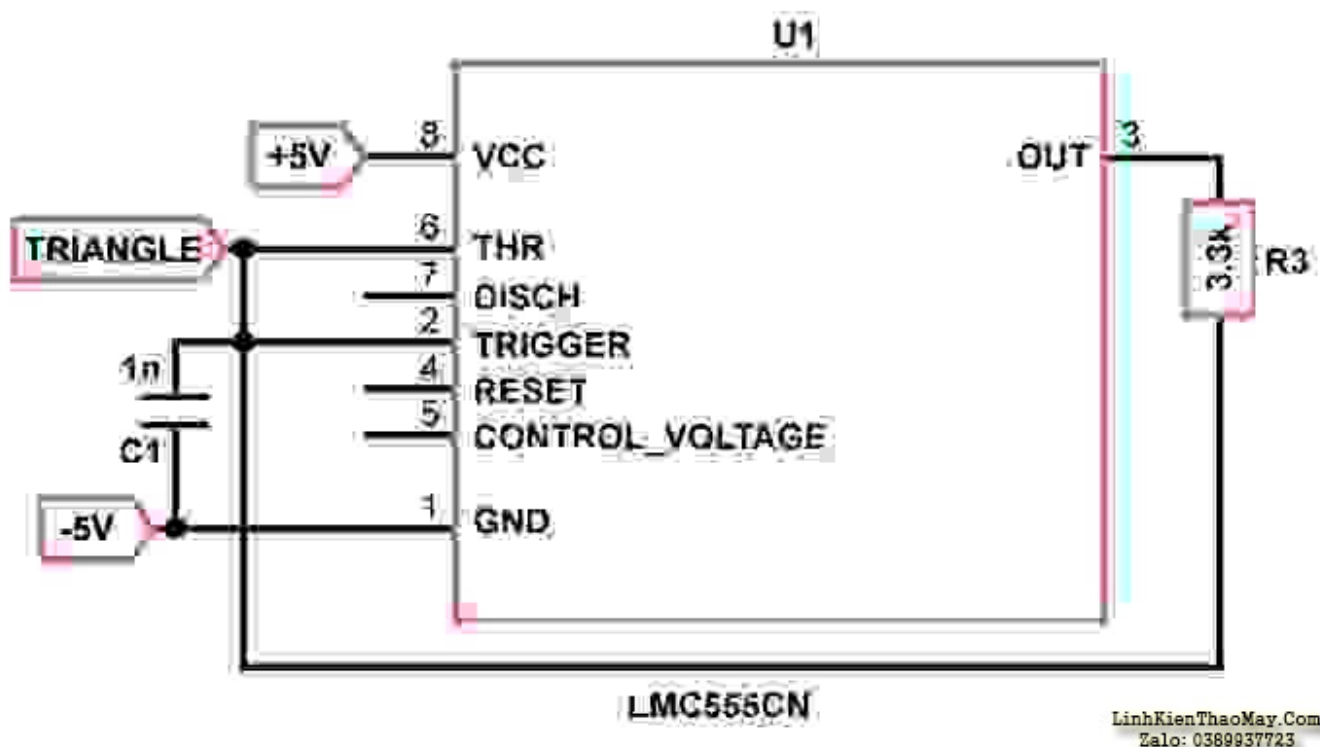
Đối với mạch đầu vào, mình quyết định rằng tốt nhất nên sử dụng bộ lọc thông cao, sau đó là bộ lọc thông thấp. Nó là đơn giản.



Tạo xung tam giác

Đối với bộ tạo xung tam giác, mình sử dụng LMC555, là biến thể CMOS của chip 555 nổi tiếng. Quá trình sạc và xả của tụ điện tạo ra một hình tam giác đẹp, không ok (nó tăng và giảm theo cấp số nhân) nhưng nếu thời gian tăng và giảm bằng nhau thì nó hoạt động ok.

Các giá trị của điện trở và tụ điện đặt tần số xấp xỉ 200kHz. các cao hơn mức này và mình sẽ gặp rắc rối vì trình so sánh và IC điều khiển MOSFET không phải là thiết bị nhanh nhất.



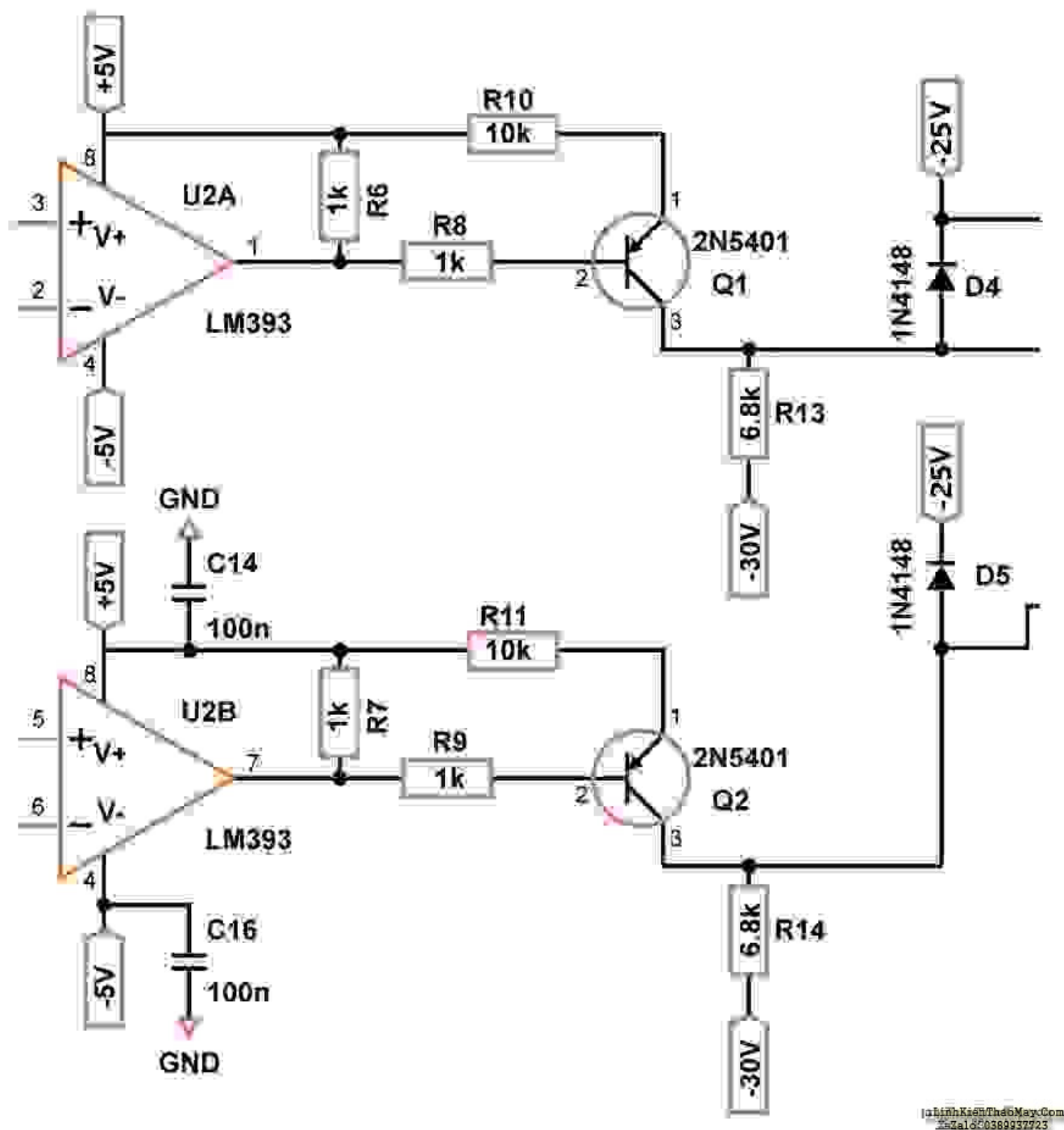
Mạch so sánh

Đối với bộ so sánh, bạn có thể sử dụng các linh kiện nào bạn muốn — nó chỉ cần nhanh. mình đã sử dụng những gì mình có sẵn, LM393AP . Ở thời gian phản hồi 300ns, nó không phải là nhanh nhất và chắc chắn có thể được cải thiện. Nếu bạn muốn sử dụng các IC khác, chỉ cần cẩn thận kiểm tra xem các chân có khớp với nhau không hoặc bạn sẽ phải sửa đổi thiết kế PCB.

Về lý thuyết, op-amp có thể được sử dụng như một bộ so sánh, nhưng trên thực tế, op-amp được thiết kế cho các loại công việc khác, vì vậy hãy đảm bảo bạn sử dụng một bộ so sánh thực tế.

Bởi vì mình cần hai đầu ra từ bộ so sánh, một cho IC điều khiển bên cao và một cho IC điều khiển bên thấp, mình đã quyết định sử dụng LM393AP. Đây là hai bộ so sánh trong một gói và mình chỉ hoán đổi các đầu vào cho bộ so sánh thứ hai. Một cách kiểm tra khác là sử dụng bộ so sánh có hai đầu ra, chẳng hạn như LT1016 của Công nghệ tuyến tính. Những thiết bị này có thể cải thiện một chút hiệu suất, nhưng chúng cũng có thể đắt hơn.

Các bộ so sánh này được cấp nguồn bởi nguồn lưỡng cực 5V, được cung cấp bởi hai diốt zener điều chỉnh điện áp từ nguồn điện chính, là $\pm 30V$.



IC điều khiển MOSFET

Đối với IC điều khiển MOSFET, mình đã chọn sử dụng IR2110. Một giải pháp thay thế là IR2011, được sử dụng trong thiết kế tham chiếu. Mạch tích hợp này đảm bảo bổ sung thời gian trễ mà mình đã nói ở phần trước.

Vì chân VSS của IC được gắn với nguồn điện âm, mình cần chuyển mức tín hiệu từ bộ so sánh. Điều này được thực hiện bằng cách sử dụng transistor PNP và diốt 1N4148.

Để điều khiển MOSFET, mình cấp nguồn cho IR2110 với 12V được tham chiếu đến điện áp nguồn âm; điện áp này được tạo ra bằng cách sử dụng BD241 kết hợp với zener 12V. MOSFET phía cao cần được điều khiển bởi điện áp cổng cao hơn nút chuyển mạch khoảng



Cuối cùng là bộ lọc. Tần số cắt là 40kHz và điện trở tải là 4 ohm vì mình có loa 4 ohm (các giá trị được sử dụng ở đây cũng sẽ hoạt động với loa 8 ohm, nhưng tốt nhất nên điều chỉnh bộ lọc theo loa bạn chọn). Với thông tin này, mình có thể tính toán các giá trị của cuộn cảm và tụ điện:

mình có thể làm tròn xuống $22\mu\text{H}$ một cách an toàn.

$$C = \frac{1}{2\sqrt{2} \cdot \pi \cdot 40000 \cdot 4} F = 0.703\mu H$$

LinhKienThaoMay.Com
Zalo: 0389937723

Giá trị tiêu chuẩn gần nhất là 680nF.

Ghi chú về xây dựng

Bây giờ bạn đã biết tất cả về hoạt động bên trong, tất cả những gì bạn phải làm là đọc rất kỹ vài dòng tiếp theo, tải xuống các tệp bên dưới, mua các linh kiện cần thiết, khắc PCB và bắt đầu lắp ráp.

Bộ lọc thông thấp

Đối với bộ lọc thông thấp, bạn có thể sử dụng tụ điện 680nF để đạt được càng gần giá trị tính toán càng tốt, nhưng bạn cũng có thể sử dụng tụ điện 1μF mà không gặp các sự cố nào (mình thiết kế PCB để bạn có thể sử dụng song song hai tụ điện trộn và kết hợp).

Những tụ điện này cần phải là polypropylene hoặc polyester — nói chung không phải là một ý tưởng hay khi sử dụng tụ gốm với tín hiệu âm thanh. Và bạn cần đảm bảo rằng các tụ điện mà bạn đang sử dụng để lọc được xếp hạng cho điện áp cao, ít nhất là 100VAC (nhiều hơn không ảnh hưởng gì). Phần còn lại của các tụ điện trong thiết kế cũng cần có định mức điện áp phù hợp.

mình thiết kế âm ly này cho công suất đầu ra khoảng 100-150W. Bạn nên sử dụng nguồn điện lưỡng cực có đường ray $\pm 30V$. Bạn có thể tăng cao hơn mức này, nhưng đối với điện áp khoảng $\pm 40V$, bạn cần đảm bảo rằng bạn thay đổi các giá trị của điện trở R4 và R5 thành 2K2.

Không cần thiết nhưng bạn nên sử dụng bộ tản nhiệt cho BD241C vì nó khá nóng.

MOSFET

Đối với các MOSFET nguồn, mình khuyên bạn nên sử dụng IRF540N hoặc IRFB41N15D . Các MOSFET này có phí cổng thấp để chuyển đổi nhanh hơn và R DS (bật) thấp để tiêu thụ điện năng thấp hơn. Bạn cũng cần đảm bảo rằng MOSFET có định mức V DS (điện áp từ nguồn vào nguồn) tối đa phù hợp. Bạn có thể sử dụng IRF640N , nhưng R DS (bật) cao hơn đáng kể, dẫn đến âm ly có hiệu suất thấp hơn. Đây là bảng so sánh ba MOSFET này:

MOSFET	Max V DS (V)	I D (A)	Qg (nC)	R DS (bật) (Ω)
IRFB41N15D	150	41	72	0,045
IRF540N	100	33	71	0,044
IRF640N	200	18	67	0,15

Cuộn cảm

Bây giờ là cuộn cảm. Bạn có thể mua một cái đã được làm sẵn nhưng mình khuyên bạn nên tự làm - dù sao thì đây cũng là một Project DIY.

Mua một hình xuyến T106-2. Nó cần phải là bột sắt; ferit có thể hoạt động nhưng nó sẽ cần một khoảng trống hoặc nó sẽ bão hòa. Sử dụng hình xuyến nói trên, cuộn dây 40 vòng dây tráng men đồng đường kính 0,8-1mm (AWG20-18) . Đó là nó. Đừng lo lắng nếu nó không ok — chỉ cần làm cho nó thật chặt chẽ.

Điện trở

Cuối cùng, tất cả các điện trở, trừ khi được ghi chú (R4, R5), là 1 / 4W.

Lời kết

Mong rằng những thông tin trong bài là đủ để bạn có thể tự xây dựng một âm ly công suất âm thanh cho riêng mình. mình hy vọng nó cũng khiến bạn hào hứng với việc xây dựng âm ly của riêng mình.



TRUNG TÂM SỬA CHỮA ĐIỆN TỬ QUẢNG BÌNH

MR. XÔ - 0901.679.359 - 80 Võ Thị Sáu, Phường Quảng Thuận, tx Ba Đồn, tỉnh Quảng Bình

GIÁ RẺ

NHANH CHÓNG

LINH KIỆN CHÍNH HÃNG

SANYO ELEC MSUNG
Panasonic TOSHIBA BISHI



TRUNG TÂM SỬA CHỮA ĐIỆN TỬ XÔ NGUYỄN

- Dịch vụ sửa chữa điện tử tại nhà
- Cung cấp linh kiện điện tử
- Tư vấn lắp đặt nhà thông minh

Đc: Quảng Thuận, tx Ba Đồn,
tỉnh Quảng Bình - 0901.679.359

Có rất nhiều thứ có thể được cải thiện trong Project này. Bạn có tất cả các thông tin và tệp cần thiết, nhưng bạn không cần phải theo dõi chúng đến thư.

Bạn có thể sử dụng các linh kiện SMD, cải thiện mạch so sánh bằng cách sử dụng một đầu ra bổ sung hoặc thử IR2011S thay vì IR2110. Chỉ cần đốt lên mỏ hàn đó, khắc PCB của bạn và bắt đầu hoạt động. Nó không thành vấn đề nếu nó không hoạt động trong lần thử đầu tiên.

Các bài viết tương tự:

1. [Âm ly 4sò. Model 6300. - Moj ng cho m hỏy bo công suất âm ly này lúc đầu chết 2sò về tráj. M đã thay và đã chạy như con A1013 khj chạy nóg bở tay, nge đc mấy ngày là cháy loa và chết sò lại. Đã thay hâu như gần hết lk vẫn vậy. Bo này mua cũng rẻ nhưg m muốn tìm hiểu nguyên nhân.hjx.](#)
2. [âm ly 8 sò \(4 sò 1 về\)tối hôm trước hát bình thường kéo dài vài tiếng ok,,sáng hôm sau trời âm khách bật máy ko có nghe dc j,,,khách say cứ để vài phút,,,lúc sau em lên kiểm tra BA om nóng,,,rơ le ko đóng, fuse ko nổ cho\) - em sửa con này tính ra dc 1 tháng,,nhà ông này hay hát hò karaoke,,,lần trước cũng chết công suất đứt fuse,,rơ le ko đóng,,,thay cũng đúng loại cầu chì ampe và công suất,,,lần đó cũng hát bình thường hôm sau trời âm là chết công suất nổ fuse](#)
3. [cân giúp đỡ âm ly 8 sò 2 ngày vẫn chưa tìm ra bệnh_áp đối xứng +-17vol qua 2 ỏn áp 7912 7812 cấp cho rơ le mạch music master mic,,+-52 cho công suất - ban đầu hỏng công suất chết cầu chì,,thay thế và kiểm tra các điện áp chân b công suất =nhau 52 vol,các tầng khuếch đại thúc, đệm, trở tự tốt,\(bo nguồn ,ỏn áp và công suất đi liên\),,,tháo đường 52 vol thì rơ le lại đóng cấp vào lại ko đóng ,bỏ 1 cầu chì 1 về lại đóng\(về đã bị nổ cầu chì lúc đầu\),,,,kiểm tra ko thấy bị sao? 2 trở cân bằng về rơ le bảo vệ loa em đo 1 đường về 52vol còn 1 đường vài mili vol,,,ko hiểu là sao lại chênh lệch thế,,,](#)
4. [chào các thành viên mình mới làm thêm máy giặt tủ lạnh - mới nhận con máy giặt AW-E920Lv cọn chế độ giặt và cấp nước\(ko vật và xả\)thì máy giặt xong tự tắt máy được,,còn nếu chọn giặt có vắt có xả máy giặt xong các quá trình thì ko tự tắt được chỉ hiện về 0 phút nhưng ko tắt\(tắt là tắt nguồn \)](#)
5. [dạ em có con quạt hơi nước hiện tượng các nút ok riêng nút nguồn ko hư hỏng bấm ko](#)

tác dụng...khi bấm nút tắt ko tác dụng bấm nút này đèn led hiển thị của các nút yếu đi...mạch in dẫn tới nút ăn thẳng vào vi xử lý ko qua trở,,,,em chưa kiểm tra nguồn - laoij quạt này(quạt hơi nước) cắm nguồn bấm nút chức năng số(tốc độ),hoặc quay hoặc hện giờ hoặc tạo âm vãn bình thường riêng nút tắt ko tắt dc,,,nguyên bản là tắt dc nhưng giờ là ko tắt dc

6. máy giặt sanyo (aqua) ASW 80VT - Máy bấm nút nguồn không lên . mình đã kiểm tra nút ấn vẫn tốt nguồn 5v vẫn có. mình đã thay thạch anh chạy ok được khoảng 3 ngày . nay nó lại bị lại mặc dù mình đã thay lại thạch anh và mình kiểm tra 2 chân thạch anh 4M 1 chân là 5v chân còn lại là gần 1V . mình đang tập tẹ tự học sửa bo mạch mong anh em giúp đỡ
7. máy giặt electrolux EWF549 - máy giặt electrolux 5,5kg chỉ có 2 nút ấn là start và nút ấn chọn tốc độ và núm xoay chọn chương trình . máy cấp nước giặt được khoảng 5 đến 7 phút là mất nguồn. rút điện ra cắm lại thì lại có điện và giặt được khoảng 5 đến 7 phút lại mất điện . chưa thực hiện được 1 chu trình giặt- xả vắt thì mất nguồn
8. Mấy hôm nay làm có 2 hiện tượng thấy lạ như ma ám.hj. 1 là tgvj tq, nên đổ lè nỏ đường hôj, đo đường kR =10v. Tháo vĩ đèn ra đo cũng 10v. Sau đó rút con 4282 trên đg kr ra đo có 150v trên kr, sau đó lắp lại máy đã chạy bình thường ko pjt bị j lun hehe. 2. Máy trung quốc chj? Bị lỏng mạch nhưng khi đo H thấy 22v. Nhưng vẫn chạy pjh thuog lạ thật. - .
9. Sam sung cs 21z45ml - Khởi động nguồn cho chạy , rít cao áp , nóng sò ngang . E đã kt các tụ và diot xung quanh sò , cũng đã thay thử cao áp và sò , nhưng vẫn vậy .
10. Ti vi samsung slim cs 21z45ml - Co hình trên dưới . E đã kt và thay thử 7845 , diode đường 16v , tụ và các R xung quanh . Nhưng vẫn không có gì mới lạ .
11. Tivi panasonic mode no.tc-25fg74v . - Nổ c553 và chết r713 chết sò ngang . C 553 và R713 mất chỉ số . Mong được các bác giúp đỡ ạ .
12. tivi TCL model kg nhớ rõ tại gặp quá""tạj lãnh sữa tại nhà - bên thứ cấp ""12v có 24v và 110v kg có .đèn nháy 1 nhíp rồi đi đai.e thay IC giao động 1506 và sọi lên hết phân nguồn cũng kg ăn thua gì.e nạp card mới đăng tin đc. e mới vào diễn đàn mong ae giúp đỡ e. e cảm ơn ae trên diễn đàn nhiều lắm