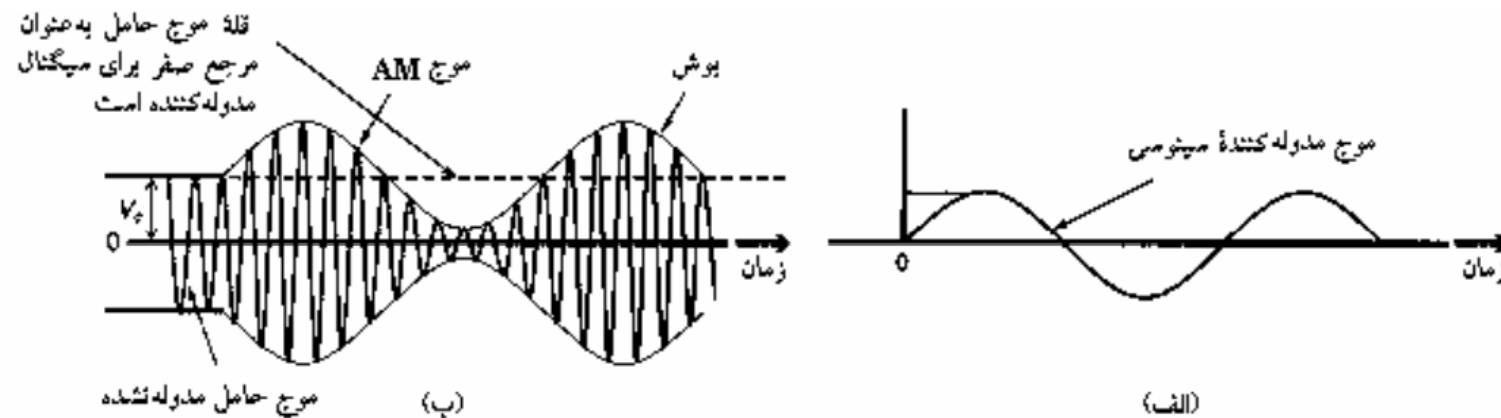


مدار های مخبراتی

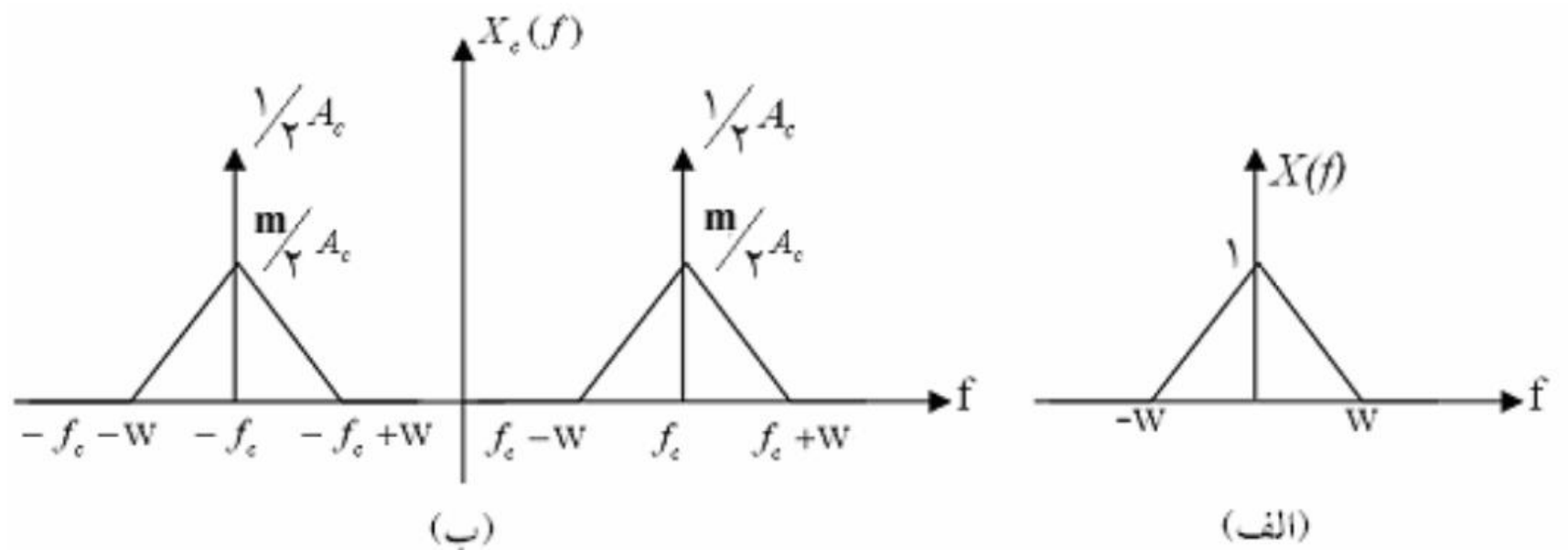
حل تمرین دکتر اسدی
نسرین کریمی - مهدی یادگاری
دانشگاه شهید بهشتی - آذر ماه ۱۴۰۰

مدوله سازی دامنه (AM)

در مدوله سازی AM سیگنال پیام به نوعی دامنه موج حامل را تحت تأثیر قرار می دهد و فرکانس موج حامل بدون تغییر می ماند. به عبارت دیگر، افزایش دامنه موج مدوله کننده، سبب افزایش دامنه موج حامل خواهد شد. در این رابطه، اندازه قله های مثبت و منفی موج حامل هر دو تحت تأثیر قرار می گیرند. خط فرضی که قله های مثبت و یا منفی موج حامل را به هم وصل می کند، اصطلاحاً «پوش» نامیده می شود.



مدوله سازی دامنه شامل سیگنال اطلاعات مدوله کننده و سیگنال مدوله شده.

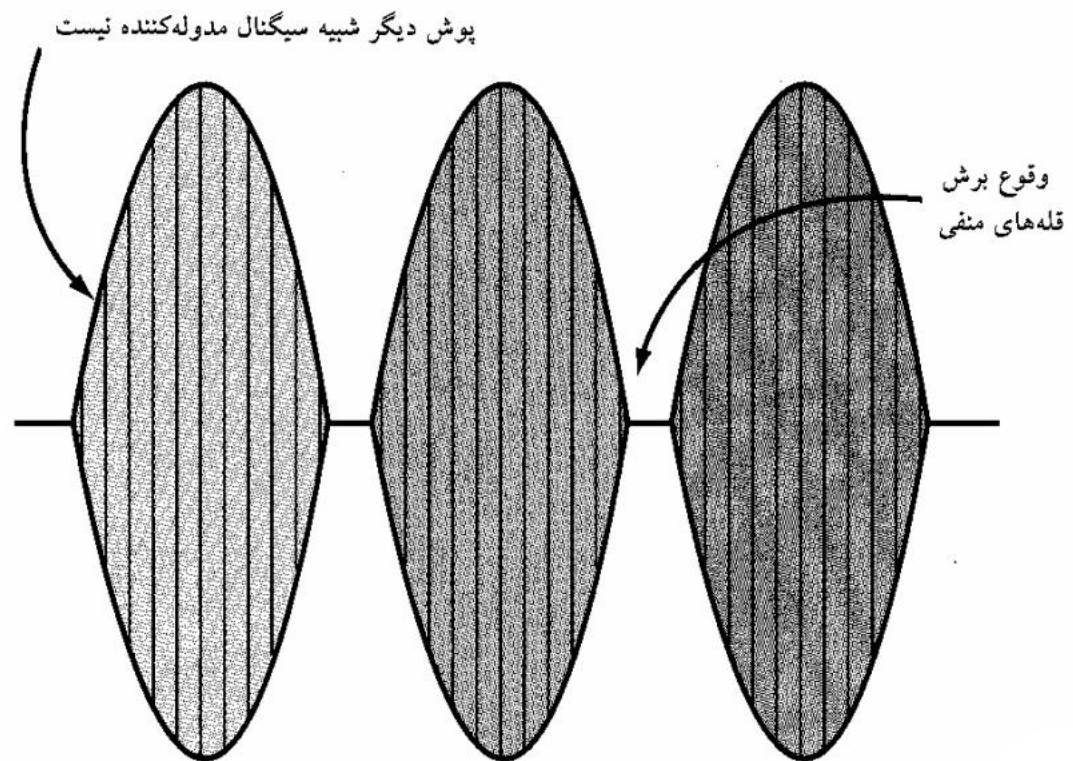


رفتار طیفی در AM: الف- طیف پیام، ب- طیف موج مدوله شده دامنه.

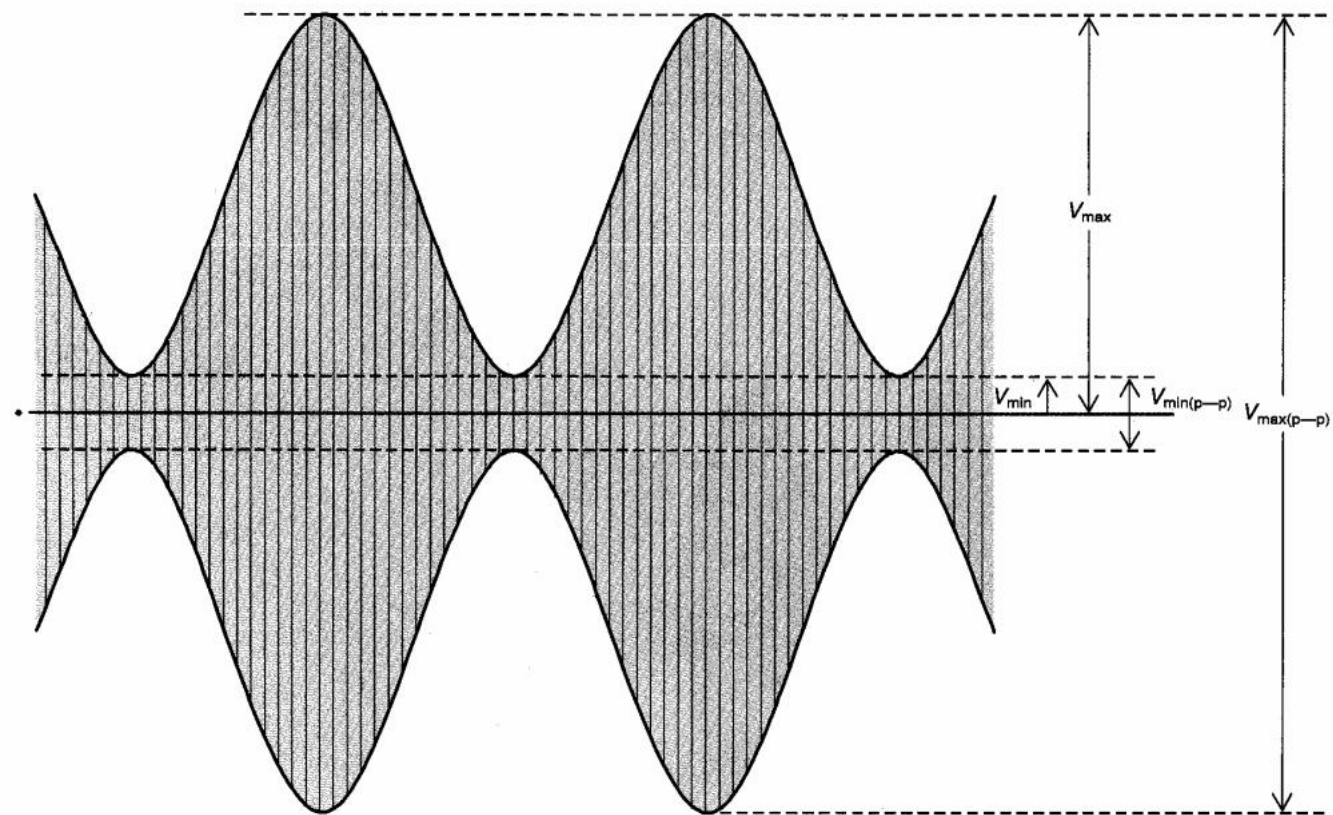
مداری که سیگنال AM را تولید میکند، مدوله کننده AM نامیده میشود.

به عبارت دیگر، مدوله کننده، مداری است که توسط آن سیگنال باند پایه به باند میانی (فرکانس های بالاتر) منتقل میشود. همچنین مداری که سیگنال اطلاعات باند پایه را از سیگنال AM استخراج میکند، وامدوله کننده (دمدولاتور) نامیده می شود.

$$v(t) = A[1 + m f(t)] \cos \omega_o t$$



بروز اعوجاج پوش در صورت بیشتر بودن دامنه سیگنال باند پایه از دامنه موج حامل.



یک نمونه از شکل موج AM با مقادیر بیشینه و کمینه V_{\min} و V_{\max} .

$$m = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max} + V_{\min}}$$

مدوله سازی های باند کناری

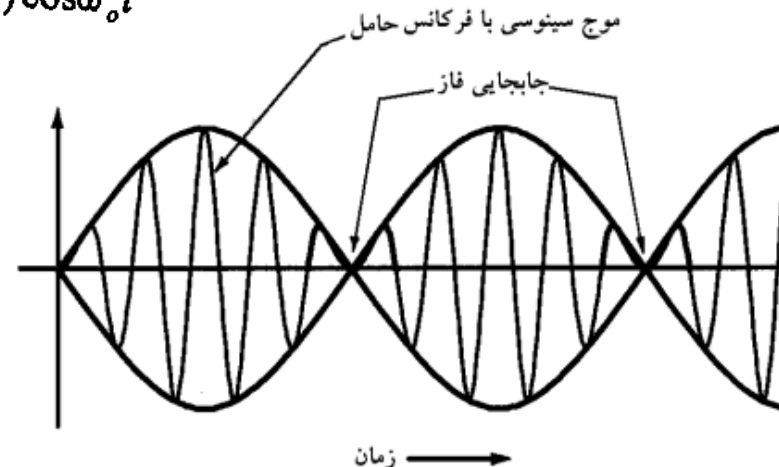
در مدوله سازی AM ممکن است دوسوم توان ارسالی در موج حامل قرار داشته باشد، که شامل هیچ اطلاعات ارسالی نیست. درواقع اطلاعات موردنیاز درون باندهای جانبی است. یکی از راه های کاهش توان ارسالی، ارسال تنها یکی از باندهای جانبی است. در همین راستا، مدوله سازی SSB که دارای تنها یکی از باندهای جانبی است، در برخی از انواع سیستم های مخابراتی کاربرد دارد.

سیگنال DSB

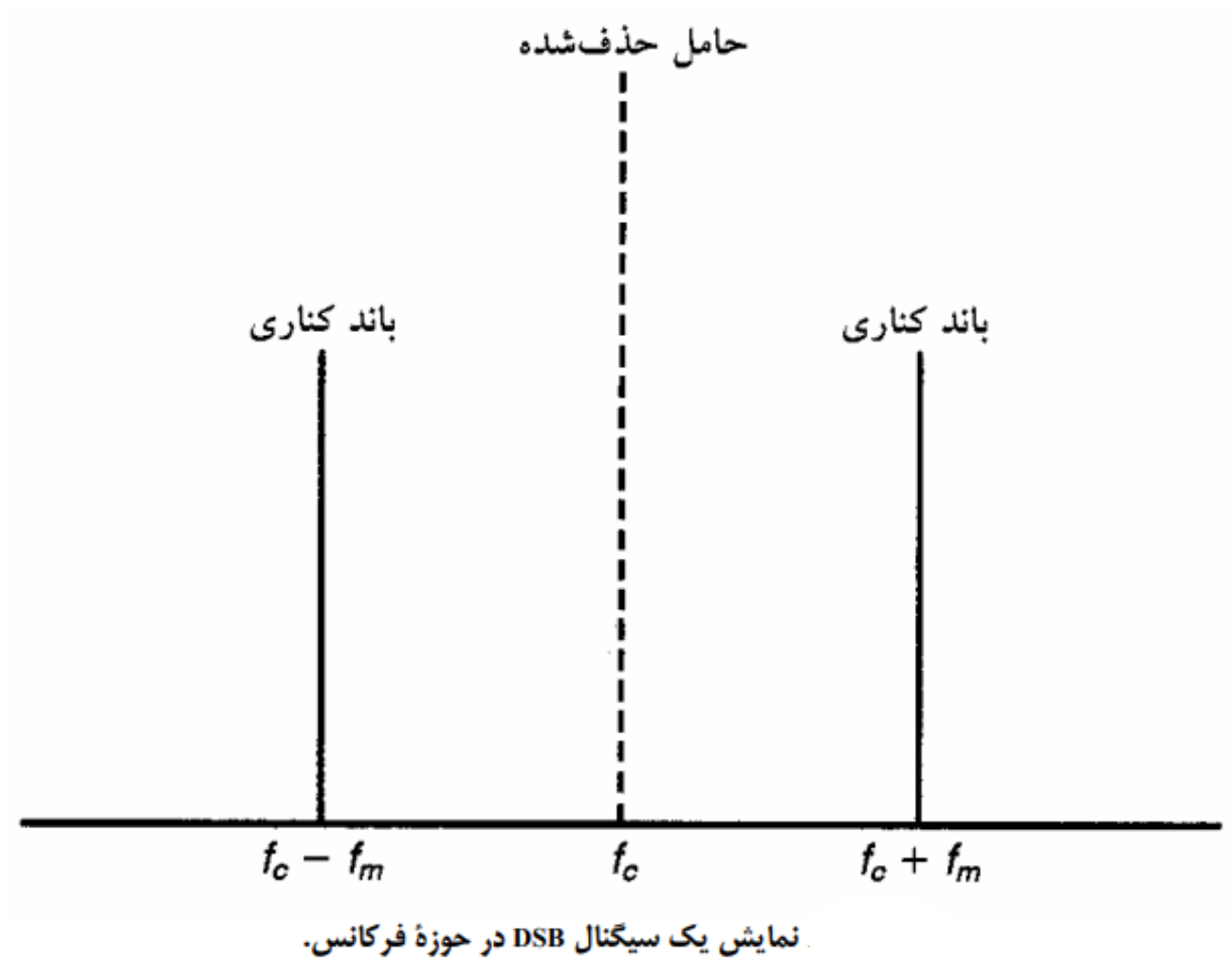
اولین قدم در تولید یک سیگنال SSB، حذف موج حامل است. سیگنالی که تنها از حذف موج حامل و وجود باندهای جانبی به دست می آید، DSB یا DSSC نامیده می شود. مدوله سازی DSB نوع خاصی از مدوله سازی AM بدون موج حامل است. در شکل ۱۶-۴ یک سیگنال DSB مشاهده می شود. در شرایطی که موج حامل سینوسی توسط یک سیگنال اطلاعاتی سینوسی مدوله می شود، این سیگنال جمع جبری دو باند جانبی سینوسی است.

همان طور که مشاهده می شود، پوش این سیگنال، همانند مدوله سازی AM، شبیه موج مدوله کننده نیست. خاصیت منحصربه فرد مدوله سازی DSB، تغییر فازی است که در قسمت کم دامنه موج DSB رخ می دهد [۱].

$$v(t) = Af(t)\cos\omega_o t$$



شکل ۱۶-۴. نمایش یک سیگنال DSB در حوزه زمان.

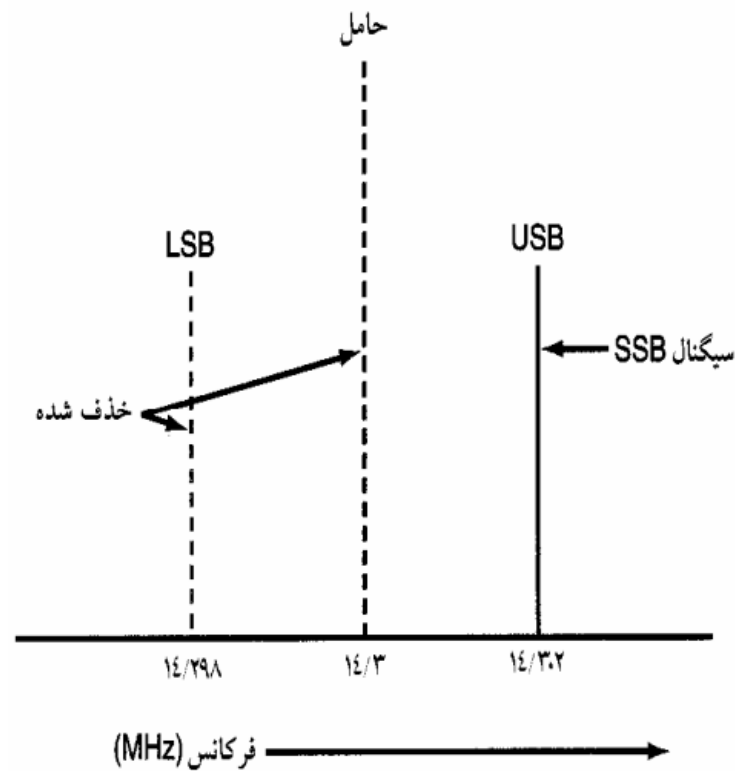


۲-۲-۴. مدوله‌سازی SSB

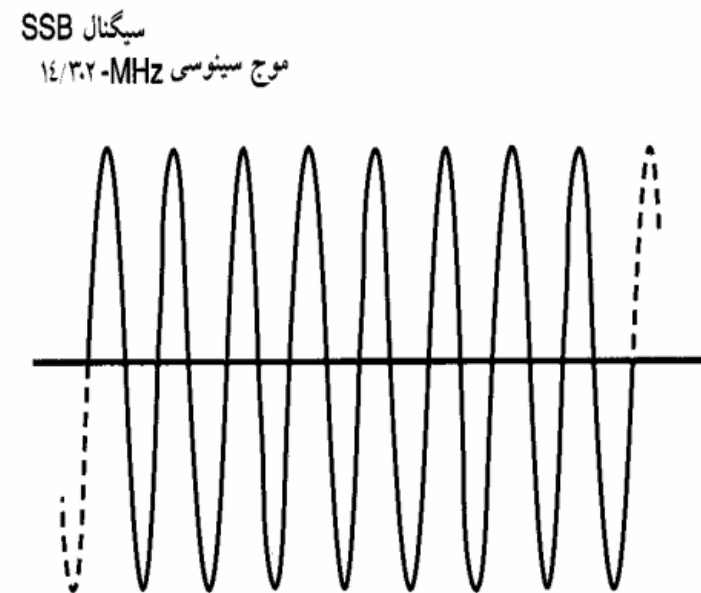
در مدوله‌سازی DSB، اطلاعات ارسالی در هر دو باند جانبی موجود است. به نظر می‌رسد که نیازی به ارسال هر دو باند جانبی نیست و با ارسال یک باند جانبی می‌توان تمامی اطلاعات را ارسال کرد. از این رو یک باند ارسالی حذف و باقیمانده سیگنال به نام SSB یا SSSC نامیده می‌شود.

$$v(t) = \frac{1}{2} A f(t) \cos \omega_o t \pm \frac{1}{2} A \hat{f}(t) \sin \omega_o t$$

در اینجا $\hat{f}(t)$ تبدیل هیلبرت $f(t)$ است.



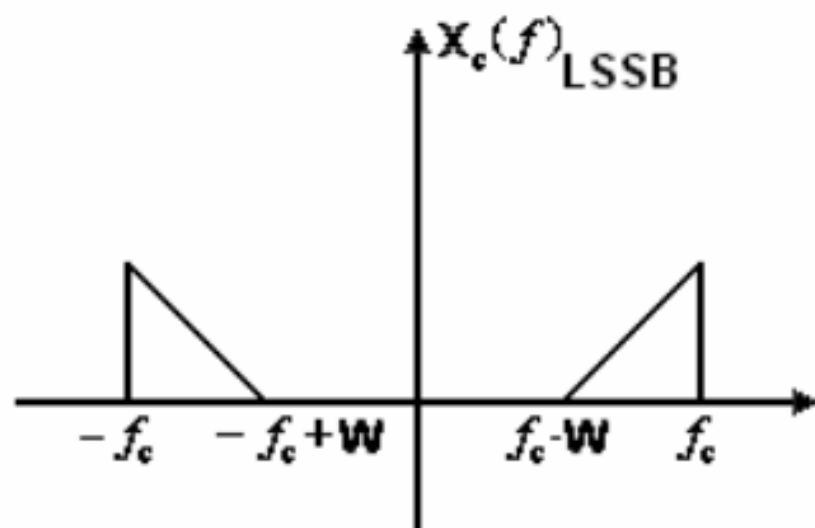
(ب)



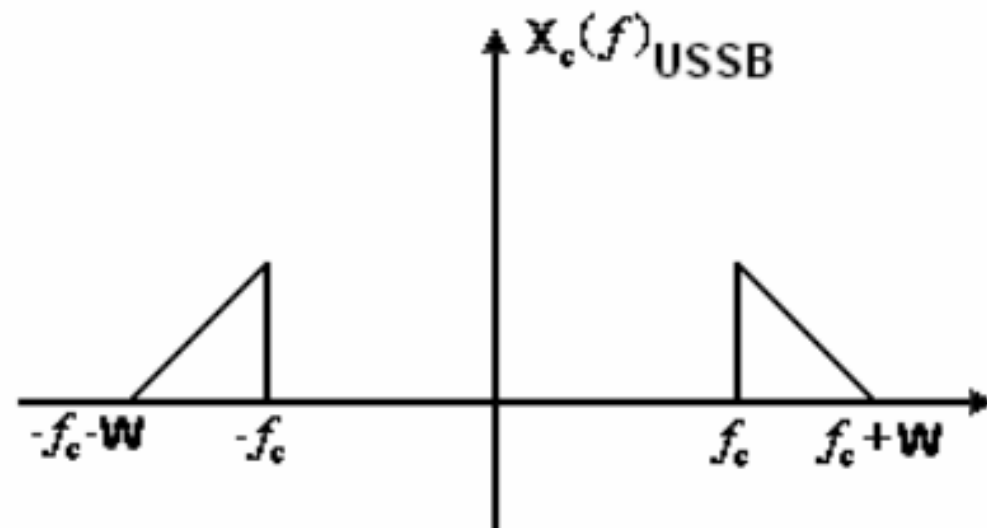
(الف)

تولید یک سیگنال SSB توسط سیگنال اطلاعات سینوسی ۲KHz و موج حامل ۱۴/۳MHz:

الف- شکل زمانی، ب- شکل طیف.



(ب)

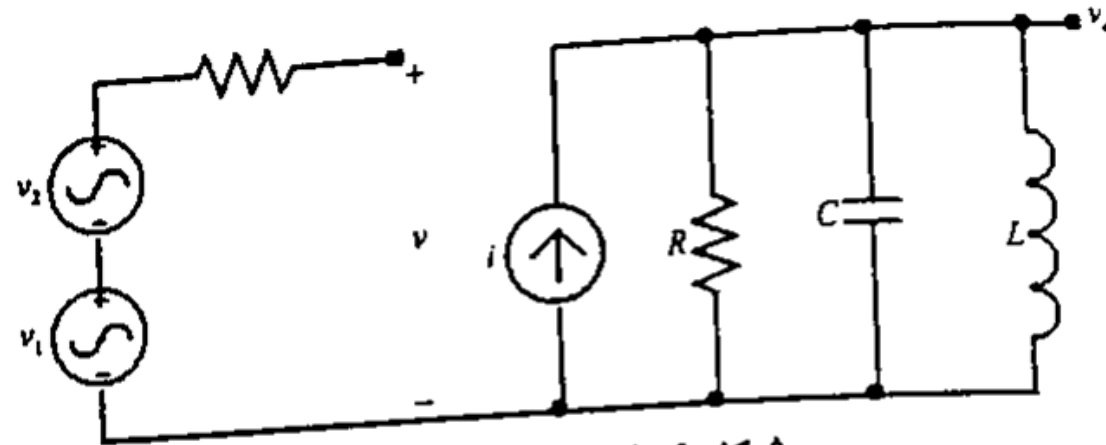


(الف)

شکل طیف انواع مدوله سازی SSB: الف- USSB، ب- LSSB.

مدولاتور دامنه

ساده‌ترین مدولاتور دامنه که می‌توان در نظر گرفت، یک ترانس کندوکتانس غیر خطی مربعی به همراه یک مدار تشدید موازی است (به شکل ۴-۴ توجه کنید). در این مدولاتور ورودی‌ها، سیگنال حامل و سیگنال باند پایه هستند و خروجی، سیگنالی با مدولاسیون دامنه AM خواهد بود. در مشخصه غیرخطی عنصر داریم :



شکل ۴-۴ مدولاتور ساده دامنه

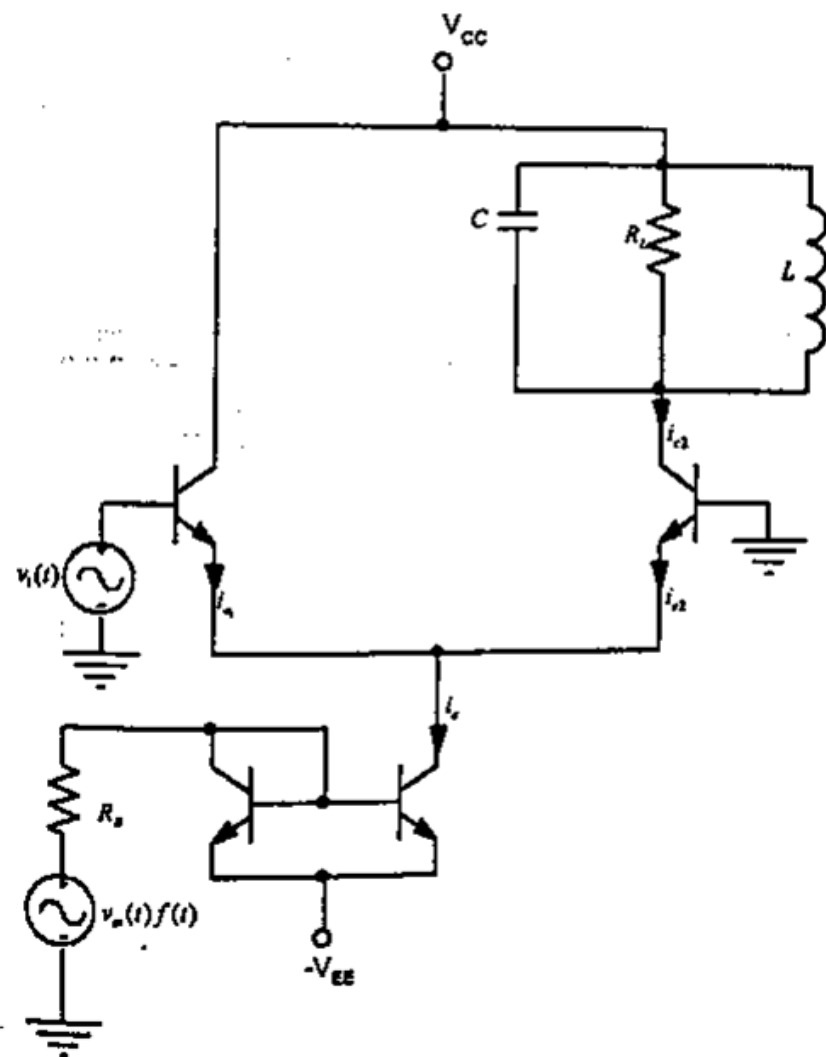
با فرض $v_1 = v_1 \cos \omega_o t$ حامل و $v_2 = A f(t)$ سیگنال باند پایه، خواهیم داشت:

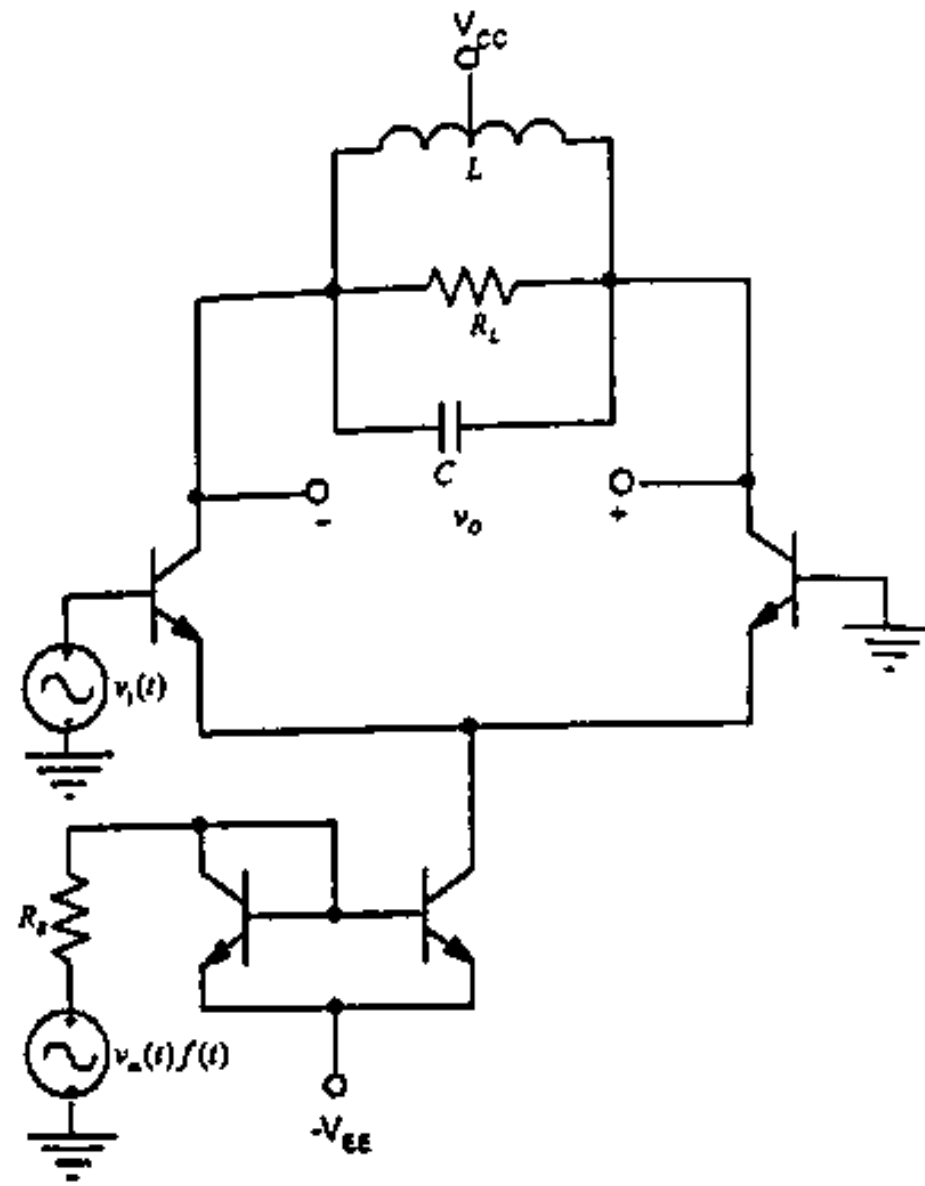
$$v = v_1 \cos \omega_o t + A f(t)$$

مدولاتور دیفرانسیل (اختلاف)

با استفاده از یک طبقه دیفرانسیل با منبع تغذیه جریان متغیر به راحتی می‌توان یک مدولاتور دامنه ساخت

$$v_i(t) = v_i \cos \omega_o t$$

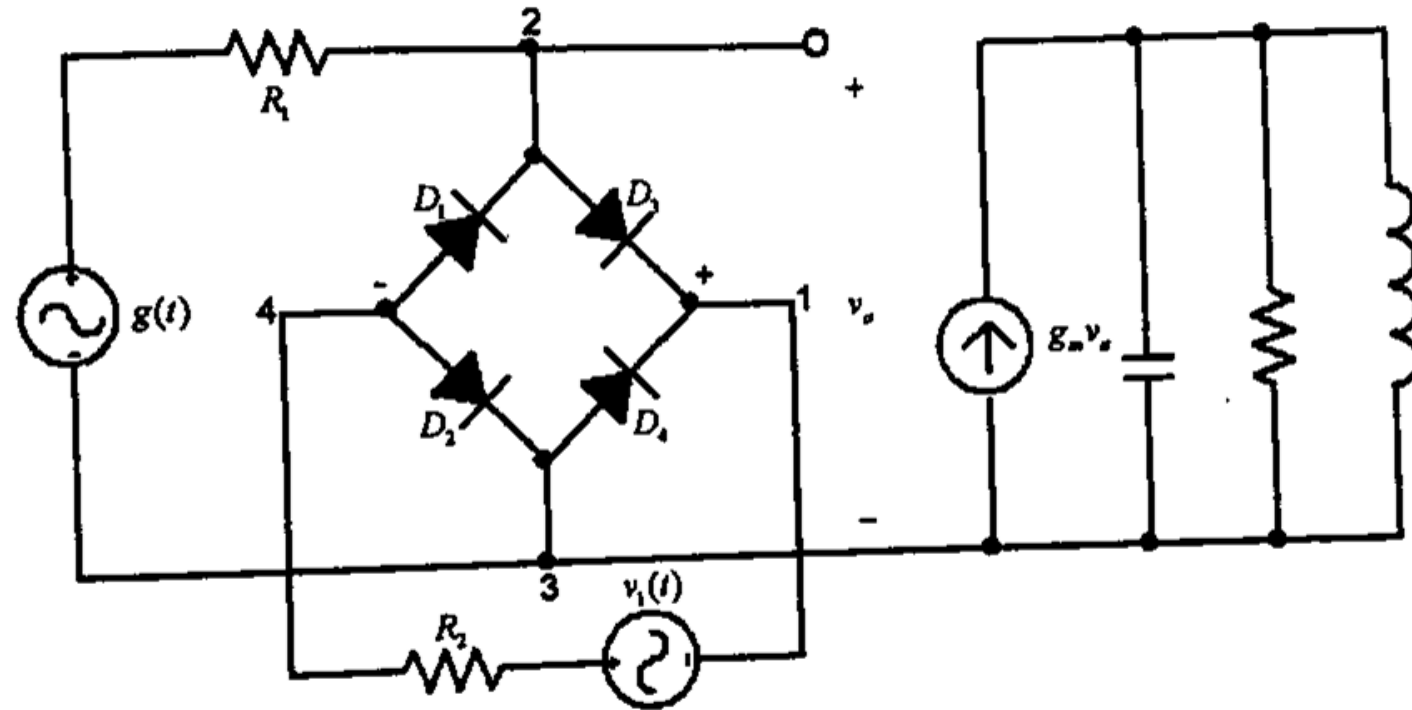




مئولاتور ڊيفرانسيل متوازن

مدولاتور متوازن با پل دیود

به کمک یک پل با چهار دیود می‌توان یک مدولاتور متوازن ساخت.
سیگنال باند پایه در ورودی پلی قرار دارد که به وسیله سیگنال حامل سوئیچ می‌شود.

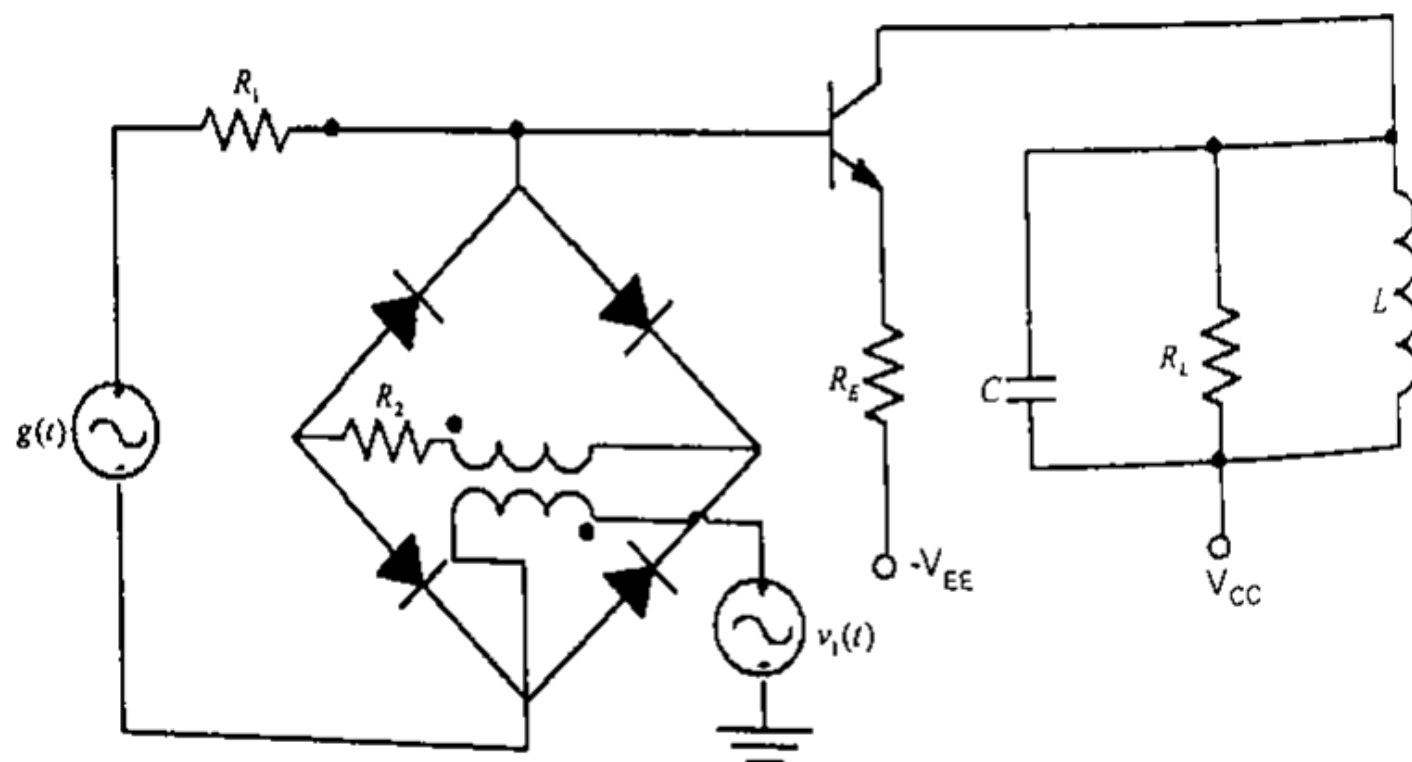


مدولاتور متوازن با پل دیودی

خروجی به یک طبقه ترانس کندوکتانس اعمال می‌شود.

مدار عملی مدولاتور متوازن پل دیود و محاسبه خروجی

با استفاده از یک طبقه ترانزیستوری با امپدانس ورودی بالا و پل دیود، مدار عملی را می‌توان تحقق بخشید.

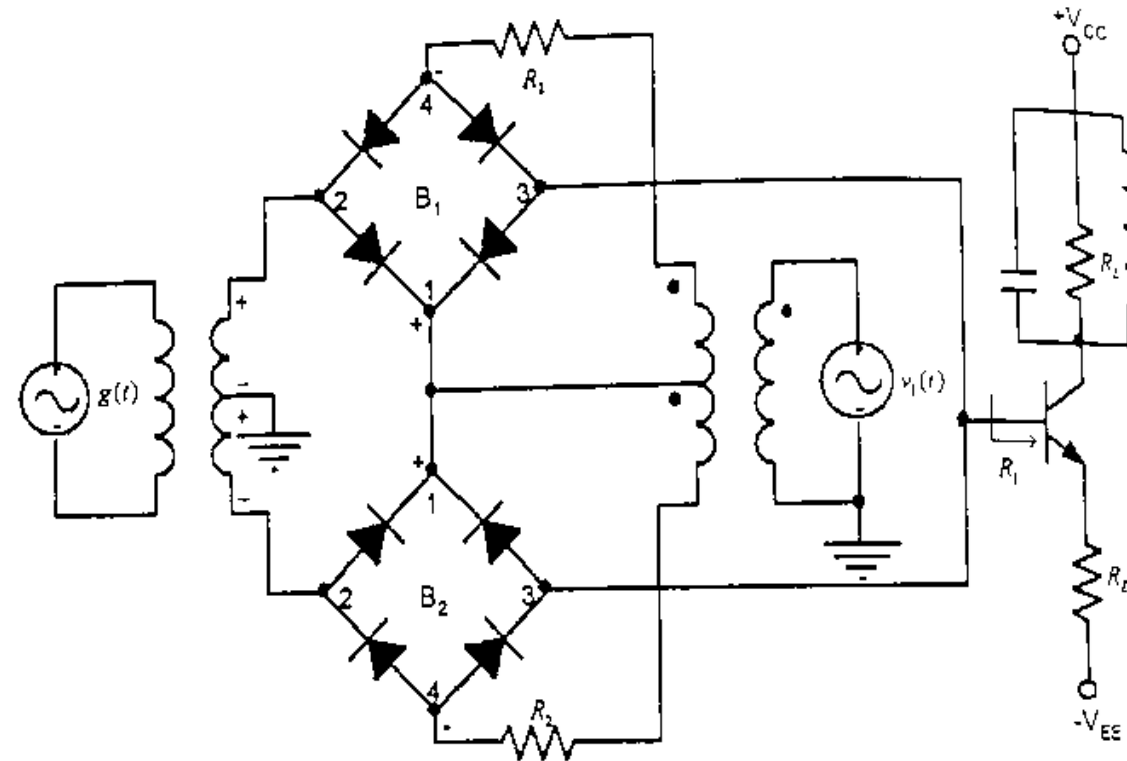


مدار مدولاتور متوازن با پل دیودی

چون در عمل سیگنال حامل سینوسی خواهد بود و نه پالسی، مقداری اعوجاج در مدولاسیون به وجود می‌آید.

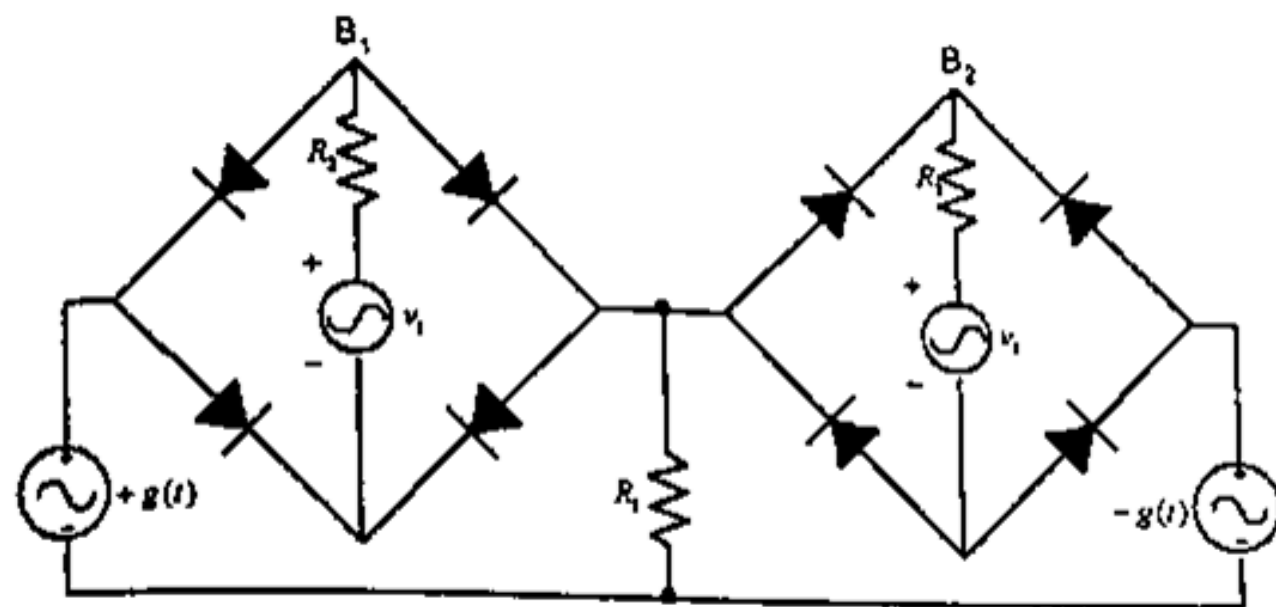
مدولاتور متوازن مضاعف

اگر دو طبقه از پل دیود را به صورت متوازن ببندیم، می‌توان ساختار متوازن مضاعف را داشت که در آن موج حامل و سیگنال باند پایه بدون فیلتر کردن حذف شده و فقط حاصل ضرب آنها در خروجی ظاهر می‌گردد.



مدار مدولاتور متوازن مضاعف با دو پل دیودی

با باز و بسته شدن پل‌های B_1 و B_2 به ترتیب سیگنال‌های $+g(t)$ یا $-g(t)$ روی مقاومت R_1 می‌افتند. نرخ باز و بسته شدن را موج حامل v_1 تعیین می‌کند.



مدار معادل مدولاتور متوازن مضاعف با دو پل دیودی

پایان.