

Bù tần số trong Op-amp :âm ly thuật toán hoặc Op-Amps được coi là công việc của các thiết kế điện tử tương tự. Quay trở lại thời đại máy tính Analog, Op-Amps đã được sử dụng cho các phép toán với điện áp tương tự do đó có tên là âm ly thuật toán. Cho đến nay Op-Amps được sử dụng rộng rãi để so sánh điện áp, Vi sai , tích phân , tổng hợp và nhiều ứng dụng khác. Không cần phải nói, các mạch âm ly thuật toán rất dễ thực hiện cho các mục đích khác nhau nhưng nó có một số hạn chế thường dẫn đến sự phức tạp.

Thách thức lớn là **cải thiện tính ổn định của op-amp** trong một băng thông rộng của các ứng dụng. Giải pháp là bù tần số cho âm ly, bằng cách sử dụng **mạch bù tần số** trên âm ly thuật toán. Sự ổn định của một âm ly phụ thuộc nhiều vào các thông số khác nhau. Trong bài viết này, mình hãy hiểu tầm quan trọng của Bù tần số và cách sử dụng nó trong thiết kế của bạn.

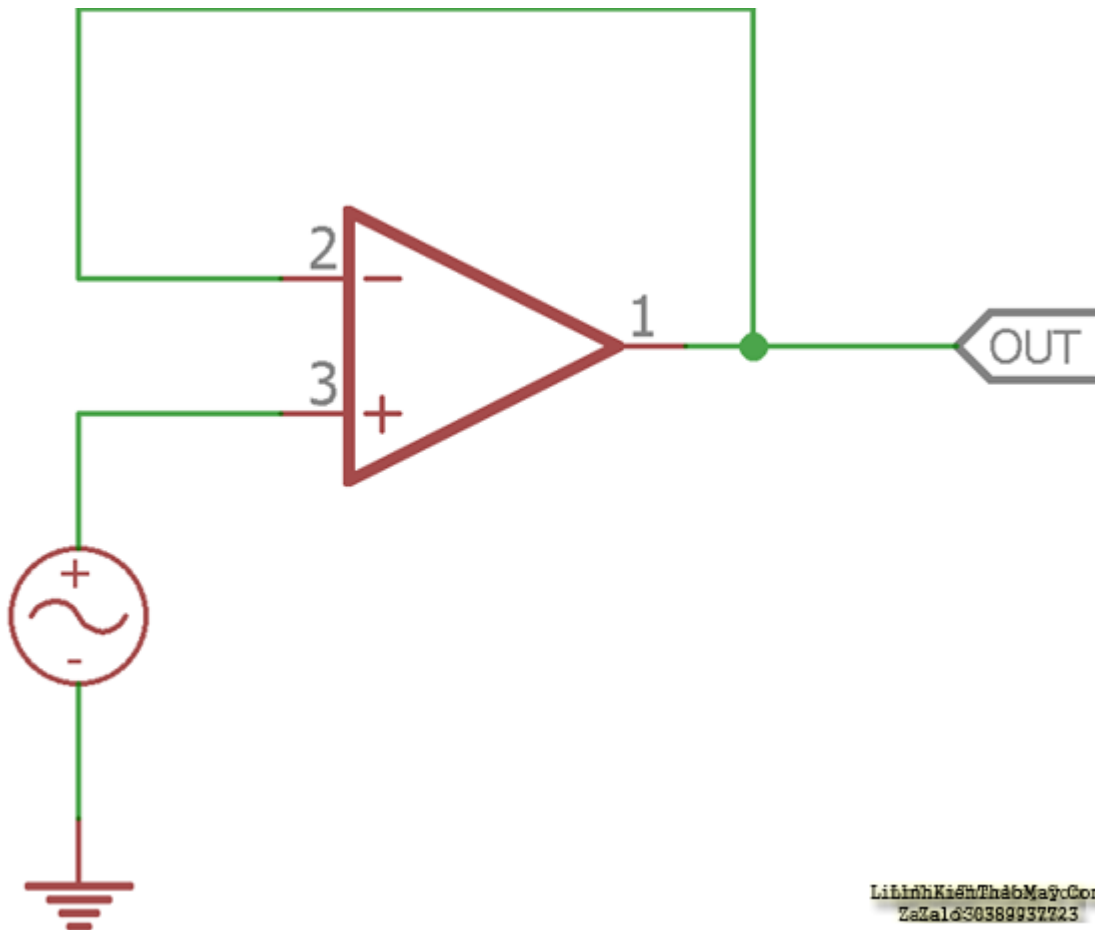
Khái niệm cơ bản nhanh về Op-Amp- Bù tần số trong Op-amp

Trước khi đi thẳng vào ứng dụng trước của âm ly thuật toán và cách ổn định âm ly bằng kỹ thuật bù tần số, mình hãy tìm hiểu một vài điều cơ bản về âm ly thuật toán.

Một âm ly có thể được cấu hình dưới dạng cấu hình vòng hở hoặc cấu hình vòng kín. Trong **cấu hình vòng hở** , không có mạch phản hồi nào được liên kết với nó. Nhưng trong **cấu hình vòng kín** , âm ly cần phản hồi để hoạt động tốt. Hoạt động có thể có phản hồi âm hoặc phản hồi dương. Nếu mạng phản hồi tương tự qua đầu dương của op-amp, nó được gọi là **phản hồi dương** . Mặt khác, âm ly **phản hồi âm** có mạch phản hồi được kết nối qua đầu âm.

Tại sao mình cần Bù tần số trong Op-Amps?

mình cùng xem mạch khuếch đại bên dưới. Nó là một mạch Op-Amp không đảo ngược phản hồi tiêu cực đơn giản . Mạch được kết nối như một cấu hình **tuân theo thống nhất-độ lợi** .



LinhKienThaoMayCom
Zalo:0389937723

Mạch trên rất thông dụng trong điện tử. Như mình đã biết, các âm ly có **trở kháng đầu vào rất cao** trên đầu vào và có thể cung cấp một lượng dòng điện hợp lý trên đầu ra. Do đó, các âm ly thuật toán có thể được điều khiển bằng cách sử dụng tín hiệu thấp để điều khiển tải dòng điện cao hơn.

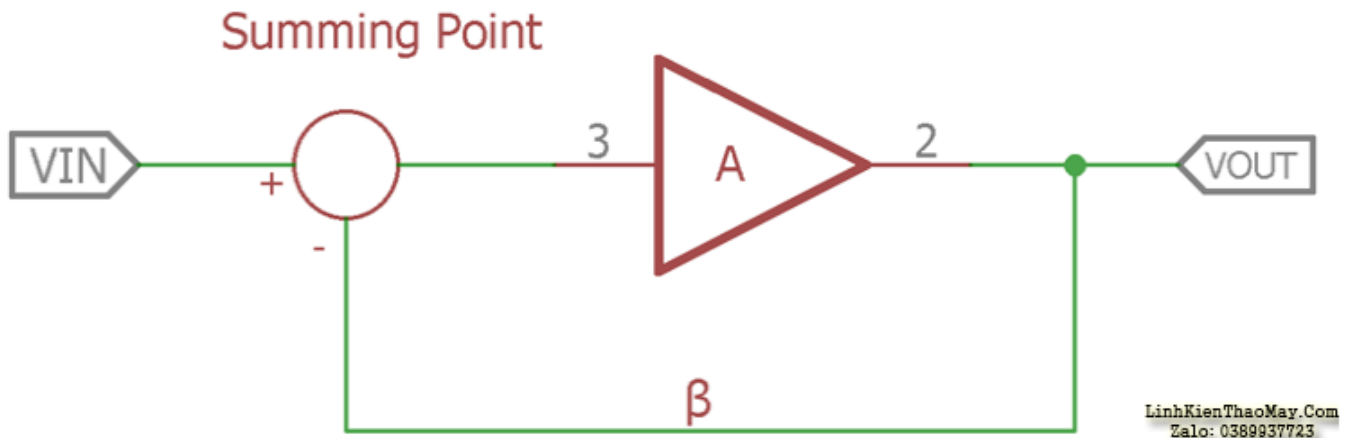
Nhưng dòng điện tối đa mà op-amp có thể cung cấp để điều khiển tải một cách an toàn là bao nhiêu? Mạch trên đủ tốt để điều khiển tải điện trở thuần (tải điện trở lý tưởng) nhưng nếu mình kết nối tải điện dung qua đầu ra, op-amp sẽ trở nên không ổn định và dựa trên giá trị của điện dung tải trong trường hợp hư nhất thì op-amp có thể thậm chí bắt đầu dao động.

Hãy cùng khám phá lý do tại sao op-amp không ổn định khi tải điện dung được kết nối qua đầu ra. Mạch trên có thể được mô tả như một công thức đơn giản:

$$A_{cl} = A / 1 + A\beta$$

Một A_{cl} là **độ lợi của vòng kín**. A là độ lợi vòng hở của âm ly. Là yếu tố phản hồi. Điều đó có nghĩa là đầu ra sẽ quay trở lại đầu vào của âm ly bao nhiêu. Vì âm ly là âm ly **độ lợi thống nhất**, hệ số phản hồi là 1 do đó tất cả đầu ra có thể được coi là quay trở lại đầu vào.

Để giải thích về $A\beta$, hãy vẽ âm ly phản hồi âm theo một quan điểm khác.



Hình trên là biểu diễn công thức và mạch khuếch đại hồi tiếp âm. Nó hoàn toàn giống với âm ly âm truyền thống đã nêu trước đây. Cả hai đều chia sẻ đầu vào AC trên đầu dương và cả hai đều có cùng phản hồi ở đầu âm. Vòng tròn là đường giao nhau tổng có hai đầu vào, một đầu vào từ tín hiệu đầu vào và đầu vào thứ hai từ mạch phản hồi. Vâng, khi âm ly làm việc ở chế độ phản hồi âm, điện áp đầu ra hoàn chỉnh của âm ly sẽ chạy qua đường phản hồi đến điểm nối tổng. Tại điểm giao nhau tổng, điện áp phản hồi và điện áp đầu vào được cộng lại với nhau và cấp trở lại đầu vào của âm ly.

Hình ảnh được chia thành hai giai đoạn tăng ích. Thứ nhất, nó hiển thị **mạch vòng kín** hoàn toàn vì đây là mạng vòng kín và cũng là **mạch vòng hở** op-amps vì op-amp hiển thị A là một mạch hở độc lập, phản hồi không được kết nối trực tiếp.

Đầu ra của đường giao nhau tổng được khuếch đại thêm bởi độ lợi vòng hở op-amp. Do đó, nếu điều hoàn chỉnh này được biểu diễn dưới dạng một phép toán học, kết quả đầu ra trên đường giao nhau tổng là:

$$V_{in} - V_{out}\beta$$

Now the output of the amplifier will be -

$$V_{out} = \text{open loop gain} \times (V_{in} - V_{out}\beta)$$

Or,

$$V_{out} = A(V_{in} - V_{out}\beta)$$

$$V_{out} = AV_{in} - V_{out}A\beta$$

$$V_{out} + V_{out}A\beta = AV_{in}$$

$$V_{out} (1+A\beta) = AV_{in}$$

$$V_{out}/V_{in} = A/(1+A\beta)$$

Sự cố không ổn định trong Op-Amp - Bù tần số trong Op-amp

Do đó, mạch trên được biểu diễn là **âm ly hồi tiếp âm** có hàm truyền $A / 1 + A\beta$ trong đó $A\beta$ là **hệ số khuếch đại vòng**. Nếu ở các tình huống nào, $1 + A\beta$ trở thành 0, độ lợi vòng kín của âm ly hoặc **hàm truyền sẽ trở thành vô cùng**. Nhưng độ lợi vòng kín bị hạn chế vì nguồn điện được kết nối qua op-amp bị hạn chế, do đó âm ly sẽ trở nên không ổn định.

Bây giờ, đối với âm ly phản hồi âm, độ lệch pha của đầu vào và đầu ra là 180 độ. Khi một tải

điện dung được kết nối qua âm ly, nó có thể làm thay đổi pha bằng cách thêm một cực bổ sung trên đầu ra op-amp dẫn đến chuyển đổi phản hồi âm sang dương. Độ lợi vòng lặp thấy 1 ở độ lệch pha 180 độ và gây ra sự không ổn định.

Tính không ổn định của âm ly cung cấp **biên độ pha kém** và **tốc độ quay bị cản trở** dẫn đến hành vi không tự nhiên trên đầu ra op-amp. Đầu ra dao động và tạo **hiệu ứng ringing** khi chuyển đổi trạng thái đầu ra. Vì thực tế không có tải lý tưởng, tải điện trở không phải là điện trở lý tưởng, ngay cả khi các mạch được làm ok có rất nhiều điện dung cũng như điện cảm. Kết quả là phản ứng kém pha ở tần số cao và không ổn định.

Làm thế nào để giải quyết khi Op-Amp không ổn định?

Giải pháp không phải là một cách đơn giản. Để tìm ra vấn đề hoặc để kiểm tra xem âm ly có ổn định hay không, người ta cần phải tìm ra pha của âm ly ở độ lợi vòng lặp thống nhất. Giải pháp là **cung cấp bù tần số cho op-amp** . Đây là một kỹ thuật hữu ích để khắc phục sự không ổn định của op-amp cũng như cải thiện đáp ứng bước của mạch.

Các loại bù tần số Op-Amp

Có nhiều loại kỹ thuật bù tần số khác nhau được sử dụng trong điện tử. Tuy nhiên, tất cả các kỹ thuật được phân loại thành hai loại kỹ thuật bù trừ cơ bản. Cách thứ nhất là bù trừ bên ngoài trên op-amp và thứ hai là kỹ thuật bù bên trong.

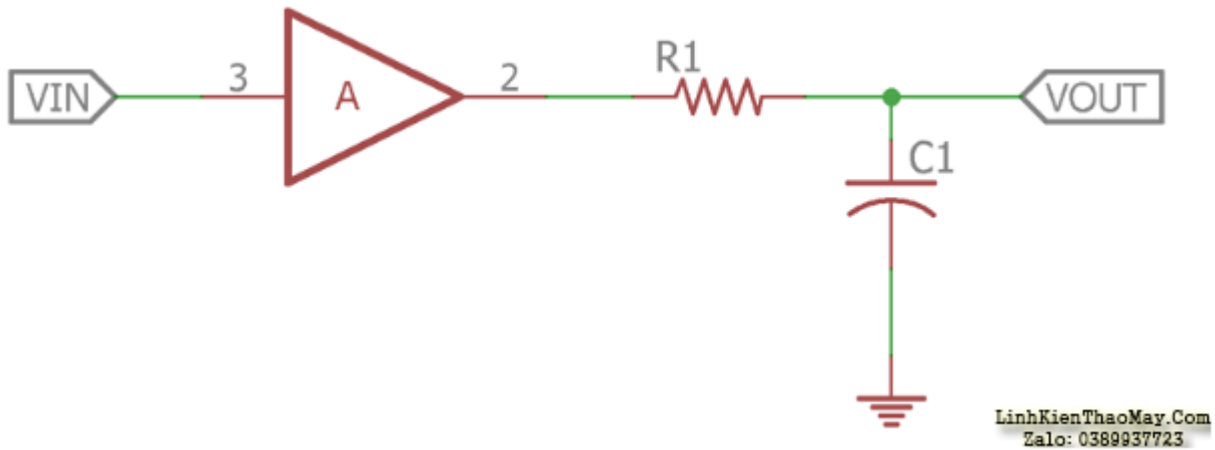
Bù tần số ngoài trong Op Amp

Các kỹ thuật bù trừ bên ngoài khác nhau tùy thuộc vào ứng dụng, loại âm ly được sử dụng và nhiều thứ khác. Cách dễ nhất là sử dụng **kỹ thuật bù ngoài vòng lặp** hoặc **kỹ thuật bù trong vòng** .

Kỹ thuật bù vòng lặp sử dụng một điện trở đơn giản để cách ly tải điện dung với op-amp, giảm tải điện dung của op-amp. Điện trở thường thay đổi từ 10-50 Ohms nhưng sự gia tăng điện trở cô lập sẽ ảnh hưởng đến băng thông op-amp. Băng thông của op-amp giảm mạnh xuống một giá trị rất thấp. Một trong những cách phổ biến của kỹ thuật bù tần số vòng lặp là sử dụng kỹ thuật bù cực trội.

1. Bù cực trội

Kỹ thuật này sử dụng một **mạng RC** đơn giản được kết nối qua đầu ra của mạch khuếch đại thuật toán. Một **mạch bù cực trội** mẫu được hiển thị bên dưới.

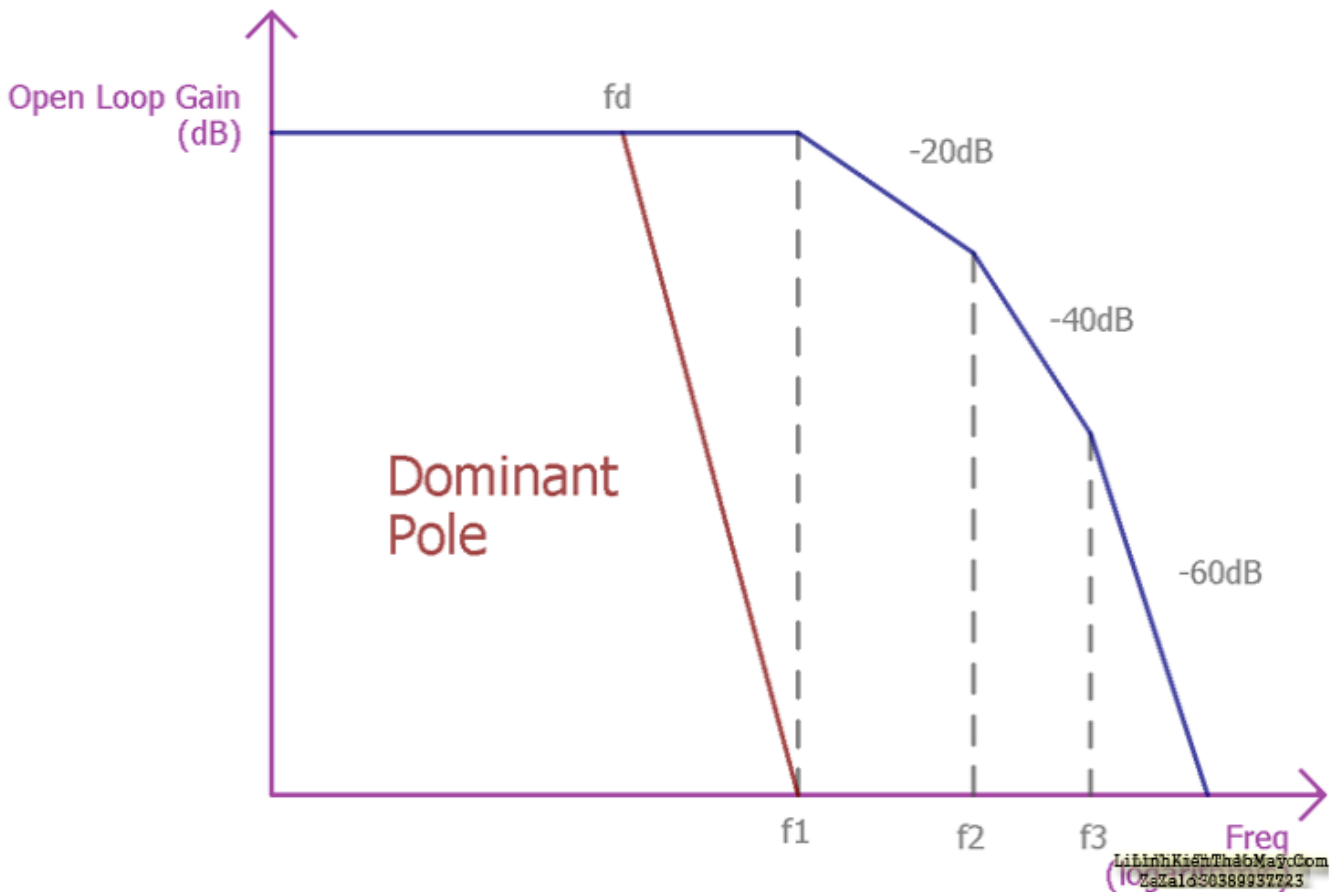


Điều này rất hiệu quả để khắc phục sự cố không ổn định. Mạng RC tạo ra một cực ở mức thống nhất hoặc độ lợi 0dB chiếm ưu thế hoặc loại bỏ hiệu ứng cực tần số cao khác. Chức năng truyền của cấu hình cực trội là -

$$A(s) = \frac{A \times \omega_1 \times \omega_2 \times \omega_3}{(s + \omega_1) \times (s + \omega_2) \times (s + \omega_3)}$$

LinhKienThaoMay.Com
Zalo: 0389937723

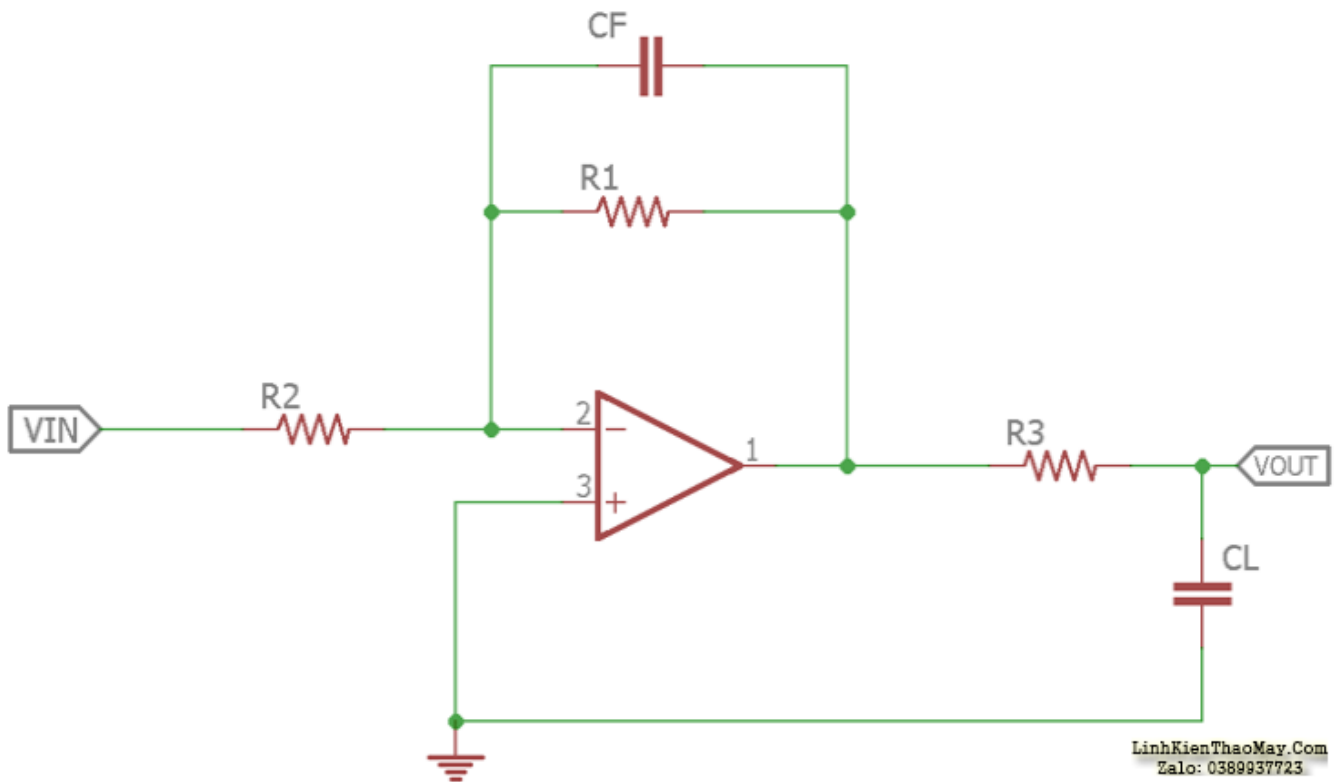
Trong đó, $A(s)$ là hàm truyền không bù, A là độ lợi vòng hở, ω_1 , ω_2 và ω_3 là các tần số mà độ lợi cuộn tắt ở -20dB, -40dB, -60dB tương ứng. Biểu đồ Bode bên dưới cho thấy điều gì sẽ xảy ra nếu kỹ thuật bù cực trội được thêm vào trên đầu ra op-amp, trong đó f_d là **tần số cực trội**.



2. Bù Miller

Một kỹ thuật bù hiệu quả khác là kỹ thuật bù cối xay và nó là kỹ thuật bù trong vòng trong đó một tụ điện đơn giản được sử dụng có hoặc không có điện trở cách ly tải (điện trở Nulling). Điều đó có nghĩa là một tụ điện được kết nối trong vòng phản hồi để bù đáp ứng tần số op-amp.

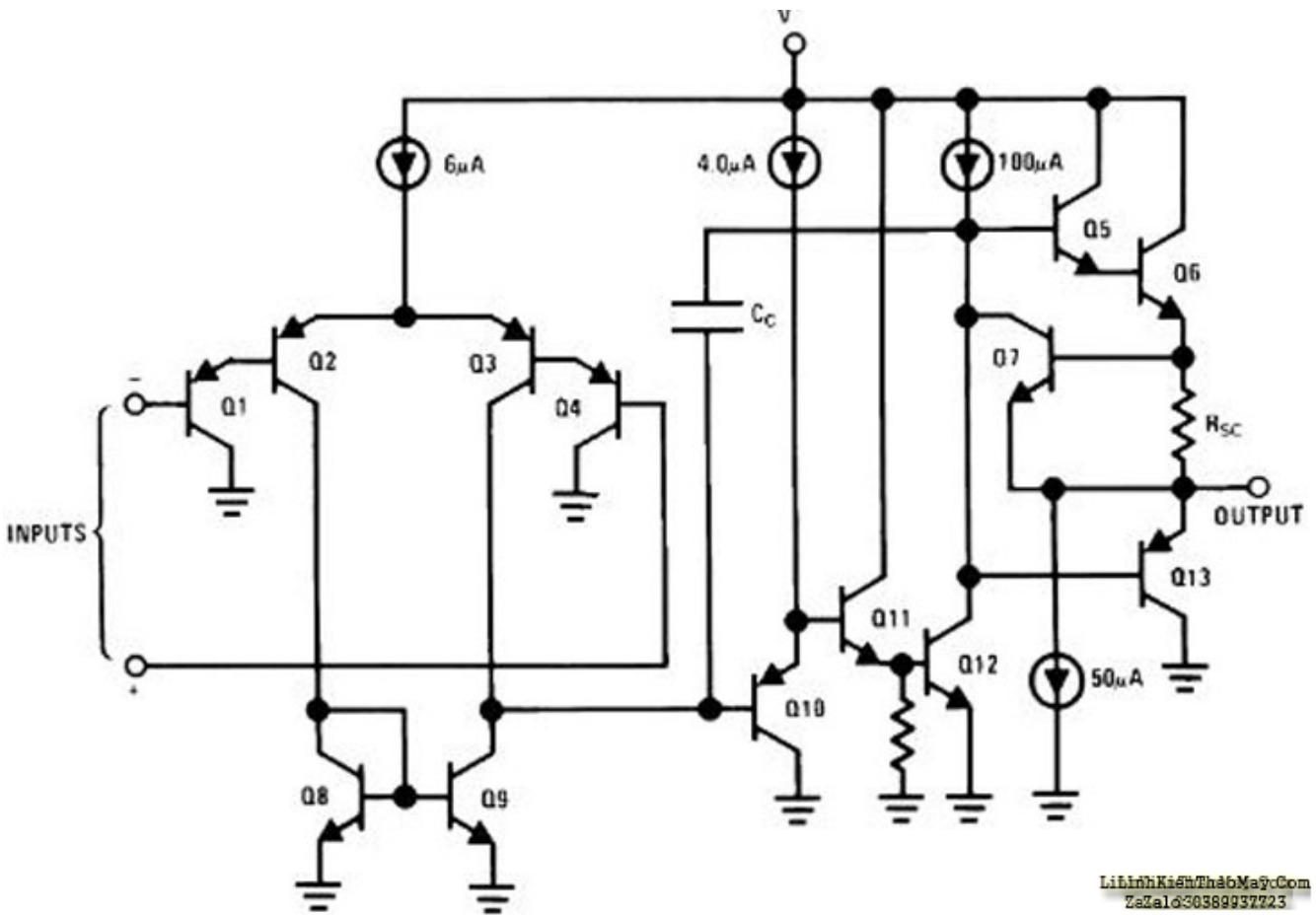
Các **mạch bù miller** được hiển thị bên dưới. Trong kỹ thuật này, một tụ điện được kết nối với phản hồi bằng một điện trở trên đầu ra.



Mạch là một **âm ly phản hồi âm** đơn giản với độ lợi đảo phụ thuộc vào R1 và R2. R3 là điện trở rỗng và CL là tải điện dung trên đầu ra op-amp. CF là tụ điện phản hồi được sử dụng cho mục đích bù. Giá trị tụ điện và điện trở phụ thuộc vào loại tầng khuếch đại, cực bù và tải điện dung.

Kỹ thuật bù tần số nội bộ

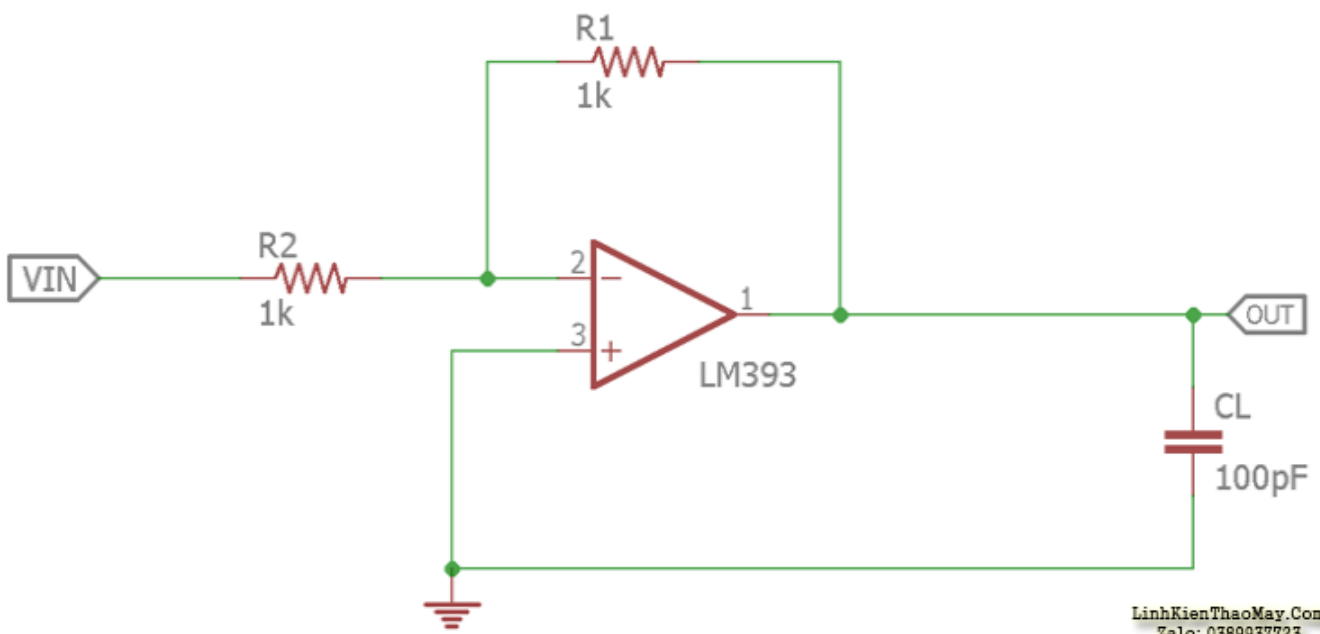
Các âm ly thuật toán hiện đại có kỹ thuật bù bên trong. Trong kỹ thuật bù bên trong, một tụ điện phản hồi nhỏ được kết nối **bên trong IC op-amp** giữa các tầng thứ hai transistor phát chung. Ví dụ, hình ảnh dưới đây là sơ đồ bên trong của op-amp LM358 phổ biến.



Tụ điện C_c được kết nối trên Q5 và Q10. Nó là Tụ bù (C_c). Tụ bù này **cải thiện độ ổn định của âm ly** và cũng như ngăn ngừa hiệu ứng dao động và đở chuông trên đầu ra.

Bù tần số của Op-amp - Mô phỏng thực tế

Để hiểu bù tần số một cách thực tế hơn, mình hãy thử mô phỏng nó bằng cách xem xét mạch bên dưới:

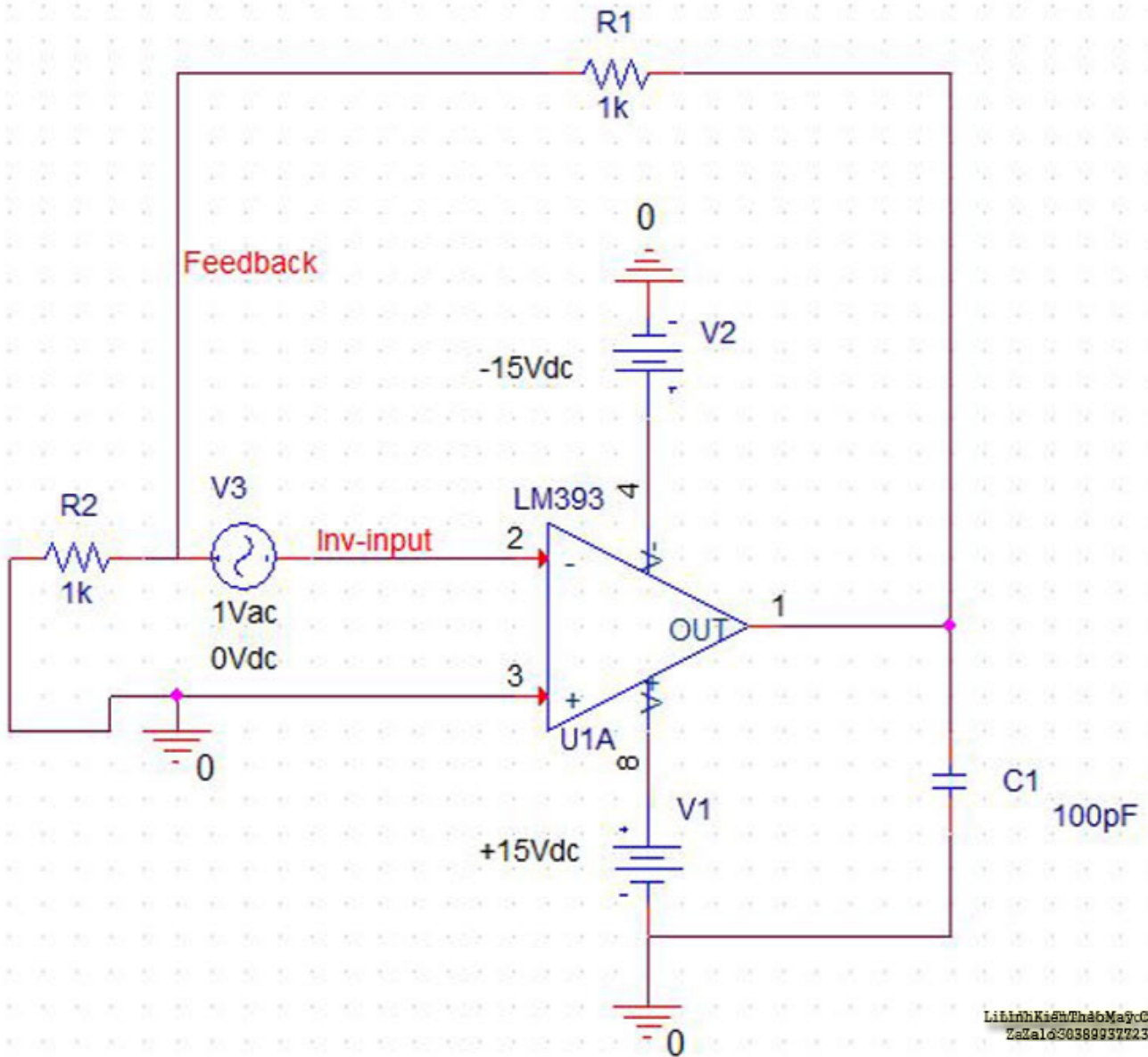


Mạch là một âm ly phản hồi âm đơn giản sử dụng LM393. Op-amp này không có sẵn các tụ bù nào. mình sẽ **mô phư mạch trong Pspice** với tải điện dung 100pF và sẽ kiểm tra xem nó sẽ hoạt động như thế nào trong hoạt động tần số thấp và cao.

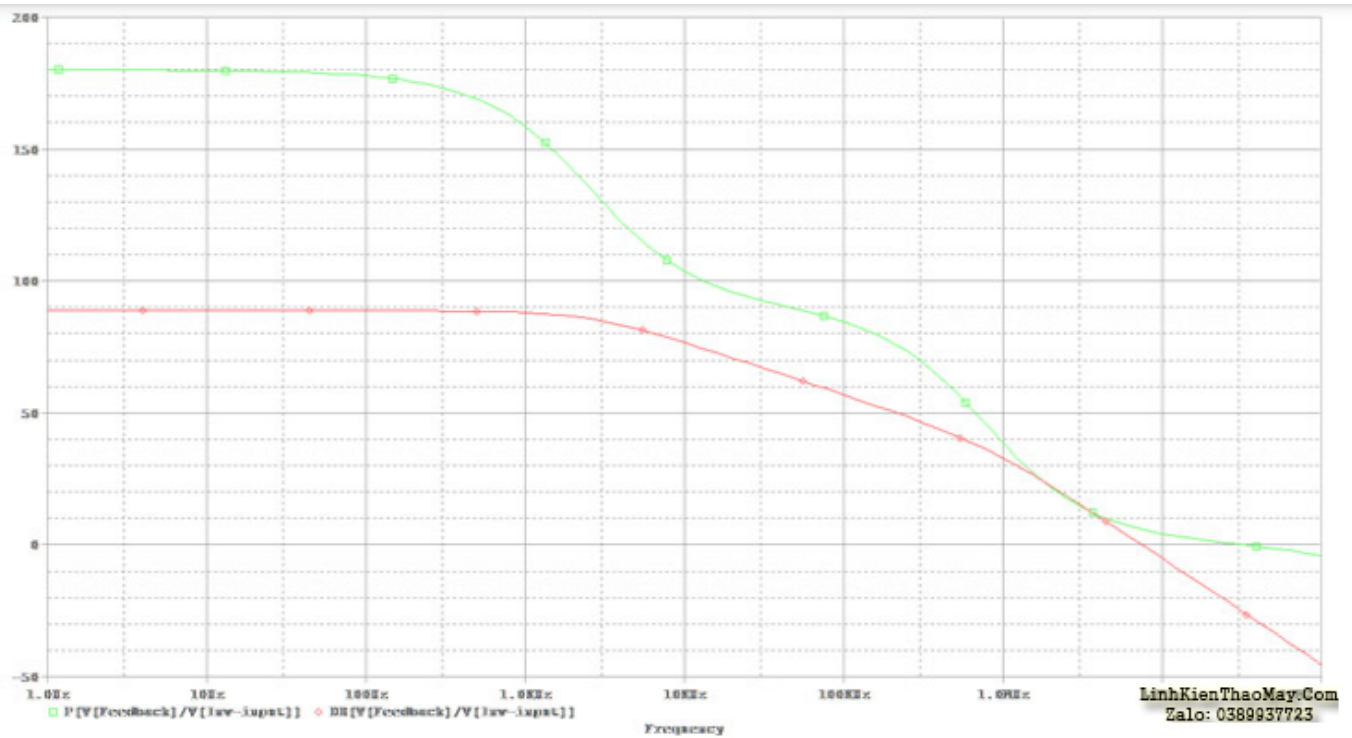
Để kiểm tra điều này, người ta cần **phân tích độ lợi vòng hở và biên độ pha** của mạch. Nhưng nó là một chút khó khăn cho pspice vì mô phư mạch chính xác, như được hiển thị ở trên, sẽ đại diện cho độ lợi vòng kín của nó. Do đó cần phải xem xét đặc biệt. Bước chuyển đổi mạch trên cho mô phư độ lợi vòng hở (độ lợi so với pha) trong pspice được nêu dưới đây,

1. Đầu vào được nối đất để thu được phản hồi phản hồi; đầu vào đến đầu ra của vòng kín bị bỏ qua.
2. Đầu vào đảo ngược được chia thành hai phần. Một là bộ chia điện áp và một cái khác là cực âm của op-amp.
3. Hai phần được đổi tên để tạo ra hai nút riêng biệt và mục đích nhận dạng trong giai đoạn mô phư. Phần bộ chia điện áp được đổi tên thành phản hồi và đầu âm được đổi tên thành đầu vào Inv. (Đầu vào nghịch).
4. Hai nút bị đứt này được nối với nguồn điện áp một chiều 0V. Điều này được thực hiện bởi vì, từ thuật ngữ của điện áp một chiều, cả hai nút có cùng điện áp, điều này cần thiết cho mạch để đáp ứng yêu cầu điểm hoạt động hiện tại.
5. Mặc thêm vào nguồn điện một hiệu điện thế xoay chiều 1V. Điều này buộc chênh lệch điện áp hai nút riêng lẻ trở thành 1 trong quá trình phân tích AC. Một điều cần thiết trong trường hợp này, đó là tỷ lệ của phản hồi và đầu vào đảo ngược phụ thuộc vào hệ số khuếch đại mạch hở.

Sau khi thực hiện các bước trên, mạch sẽ như thế này:



Mạch được cấp nguồn bằng đường ray cấp nguồn 15V +/- . Hãy mô phư mạch và kiểm tra biểu đồ bode đầu ra của nó.



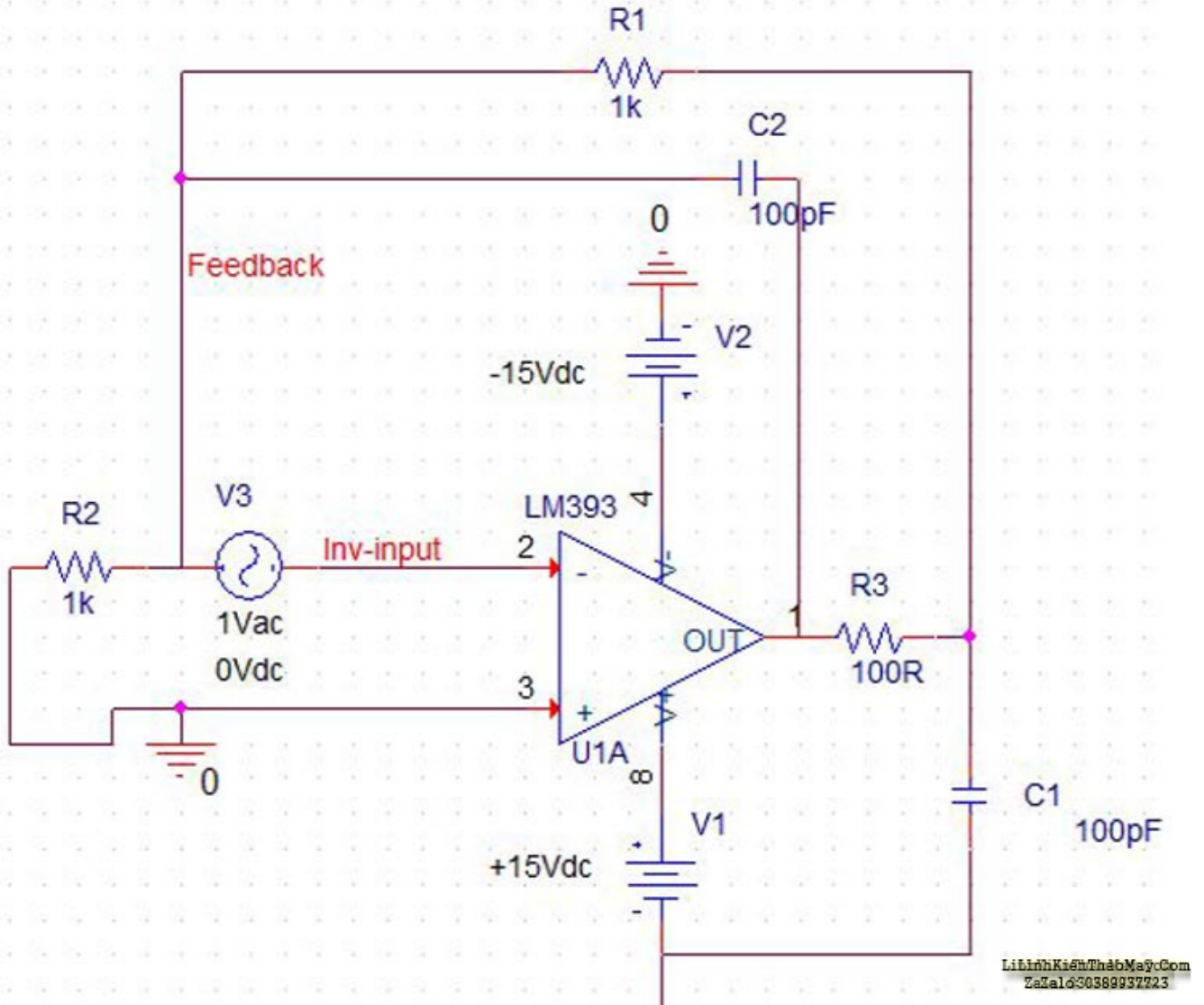
Vì mạch không có bù tần số, như mong đợi, mô phỏng cho thấy độ lợi cao ở tần số thấp và độ lợi thấp ở tần số cao. Ngoài ra, nó đang thể hiện tỷ lệ pha rất kém. Hãy xem giai đoạn ở mức tăng 0dB là gì.

Trace Color	Trace Name	Y1
	X Values	7.3800M
CURSOR 1,2	P(V(Feedback)/V(Invt-input))	5.8783
	DB(V(Feedback)/V(Invt-input))	110.025m

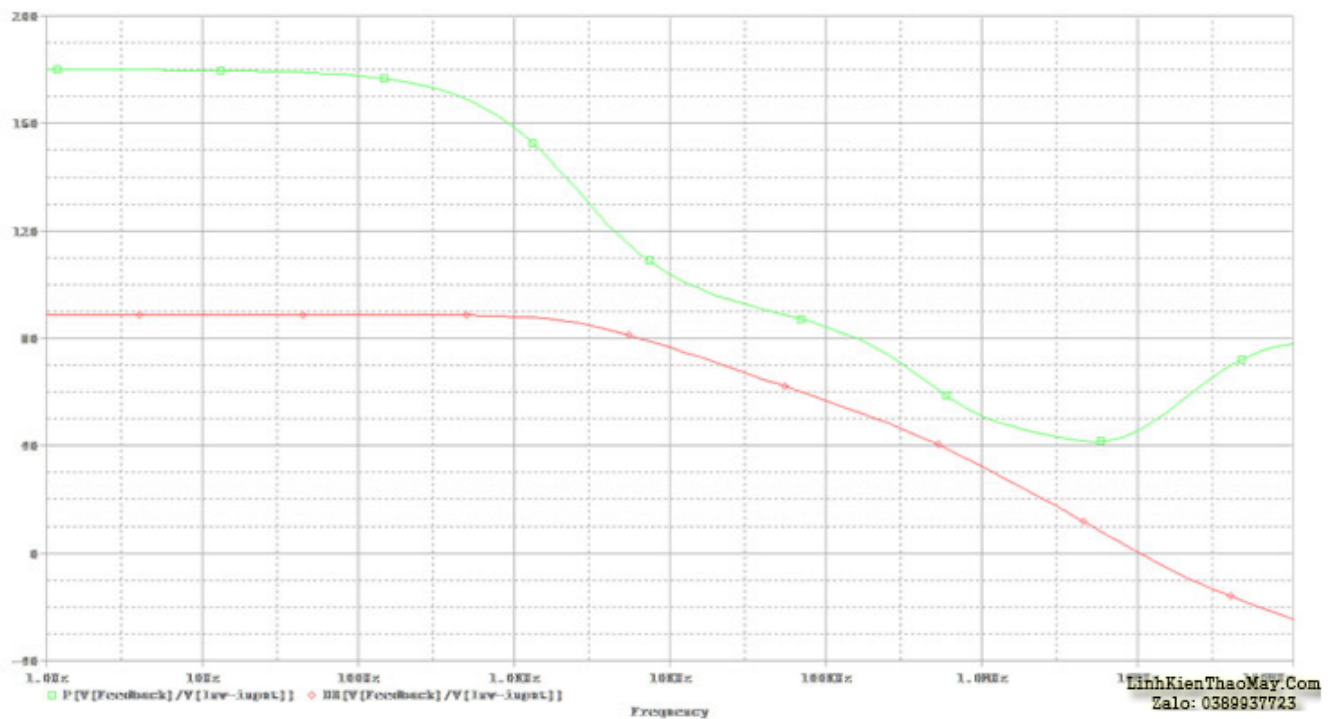
LinhKienThaoMay.Com
Zalo: 0389937723

Như bạn có thể thấy ngay cả ở mức khuếch đại 0dB hoặc giao nhau độ lợi thống nhất, op-amp đang cung cấp 6 độ dịch pha chỉ với tải điện dung 100pF.

Bây giờ mình hãy ứng biến mạch bằng cách thêm một điện trở bù tần số và tụ điện để tạo ra **bù máy nghiên** trên op-amp và phân tích kết quả. Một điện trở rỗng 50 Ohms được đặt trên op-amp và đầu ra với tụ bù 100pF.



Mô phỏng được thực hiện và đường cong trông giống như bên dưới,



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



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

Đường cong Pha hiện đã tốt hơn nhiều. Sự chuyển pha ở mức tăng 0dB là gần 45,5 độ. Độ ổn định của âm ly được tăng cao nhờ sử dụng kỹ thuật bù tần số. Do đó, đã chứng minh rằng kỹ thuật bù tần số rất được khuyến khích để có được sự ổn định tốt hơn của bản đồ quang. Nhưng băng thông sẽ giảm.

Trace Color	Trace Name	Y1
	X Values	10.325M
CURSOR 1,2	P(V(Feedback)/V(In-Input))	45.932
	DB(V(Feedback)/V(In-Input))	-86.495m

LinhKienThaoMay.Com
Zalo: 0389937723

Bây giờ mình hiểu tầm quan trọng của việc **bù tần số của opamp** và cách sử dụng nó trong các thiết kế Op-Amp của mình để tránh các vấn đề về sự mất ổn định.

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 trái. M đã thay và đã chạy như con A1013 khj chạy nóng bỏng 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 nhưng 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,,,lân đó cũng hát bình thường hôm sau trời âm là chết công suất nổ fuse](#)
3. [Bếp hồng ngoại SANAKY AT 2101 HG 2000W - Bếp không hoạt động khi cắm quạt tản nhiệt 20 VDC, tháo quạt tản nhiệt bếp hoạt động trở lại](#)
 4. [biến trở và Inverter - a chị em xin cho hỏi biến trở và Inverter hoạt động như thế nào a Inverter làm tăng giảm động cơ \(động cơ vd như máy bơm động cơ điện\) còn biến trở có thể tăng giảm động cơ như Inverter hok](#)
 5. [đâu kỹ thuật số call tech dvb usb,,,bắt dc 1 số kênh ko bắt dc kênh vtc1 đến vtc 11 - em dò ko dc em chọn mặc định nhà sản xuất,,,giờ ko load dc kênh nữa,,,có cách nào khác ngoài chạy lại ram bằng cách mua bộ nạp lại chương trình ko các bác](#)
 6. [Đâu kỹ thuật số. - Về phân sóng đọt trước chau hỏi. Cháu cam ơn mấy bác, anh , chị nhju. Va cho cháu hoj Như mặt định về ban đầu thì mặt khẩu là bao nhju vậy.](#)
 7. [đầu VTCHD02 thuê bao - các bác giúp e với,e vừa nhận đầu này,khởi động lên bình thường,nhưng cường độ và chất lượng đều không lên,chảo thu tốt,e về mặc định và chỉnh về vinasat1 cũng không lên,e đo điện áp ra LNB không có vol nào,tháo đầu ra đo,các mức điện áp đều đầy đủ,riêng điện áp cấp cho LNB ở trrước ic cao tần vẫn có 14v,có phải hư ic cao tần không các bác](#)
 8. [Máy chích cá - Có bạn nào trong diễn đàn pro máy chích cá ko chỉ mình với , hôm trước mình thấy 1máy chích cá dùng sò b688 nhưng có mạch dao động dùng 2con d880 với mấy con điện trở và tụ nữa bạn nào biết mạch này thì chỉ mình với](#)
 9. [Nokia 6300 - Tự nhấn phím số 0 làm liệt các phím trừ các phím số từ 1 đến 9, * và #.](#)
 10. [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 .](#)
 11. [Tivi panasonic mode no.tc-25fg74v . - Nổ c553 và chết r713 chết sò ngang . C 553 va R713 mất chỉ số . Mong được các bác giúp đỡ ạ .](#)
 12. [vo hoang phuc \(date: 26/11/2012\) cho mình dang ky voi,,minh o 17 tan thanh.phuong hoa thanh.quan tan phu..tphcm. ngay 22.12 phai ko cac ban???luc do minh di tau hoa ra,,gan tet khong biet ve xe ra bac co dac lam ko nhi???hihihi ah co ai o mien nam ra ko???o tphcm ra cung toi ko??? - sao lai 22/12 anh nam roi phuc oi 12/12 co ma](#)