فصل ۶

فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیویی AM

هدف کلی

تحلیل فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیویی AM

کل زمان اختصاص داده شده به فصل: ۹ ساعت آموزشی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که: **زمان پیشنهادی**

۱ــ اصول کار مدولاتور را شرح دهد. ..... ۱۰′

۲ــ نحوهٔ کار مدولاتور دیودی را با رسم شکل تحلیل کند. .. ۱۰′

۳ــ دلایل استفاده از دیود را در مدولاتور توضیح دهد. ..... ۵′

۴ــ مراحل اجرای مدولاسیون را در مدولاتور دیودی به صورت بلوک دیاگرام شرح دهد. ..... ۱۰′

۵ــ نحوهٔ اجرای مدولاسیون توسط ترانزیستور را شرح دهد.... ۵′

۶ــ انواع مدولاسیون را با استفاده از تقویت‌کننده ترانزیستوری شرح دهد. ..... ۱۵′

۷ــ طبقات اساسی فرستنده رادیویی را نام ببرد. ..... ۵′

۸ــ منظور از مدولاسیون سطح بالا و سطح پایین را توضیح دهد. ۵′

۹ــ بلوک دیاگرام فرستنده با مدولاسیون سطح بالا (قوی) را رسم کند. ..... ۱۰′

۱۰ــ ارتباط هر بلوک با بلوک دیگر را در فرستنده با مدولاسیون سطح بالا شرح دهد. ..... ۱۰′

۱۱ــ بلوک دیاگرام فرستنده با مدولاسیون سطح پایین (ضعیف) را رسم کند. ..... ۱۰′

۱۲ــ ارتباط بلوک‌ها و کار هر بلوک را در فرستنده با مدولاسیون سطح پایین شرح دهد. ..... ۱۰′

۱۳ــ بلوک دیاگرام کلی فرستنده رادیویی را رسم کند. ..... ۱۰′

۱۴ــ کار هر بلوک و ارتباط آن با سایر بلوک‌ها را در فرستنده رادیویی شرح دهد. ..... ۵′

۱۵ــ مشخصات ویژهٔ گیرنده‌های رادیویی را شرح دهد. (سلکتیویته، فیدلیته، پایداری و ...) ..... ۱۵′

۱۶ــ مدار هماهنگ ورودی (انتخاب کننده ایستگاه) را با رسم شکل شرح دهد. ..... ۱۰′

۱۷ــ بوبین کادر آنتن را با رسم شکل شرح دهد. ..... ۱۰′

۱۸ــ خازن واریابل رادیو یک موج را با رسم شکل شرح دهد. . ۵′

۱۹ــ انتخاب ایستگاه رادیویی به‌طور خودکار را با رسم شکل تشریح کند. ..... ۱۵′

۲۰ــ بلوک دیاگرام گیرندهٔ رادیویی TRF را با رسم شکل شرح دهد. ..... ۱۰′

۲۱ــ معایب گیرندهٔ رادیویی TRF را بیان کند. ..... ۵′

۲۲ــ سبب استفاده از چند مدار هماهنگی در گیرنده رادیویی TRF را شرح دهد. ..... ۵′

۲۳ــ بلوک دیاگرام گیرندهٔ رادیویی سوپرهترودین را با رسم شکل شرح دهد. ..... ۱۰′

۲۴ــ کار هر بلوک و ارتباط آن با سایر بلوک‌ها را شرح دهد. ۱۰′

۲۵ــ مفهوم سوپرهترودین را بیان کند. ..... ۵′

۲۶ــ فرق گیرندهٔ سوپرهترودین و گیرندهٔ TRF را بیان کند. .. ۵′

۲۷ــ شکل موج قسمت‌های مختلف گیرنده سوپرهترودین را رسم کند. ..... ۱۰′

۲۸ــ بلوک دیاگرام انواع گیرنده‌های سوپرهترودین را از نظر تعداد ترانزیستور و نوع کنورتور شرح دهد. ..... ۱۰′

۲۹ــ مدار تقویت‌کننده IF را تشریح کند. ..... ۱۰′

۳۰ــ وظایف کلی ترانسفورماتورهای IF را بیان کند. ..... ۵′

۳۱ــ وظیفهٔ آشکارساز AM را بیان کند. ..... ۵′

۳۲ــ مدار آشکارساز دیودی را تشریح کند. ..... ۱۰′

۳۳ــ تفاوت بین آشکارساز دیودی و ترانزیستوری را بیان کند. ۵′

۳۴ــ وظیفه AGC در گیرندهٔ رادیویی را شرح دهد. ..... ۵′

۳۵ــ اساس کار مدار AGC را بیان کند. ..... ۵′

۳۶ــ عمل مدار AGC را با رسم شکل شرح دهد. ..... ۵′

۳۷ــ منظور از AGC معکوس را بیان کند. ..... ۵′

۳۸ــ نحوهٔ کار عناصر استفاده شده در مدار AGC را تجزیه و تحلیل کند. ..... ۵′

۳۹ــ در مورد ولتاژهای ورودی و خروجی مدار AGC توضیح دهد. ..... ۱۰′

۴۰ــ اثر تغییر جهت دیود آشکارساز در ولتاژ AGC را تشریح کند. ..... ۵′

۴۱ــ مزایای مدارهای مجتمع را شرح دهد. ..... ۵′

۴۲ــ بلوک دیاگرام طبقات داخلی یک مدار مجتمع گیرنده رادیویی را رسم کند. ..... ۱۰′

۴۳ــ نقشهٔ کامل یک گیرندهٔ رادیویی TRF یک موج با آی‌سی را بررسی کند. ..... ۱۰′

۴۴ــ طبقات مختلف یک گیرندهٔ رادیویی یک موج AM آی‌سی‌دار را از روی نقشه فنی آن تفکیک کند. ..... ۵′

۴۵ــ نقشهٔ کامل یک گیرندهٔ رادیویی سوپرهترودین یک موج AM با آی‌سی را بررسی کند. ..... ۱۰′

۴۶ــ با استفاده از data sheet (برگهٔ اطلاعاتی)، یک یا چند نمونه مدار مجتمع گیرندهٔ رادیویی AM چند موج را بررسی کند. ۱۰′

۴۷ــ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم یا مشابه آن، مدارهای فرستنده و گیرنده‌های رادیویی را شبیه‌سازی کند. .....

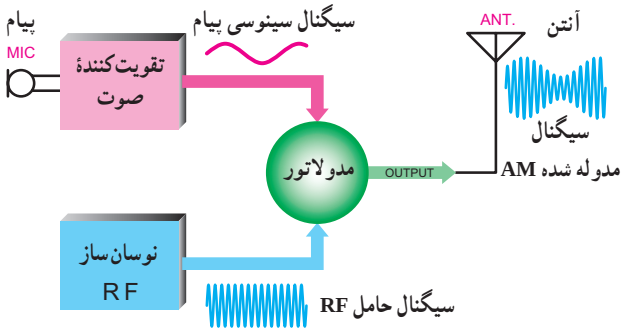
۴۸ــ در فرآیند اجرای آموزش، متناسب با شرایط و محتوا، آزمون‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی را پاسخ دهد. ..... ۳۵′

پیشگفتار

فرستنده‌های رادیویی از جمله دستگاه‌هایی هستند که امروزه کاربرد بسیار گسترده‌ای در سطح جهان پیدا کرده‌اند. این فرستنده‌ها در ابعاد کوچک و بزرگ ساخته می‌شوند. فرستنده‌هایی مانند فرستنده و گیرنده‌هایی که در کوهنوردی و ارتباطات پلیس به‌کار می‌روند، از نوع فرستنده‌های کوچک و فرستنده‌های رادیویی مانند FM ، AM و تلویزیون از نوع فرستنده‌های بزرگ هستند. در فرستنده‌ها انواع نوسان‌سازها، مدولاتورها، تقویت‌کننده‌های RF، آنتن و ... به کار می‌رود.

۱ـ۶ ـ مدولاتورها (Modulators)

مدولاتورها، مدارهایی هستند که سیگنال پیام را روی سیگنال حامل سوار می‌کنند. متناسب با نوع مدولاسیون، مدار مدولاتور نیز تغییر می‌کند. مثلاً مدار مدولاتور AM با مدولاتور FM کاملاً متفاوت است. در این قسمت به شرح چند نمونه مدار مدولاتور AM می‌پردازیم. در شکل ۱ــ۶ بلوک دیاگرام یک مدولاتور AM رسم شده است. با توجه به بلوک دیاگرام، سیگنال حامل و سیگنال پیام وارد مدار مدولاتور می‌شود و در خروجی مدولاتور سیگنال مدوله شده ظاهر می‌شود.

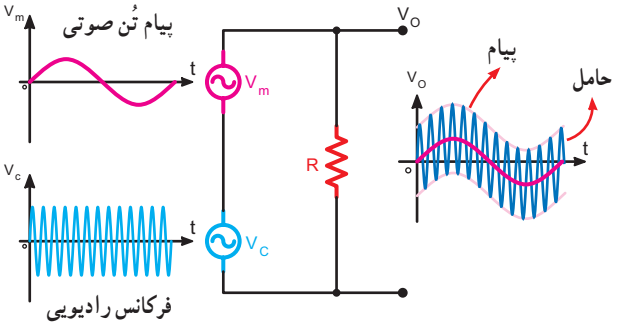


شکل ۱ــ۶ــ بلوک دیاگرام مدولاتور AM

توصیه می‌شود، با توجه به تجربیات فراگرفته در آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو یک فرستندهٔ مجازی با نرم‌افزار مولتی‌سیم یا نرم‌افزارهای کاربردی دیگر شبیه‌سازی کنید.

۲ـ۶ ـ جمع دو سیگنال حامل و پیام

اگر دو سیگنال حامل و پیام را با استفاده از یک مدار ساده جمع کنیم، سیگنال خروجی مشابه شکل ۲ــ۶ خواهد شد. درواقع، سیگنال خروجی ازجمع لحظه‌ای مقادیر ولتاژ سیگنال پیام و سیگنال حامل به دست می‌آید. دراین مدار سیگنال پیام یک سیگنال سینوسی با فرکانس کم و سیگنال حامل یک سیگنال سینوسی بافرکانس زیاد است.



شکل ۲ــ۶ــ شکل موج حاصل از مجموع دو سیگنال حامل و پیام

سیگنال خروجی، در واقع، ترکیبی از دو سیگنال سینوسی حامل و پیام است. به عبارت دیگر، سیگنال پیام سوار سیگنال حامل نشده ولی با آن جمع شده است لذا شکل موج به دست آمده با شکل موج مدوله شدهٔ استاندارد AM کاملاً تفاوت دارد.

نمایش عملی این مبحث توسط نرم‌افزار مولتی سیم یا هر نرم‌افزار دیگر توصیه می‌شود.

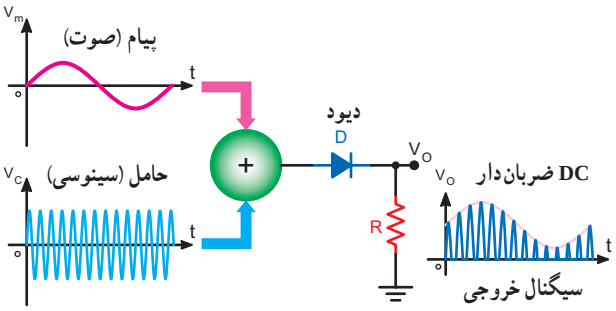
۳ـ۶ ـ مدولاتور دیودی

حال ببینیم چگونه می‌توانیم شکل موج به دست آمده که جمع لحظه‌ای دو سیگنال پیام و حامل است را تبدیل به شکل موج مدوله شده AM کنیم. در صورتی که بتوانیم در این موج اعوجاجی پدید آوریم و آن را به یک مدار هماهنگی بدهیم، با توجه به ظاهر شدن هارمونیک در سیگنال به دست آمده، در خروجی مدار تانک سیگنال AM خواهیم داشت. ضمناً برش یا اعوجاج باید طوری باشد که به سیگنال پیام آسیبی وارد نکند.

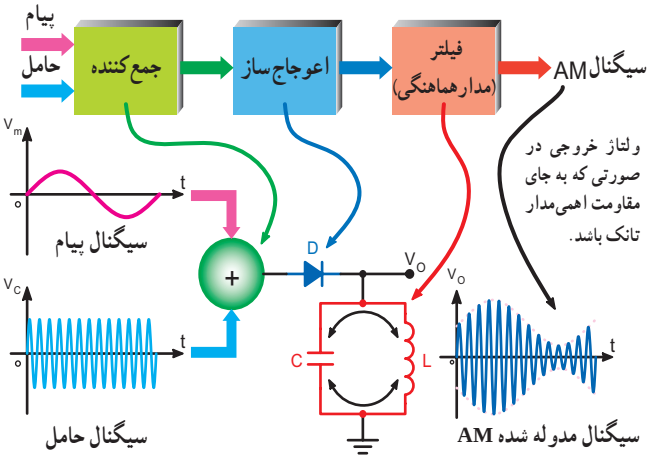
ساده‌ترین روش ایجاد اعوجاج با توجه به شرایط موجود، استفاده از یک دیود است. در شکل ۳ــ۶ شکل موج خروجی دیود را، که یکسو شدهٔ سیگنال خروجی مدار شکل ۲ــ۶ است، مشاهده می‌کنید. اعوجاج به وجود آمده توسط دیود طوری است که سیگنال خروجی را کاملاً از ورودی متمایز می‌سازد و شکل موج جدیدی به ما می‌دهد.

درصورتی که سیگنال خروجی دیود را به یک مدار هماهنگی اعمال کنیم به سبب وجود هارمونیک، سیگنال مدوله شده AM طبق شکل ۴ــ۶ به دست می‌آید. در شکل ۴ــ۶ همان‌طور که ملاحظه می‌شود کلیهٔ مراحل اجرای مدولاسیون AM درمدولاتور ترسیم شده است.

سیگنال حاصل جمع پیام و حامل، به یک سیگنال DC ضربان‌دار تبدیل می‌شود. در نهایت با اعمال سیگنال خروجی به مدار هماهنگی، سیگنال مدوله شده AM به وجود می‌آید.

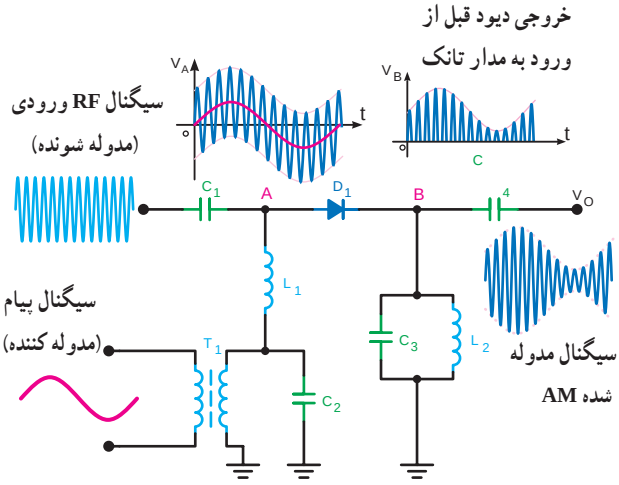


شکل ۳ــ۶ــ ایجاد اعوجاج در شکل موج مجموع حامل و پیام



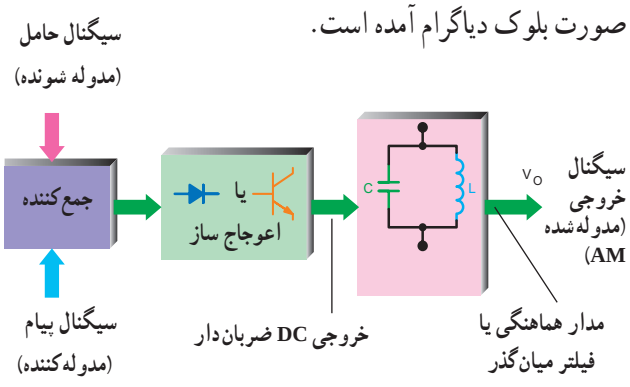
شکل ۴ــ۶ــ مدار مدولاتور دیودی

در شکل ۵ ــ۶ یک نمونه مدار عملی مدولاتور دیودی رسم شده است. در این مدار خازن C_1 سیگنال حامل را به آنُد دیود اعمال می‌کند. ترانسفورماتور T_1 سیگنال صوتی را به ورودی دیود می‌رساند. نسبت تبدیل طوری انتخاب شده است که تطبیق امپدانس لازم، جهت انتقال بیشترین توان بین منبع سیگنال مدوله کننده و ورودی مدولاتور، صورت می‌گیرد. خازن C_2 طوری انتخاب می شود که فقط سیگنال حامل را بای پاس کند. سیم‌پیچ L_1 یک RFC (Radio Frequency Choke) است که مانع ورود سیگنال حامل به منبع پیام می‌شود. به‌دلیل بارگذاری، قسمتی از سیگنال حامل از L_1 عبور می کند و به ترانسفورماتور T_1 می‌رسد. به‌منظور جلوگیری از تأثیرگذاری روی منبع سیگنال پیام، خازن C_2 به‌گونه‌ای انتخاب شده است که این سیگنال را، بای‌پاس کند. بدین ترتیب مجموع سیگنال پیام و حامل در ورودی مدار (نقطهٔ A یا آند دیود) ظاهر می‌شود. خروجی دیود یک سیگنال DC ضربان‌دار است که فرکانس ضربان آن برابر با سیگنال حامل و تغییرات دامنهٔ آن متناسب با تغییرات پیام است.



شکل ۵ــ۶ــ مدار عملی مدولاتور دیودی

سیگنال خروجی دیود به مدار هماهنگی L_2C_3، که یک فیلتر میان‌گذر است اعمال می‌شود. فرکانس رزونانس (تشدید) این مدار برابر با فرکانس حامل است. بنابراین با توجه به ضربان‌دار بودن سیگنال خروجی دیود و وجود هارمونیک در آن، مدار تانک روی فرکانس رزونانس به نوسان درمی‌آید و سیگنال مدوله شده AM در خروجی ظاهر می‌شود. به جای دیود می‌توان از ترانزیستور نیز استفاده کرد. در این حالت از دیود بیس امیتر ترانزیستور به‌عنوان مدولاتور استفاده می شود. در شکل ۶ــ۶ مراحل اجرای مدولاسیون در یک مدولاتور با استفاده از المان‌های مربوطه، به صورت بلوک دیاگرام آمده است.



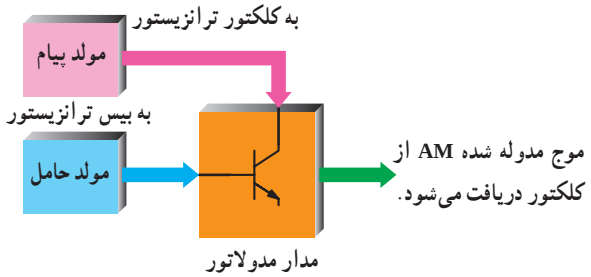
شکل ۶ــ۶ــ مراحل اجرای مدولاسیون در مدولاتور AM، با استفاده از المان غیرخطی

در این بلوک دیاگرام سیگنال حامل و سیگنال مدوله کننده پس از جمع شدن، به یک قطعهٔ الکترونیکی فعال مانند ترانزیستور یا غیرفعال مانند دیود داده می‌شوند و سیگنال خروجی آن که DC ضربان‌دار است، به مدار هماهنگی LC که یک فیلتر میان‌گذر است اعمال می‌شود. در خروجی مدار LC سیگنال مدوله‌شده AM به‌دست می‌آید.

۴ـ۶ ـ مدولاتورهای ترانزیستوری

مدارهای مدولاتور ترانزیستوری را بر اساس نحوهٔ اعمال سیگنال مدوله کننده (پیام) و بدون توجه به محل اعمال سیگنال حامل به ترانزیستور، تقسیم‌بندی می‌کنند. به طور کلی سه نوع مدولاتور به شرح زیرشکل می‌گیرد :

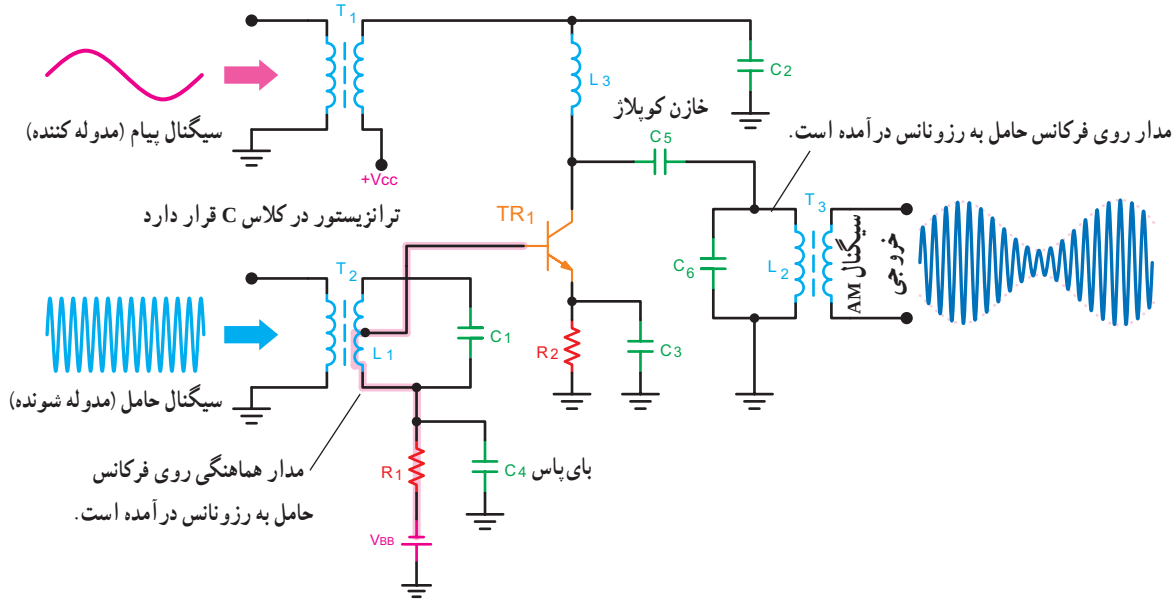
۱ـ۴ـ۶ ـ مدولاسیون کلکتور: در این مدار سیگنال مدوله کننده به کلکتور ترانزیستور اعمال می‌شود. شکل ۷ـ۶ یک نمونه مدار بلوکی مدولاتور، با مدولاسیون کلکتور را نشان می‌دهد.



شکل ۷ـ۶ـ بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون کلکتور

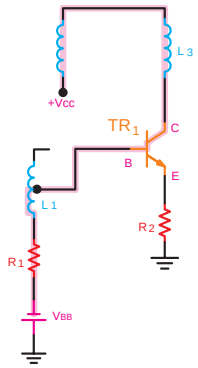
در شکل ۸ ـ۶ مدار ترانزیستوری مدولاتور با مدولاسیون در کلکتور رسم شده است.

در این مدار ترانزیستور در کلاس C بایاس شده است تا اعوجاج مورد نیاز را در مدار به‌وجود آورد و راندمان آن را افزایش دهد.



شکل ۸ ـ۶ـ مدار مدولاتور ترانزیستوری با مدولاسیون روی کلکتور

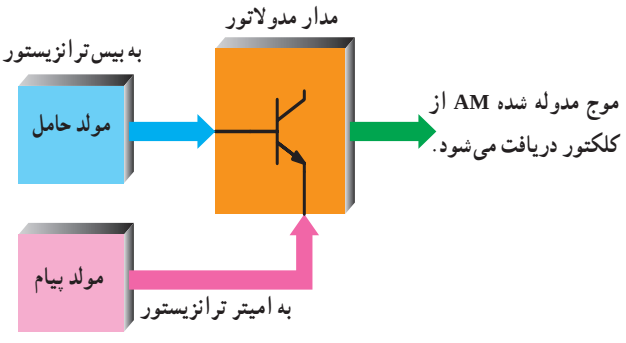
شکل ۹ـ۶ بایاس DC ترانزیستور را نشان می‌دهد. در این مدار سیم‌پیچ‌های موجود در مسیر بایاس DC تقریباً اتصال کوتاه در نظر گرفته شده است و بیس ترانزیستور به ولتاژ V_{BB} ـ اتصال دارد و «بیس امیتر» در بایاس مخالف و ترانزیستور در کلاس C قرار



شکل ۹ـ۶ـ بایاس DC مدولاتور مدولاسیون روی کلکتور

دارد. با توجه به اعوجاج به وجود آمده دراثر بایاسینگ کلاس C ، سیگنال RF به صورت DC ضربان‌دار روی کلکتور ظاهر می‌شود. سیگنال مدوله‌کننده که همان پیام است از طریق ترانس T_1 با سیگنال DC ضربان‌دار حامل جمع می‌شود و از طریق C_5 به مدار تانک L_4C_4 می‌رسد. به علت وجود هارمونیک، مدار تانک روی فرکانس رزونانس خود، که همان سیگنال حامل است، به نوسان درمی‌آید و سیگنال AM درخروجی ظاهر می‌شود. خازن C_2 باید به اندازهٔ کافی بزرگ باشد که سیگنال حامل را اتصال کوتاه کند و به اندازه کافی کوچک باشد تا در مقابل سیگنال پیام به صورت اتصال باز، عمل کند. خازن‌های C_4 و C_2 سیگنال حامل را بای‌پاس می‌کنند. مدار مدولاتور ترانزیستوری با مدولاسیون روی کلکتور از راندمان بالایی برخوردار است ولی برای رسیدن به مدولاسیون صددرصد، نیاز به اعمال سیگنال پیام با دامنه قوی به مدار، است.

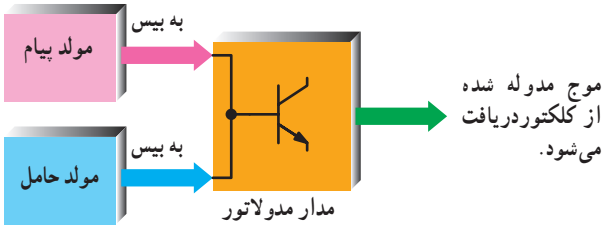
۲ـ۴ـ۶ ـ مدولاسیون روی امیتر: در مدولاسیون امیتر، سیگنال پیام به امیتر اعمال می‌شود. در شکل ۱۰ـ۶ مدولاسیون در امیتر به صورت بلوکی رسم شده است. درصورتی که در شکل ۸ـ۶، خازن C_2 را حذف کنیم و سیگنال پیام را به امیتر بدهیم، مدار مدولاتور با مدولاسیون روی امیتر شکل می‌گیرد. در مدولاسیون روی امیتر مدار تقویت‌کننده باید در کلاس A بایاس شود تا عمل مدولاسیون صورت گیرد. مدولاسیون امیتر راندمان کمتری دارد ولی برای رسیدن به مدولاسیون صددرصد، به ولتاژ پیام کمتری نیاز دارد.



شکل ۱۰ـ۶ـ بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون امیتر

۳ـ۴ـ۶ـ مدولاسیون روی بیس: درصورتی که سیگنال پیام به بیس ترانزیستور اعمال شود، مدار به‌صورت مدولاتور با مدولاسیون روی بیس درمی‌آید. شکل ۱۱ـ۶ مدار بلوکی مدولاسیون در بیس را نشان می‌دهد.

در مدارهای فرستنده، به علت بالا بودن راندمان مدولاتور روی کلکتور، از این مدار بیشتر استفاده می‌شود. انواع مدولاتورهای دیگری مانند مدولاتور سری و مدولاتور با آی‌سی وجود دارد که به‌دلیل محدودیت‌های موجود از پرداختن به آنها خودداری کرده‌ایم.



شکل ۱۱ـ۶ـ بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون روی بیس

۵ ـ۶ ـ الگوی پرسش

۱ـ به چه دلیل جمع لحظه‌ای سیگنال حامل و پیام سیگنال مدوله شده AM نیست؟

۲ـ چرا برای به‌دست آوردن سیگنال AM باید از یک اِلمان غیرخطی استفاده کرد؟

۳ـ مدار مدولاتور دیودی را رسم کنید و طرز کار آن را شرح دهید.

۴ـ مزایای مدولاسیون روی کلکتور را شرح دهید.

۵ـ مداری رسم کنید که توسط آن بتوان مدولاسیون روی امیتر را اجرا کرد.

۶ـ مداری رسم کنید که توسط آن بتوان مدولاسیون روی بیس را اجرا کرد.

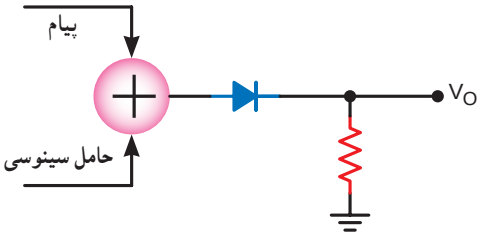
۷ـ تفاوت مدولاتور دیودی را با ترانزیستوری شرح دهید.

۸ ـ مدولاتورهای روی کلکتور، روی بیس و روی امیتر را از نظر اعمال سیگنال مقایسه کنید.

صحیح یا غلط

۹ــ سیگنال خروجی در مدار شکل ۱۲ــ۶ به‌صورت AC ضربان‌دار است.

صحیح ☐ غلط ☐



شکل ۱۲ــ۶

کامل کردنی

۱۰ــ در مدولاسیون روی کلکتور، تقویت‌کننده در کلاس ..... و در مدولاسیون روی امیتر تقویت‌کننده در کلاس ..... بایاس می‌شود.

چهارگزینه‌ای

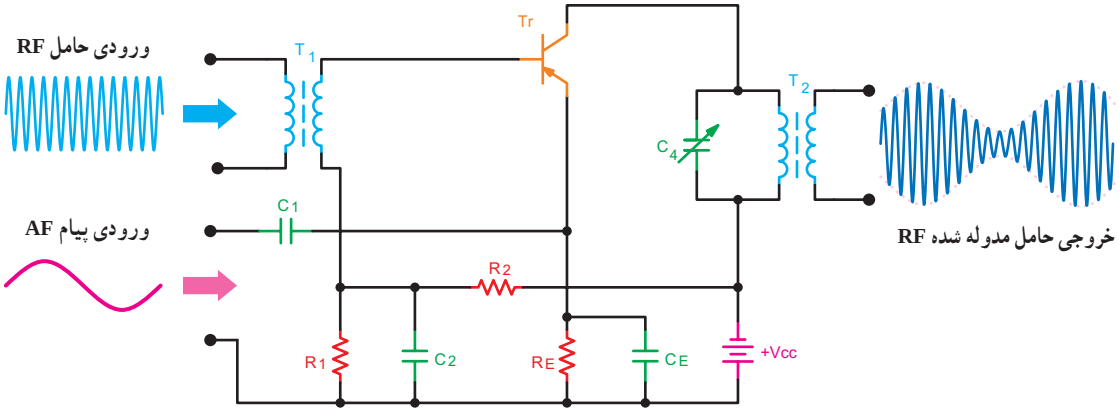
۱۱ــ مدولاسیون روی امیتر راندمان .....دارد و برای رسیدن به مدولاسیون صددرصد به ولتاژ پیام ..... نیاز است.

۱) کمتر ــ کمتر ۲) بیشتر ــ کمتر

۳) کمتر ــ بیشتر ۴) بیشتر ــ بیشتر

۱۲ــ مدار شکل ۱۳ــ۶ چه نام دارد؟

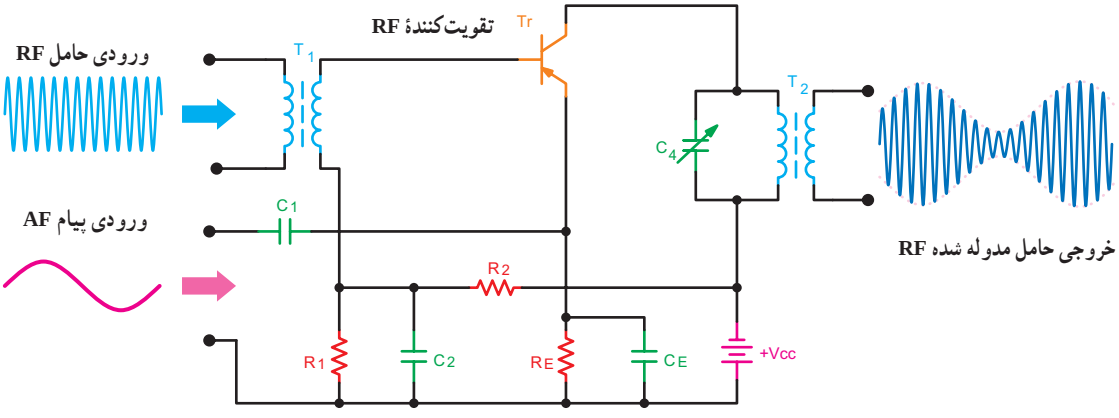
۱۳ــ تقویت‌کننده شکل ۱۳ــ۶ در کدام کلاس کار می‌کند؟



شکل ۱۳ــ۶

۱۴ــ نام مدار شکل ۱۴ــ۶ را بنویسید و نحوهٔ کار آن را به‌طور مختصر توضیح دهید.

۱۵ــ به کمک نرم‌افزار یک نوع مدار مدولاتور ترانزیستوری را شبیه‌سازی کنید.



شکل ۱۴ــ۶

برای هنرجویان علاقه‌مند

غالباً سؤالاتی راجع به رادیو آماتوری از طرف دانش‌آموزان مطرح می‌شود که می‌توانند برای کسب اطلاعات بیشتر دربارهٔ این موضوع و بحث فرستنده‌های رادیویی، به سایت‌های مختلف مراجعه کنند.

۶ـ۶ ـ فرستنده‌های رادیویی AM

قبل از تشریح مدارات هر سیستم الکترونیکی، لازم است بلوک دیاگرام طبقات تشکیل‌دهندهٔ سیستم مورد بررسی قرار گیرد. در این قسمت به تجزیه و تحلیل بلوک دیاگرام فرستنده‌های رادیویی با مدولاسیون ضعیف و قوی می‌پردازیم.

هر فرستندهٔ رادیویی از دو قسمت RF و AF تشکیل شده است. صدا، موسیقی یا هر پیامی که در محدودهٔ فرکانسی ۲۰Hz تا ۲۰KHz قرار دارد سیگنال صوتی یا AF نامیده می‌شود.

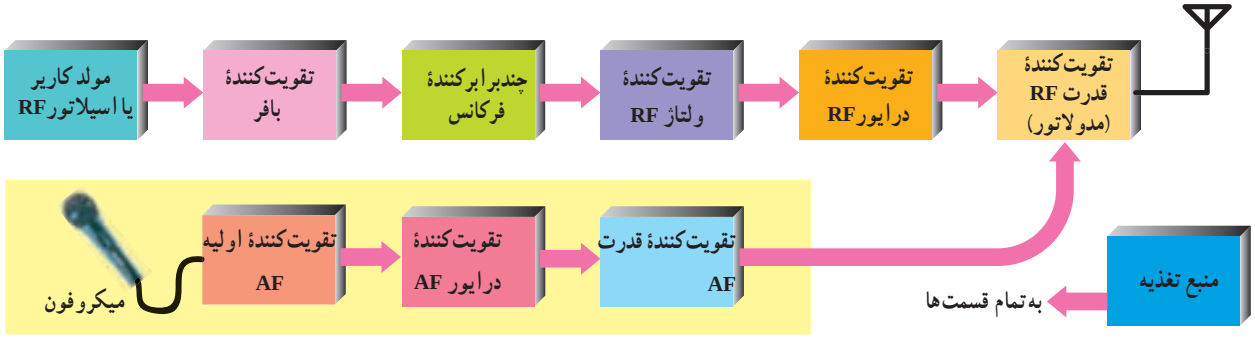
قلب هر فرستنده رادیویی مدار اسیلاتور آن است. اسیلاتور یک مولّد سیگنال با فرکانس بالاست که آن را سیگنال RF، حامل یا کاریر نیز می‌گویند.

در فرستنده‌های رادیویی ابتدا سیگنال‌های AF و RF را تقویت می‌کنند. این سیگنال‌ها پس از تقویت به مدولاتور اعمال می‌شوند. سیگنال خروجی مدولاتور مجدداً تقویت می‌شود و برای انتشار به مدار آنتن می‌رود. عمل مدولاسیون ممکن است در طبقهٔ انتهایی فرستنده یا طبقهٔ ماقبل آن صورت گیرد. به‌همین دلیل، با توجه به محل اجرای مدولاسیون دو نوع فرستنده امواج رادیویی به‌شرح زیر وجود دارد :

الف ــ فرستندهٔ رادیویی با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح بالا

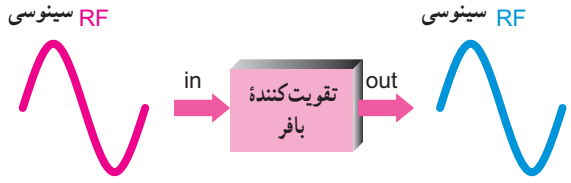
ب ــ فرستندهٔ رادیویی با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین

۱ـ۶ـ۶ـ فرستندهٔ AM با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح بالا (High level Modulation): در شکل ۱۵ــ۶ بلوک دیاگرام یک فرستنده رادیویی با مدولاسیون قدرت زیاد رسم شده است. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، طبقات AF با زمینه‌ای به رنگ زرد نشان داده شده است. چون عمل مدولاسیون در طبقهٔ آخر (تقویت‌کنندهٔ قدرت RF) صورت می‌گیرد، این سیستم را فرستندهٔ رادیویی با مدولاسیون قوی یا قدرت زیاد می‌نامند. در این فرستنده به‌دلیل اجرای مدولاسیون در طبقهٔ انتهایی، راندمان فرستنده زیاد است. در طبقات رادیویی طبقه بافر به منظور تطبیق امپدانس خروجی اسیلاتور با طبقهٔ چند برابرکنندهٔ فرکانس به‌کار رفته است. به طبقهٔ بافر جداکننده یا ایزوله‌کننده نیز می‌گویند.



شکل ۱۵ــ۶ــ فرستندهٔ AM با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح بالا

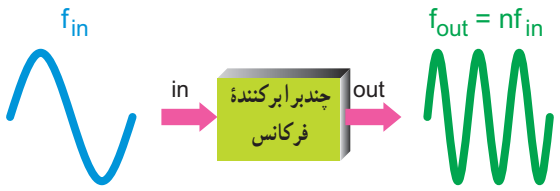
در شکل ۱۶ــ۶ نمای بلوکی تقویت‌کنندهٔ بافر و سیگنال‌های ورودی و خروجی آن رسم شده است.



شکل ۱۶ــ۶ــ بلوک تقویت‌کنندهٔ بافر

به منظور افزایش فرکانس کاریر از چند برابرکننده فرکانس استفاده می‌شود.

همان‌طوری‌که در شکل بلوکی ۱۷ــ۶ مشاهده می‌شود فرکانس سیگنال خروجی چندبرابرکنندهٔ فرکانس، n برابر فرکانس سیگنال ورودی است.

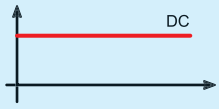
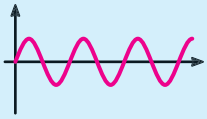
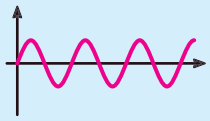
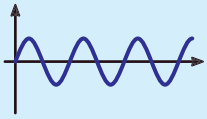
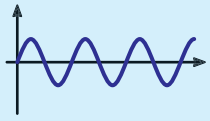
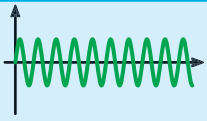
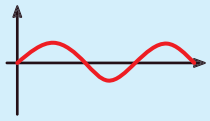
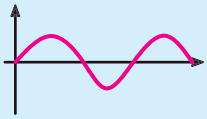
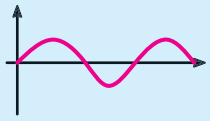
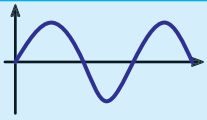
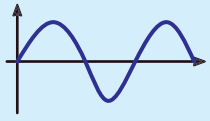
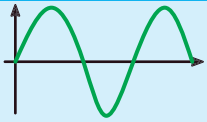
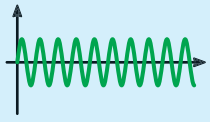
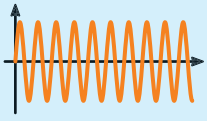
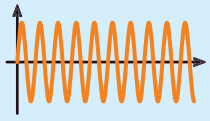
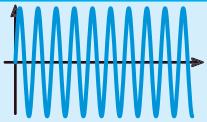
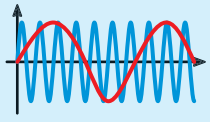
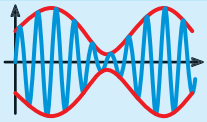
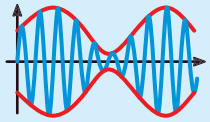
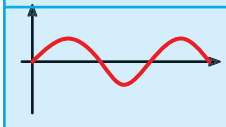
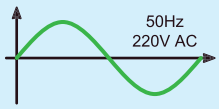
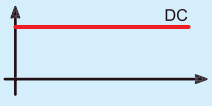


شکل ۱۷ــ۶ــ بلوک چندبرابرکنندهٔ فرکانس

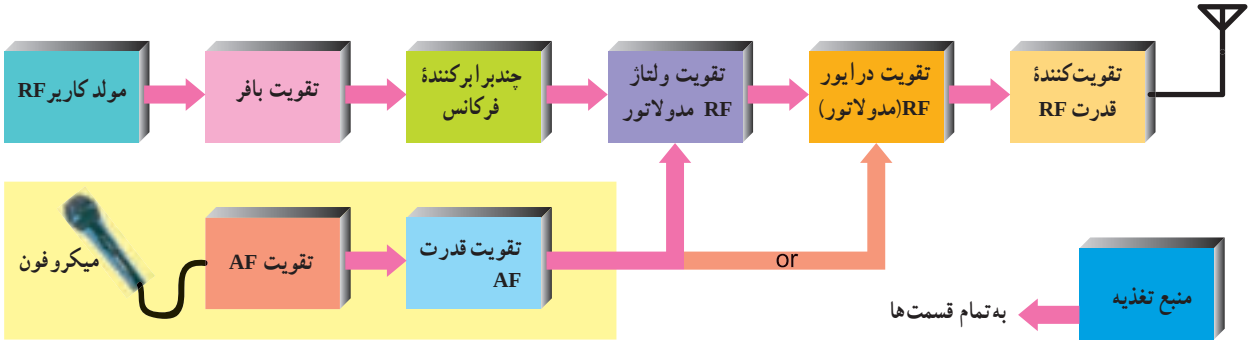
سیگنال رادیویی خروجی مدار چند برابرکنندهٔ فرکانس، بعد از تقویت شدن در طبقات تقویت کننده ولتاژ و تقویت کننده درایور، به مدار تقویت کننده قدرت (مدولاتور) اعمال می‌شود.

در جدول ۱ــ۶ خلاصه‌ای از کار هریک از طبقات فرستندهٔ با مدولاسیون قدرت زیاد، همراه با ورودی‌ها و خروجی‌های آنها، آمده است.

جدول ۱ــ۶ ــ مشخصات فرستنده با مدولاسیون قدرت زیاد

نام طبقه یا بلوک	وظیفه بلوک	سیگنال ورودی هر بلوک	شکل موج ورودی	سیگنال خروجی هر بلوک	شکل موج خروجی
مولد کاریر RF	تولید سیگنال سینوسی با فرکانس بالا	ولتاژ DC		سیگنال سینوسی رادیویی	
تقویت کنندهٔ بافر	ایزوله کردن اسیلاتور از چند برابر کنندهٔ فرکانس	سیگنال سینوسی رادیویی		سیگنال سینوسی رادیویی	
چندبرابر کنندهٔ فرکانس	افزایش فرکانس اسیلاتور	سیگنال سینوسی رادیویی		سیگنال سینوسی رادیویی	
تقویت کنندهٔ AF	تقویت سیگنال میکروفون	سیگنال صوتی		سیگنال صوتی	
تقویت کنندهٔ درایور AF	افزایش دامنهٔ AF	سیگنال صوتی		سیگنال صوتی	
تقویت کنندهٔ قدرت AF	تقویت دامنهٔ جریان AF	سیگنال صوتی		سیگنال صوتی	
تقویت کنندهٔ ولتاژ RF	تقویت دامنهٔ RF	سیگنال رادیویی		سیگنال رادیویی	
تقویت کنندهٔ درایور RF	تقویت دامنهٔ RF	سیگنال رادیویی		سیگنال رادیویی	
تقویت کنندهٔ قدرت RF و مدولاتور	مدولاسیون و تقویت قدرت RF	سیگنال‌های RF و AF		سیگنال مدوله شدهٔ RF	
آنتن	انتشار امواج رادیویی	سیگنال رادیویی		امواج الکترومغناطیسی	
میکروفون	تولید سیگنال صوتی	ارتعاشات مکانیکی صوت		سیگنال صوتی	
منبع تغذیه	تأمین تغذیهٔ تمام قسمت‌ها	۲۲۰ ولت برق شهر		ولتاژ DC	

۲ـ۶ـ۶ـ فرستنده AM با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین (low level Modulation): در این روش عمل مدولاسیون در طبقهٔ تقویت کنندهٔ درایور RF یا طبقه تقویت ولتاژ RF انجام می گیرد (شکل ۱۸ــ۶).



شکل ۱۸ــ۶ــ فرستندهٔ AM با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین

این روش نسبت به مدولاسیون سطح بالا، اقتصادی‌تر است ولی راندمان کمتری دارد.

۳ـ۶ـ۶ـ بلوک دیاگرام کلّی فرستنده واقعی و اجزاءِ مرتبط با آن : درشکل ۱۹ــ۶ بلوک دیاگرام کلی یک فرستندهٔ رادیویی واقعی و اجزاءِ مرتبط با آن آمده است. سیگنال صوتی ممکن است از میکروفون یا دستگاه ضبط‌صوت گرفته شود. این سیگنال، پس از عبور از کنترل کننده‌ها به فرستنده اعمال می‌شود. در فرستنده، سیگنال صوتی پس از تقویت روی حامل مدوله می‌شود و سیگنال رادیویی مدوله شده را تولید می کند.

سیگنال رادیویی پس از کنترل توسط دستگاه‌های اندازه‌گیری حساس، به آنتن می‌رسد.

شکل ۱۹ــ۶ــ بلوک دیاگرام کلی فرستنده

درشکل ۲۰ــ۶تصویری از اتاق فرمان (کنترل) یک ایستگاه فرستنده رادیو تلویزیونی را مشاهده می‌کنید.

شکل ۲۰ــ۶ــ اتاق فرمان

برای هنرجویان علاقه‌مند

جست‌وجو کنید :

۱ــ اولین سیگنال رادیویی با چه فرکانسی و از چه محلی ارسال شد؟

۲ــ نحوهٔ ارتباط ماهواره‌ها با یکدیگر چگونه است؟

۶ـ۷ ـ الگوی پرسش

۱ــ مزایا و معایب مدولاسیون‌های قدرت زیاد و قدرت کم را بنویسید.

۲ــ وظیفهٔ مدار چندبرابرکنندهٔ فرکانس در فرستنده چیست؟ شرح دهید.

۳ــ وظیفهٔ تقویت کننده بافر در فرستنده چیست؟ شرح دهید.

۴ــ سیگنال‌های ورودی و خروجی میکروفون کدام‌اند؟

۵ــ در بلوک دیاگرام کلی فرستنده (شکل ۲۱ــ۶) کار بلوک فرستنده چیست؟ شرح دهید.

شکل ۲۱ــ۶ــ فرستنده

کامل کردنی

۶ــ در بلوک دیاگرام فرستندهٔ AM، به منظور تطبیق امپدانس خروجی اسیلاتور با ورودی چند برابرکنندهٔ فرکانس، از مدار ..... استفاده می‌کنند.

صحیح یا غلط

۷ــ فرستندهٔ AM با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین، نسبت به فرستندهٔ قدرت زیاد یا سطح بالا، از راندمان کمتری برخوردار است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۸ــ در فرستندهٔ AM، سیگنال ورودی و خروجی چند برابرکنندهٔ فرکانس به ترتیب کدام است؟

۱) RF–AF ۲) AF–AF

۳) RF–RF ۴) AF–RF

۸ـ۶ـ گیرنده‌های رادیویی AM

در این بخش قبل از تشریح بلوک دیاگرام طبقات گیرندهٔ رادیویی به تجزیه و تحلیل مشخصات ویژهٔ گیرندهٔ رادیویی و مدارهای هماهنگی ورودی و نحوهٔ انتخاب ایستگاه می‌پردازیم.

لازم به توضیح است که به‌دلیل عرضهٔ گیرنده‌های رادیویی آی‌سی‌دار، موضوعات ارائه شده تلفیقی از گیرنده‌های رادیویی ترانزیستوری و آی‌سی‌دار است.

۹ـ۶ـ مشخصات گیرنده‌های رادیویی و چگونگی افزایش آن

همان‌طورکه در فصل ۴ اشاره شد یک گیرندهٔ رادیویی باید دارای مشخصاتی به شرح زیر باشد :

الف) حساسیت یا سنسیتیویته "Sensitivity"

ب) قابلیت انتخاب یا سلکتیویته "Selectivity"

علاوه‌بر مشخصات فوق، یک گیرندهٔ رادیویی باید مشخصات زیر را نیز در حد مطلوب داشته باشد تا به خوبی عمل کند :

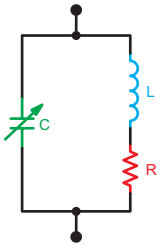
پ) وفاداری یا فیدلیته "Fidelity"

ت) پایداری یا استابیلیته "Stability"

۱ـ۹ـ۶ـ چه گیرنده‌ای دارای حساسیت و قابلیت انتخاب بالا است؟ گیرنده‌ای دارای حساسیت بالا است که بتواند ایستگاه‌های رادیویی ضعیف را به‌خوبی دریافت و تقویت کند.

گیرنده‌ای دارای قابلیت انتخاب ایستگاه خوب است که بتواند ایستگاه‌های رادیویی را از یکدیگر تفکیک کند. به عبارت دیگر ازمیان مجموعهٔ ایستگاه‌های رادیویی موجود که امواج آنها در فضا پخش شده است، ایستگاه مورد نظر را انتخاب کند.

۲ـ۹ـ۶ـ چگونگی افزایش قابلیت انتخاب ایستگاه: در گیرنده‌های رادیویی از مدارهای هماهنگی LC موازی برای انتخاب ایستگاه رادیویی استفاده می‌شود. در شکل ۲۲ــ۶ یک مدار رزونانس RLC رسم شده است. در این مدار مقاومت اُهمی بوبین برابر با R درنظر گرفته شده است. با تغییر مقدار ظرفیت خازن C می‌توان مدار هماهنگی را برای فرکانس‌های متفاوت تشدید کرد، خازن متغیر را خازن واریابل نیز می‌نامند.



شکل ۲۲ــ۶ــ مدار هماهنگ موازی

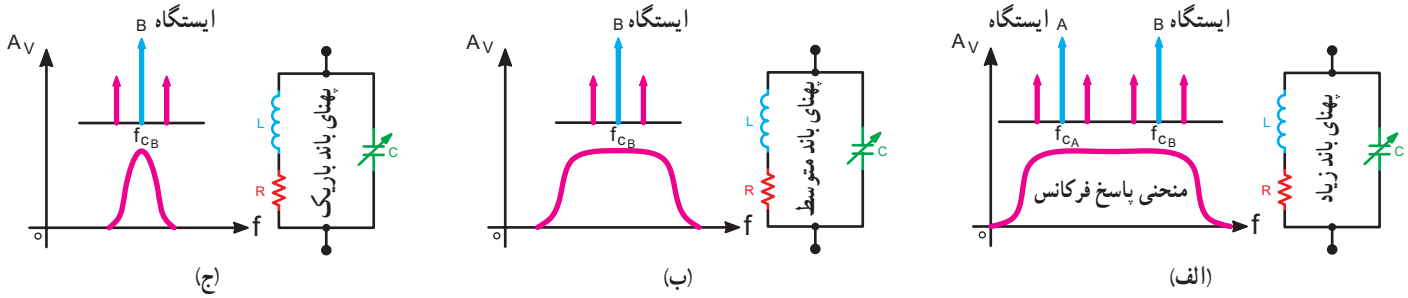
همان‌طورکه در فصل چهارم بیان شد، پهنای باند مدار هماهنگ موازی از رابطهٔ ۱ــ۶ به‌دست می‌آید که در آن F_r فرکانس رزونانس مدار و Q ضریب کیفیت مدار است.[۱]

$$BW=\frac{F_r}{Q} \qquad ۶ــ۱$$

هرقدر مقدار Q بیشتر باشد پهنای باند کمتر است. افزایش مقدار Q قابلیت انتخاب ایستگاه را افزایش می‌دهد و ایستگاه‌های ناخواسته را بهتر حذف می‌کند. درشکل ۲۳ــ۶ منحنی پاسخ فرکانسی مدار هماهنگ موازی RLC در سه حالت نشان داده شده است. درحالت الف پهنای باند زیاد است و سلکتیویته به‌قدری

۱ــ در ارتباط با ضریب کیفیت Q در درس مدارهای الکتریکی به تفصیل بحث می‌شود.

کم است که نمی‌توان ایستگاه‌های A و B را از یکدیگر جدا کرد. درحالت «ب» پهنای باند در حدی است که فقط ایستگاه B قابل دریافت است. درحالت «ج» پهنای باند خیلی کم و سلکتیویته خیلی زیاد است. در این حالت باندهای کناری ایستگاه B را نمی‌توان دریافت کرد.



شکل ۲۳ــ۶ــ مدارهای هماهنگی با سلکتیویته متفاوت

۳ـ۹ـ۶ ـ وفـاداری یـا فیدلیته: وفـاداری یک تقویت‌کننده بستگی به میزان تطبیق سیگنال خروجی با ورودی دارد. در گیرنده‌های رادیویی فیدلیته بستگی به پهنای باند مدار انتخاب ایستگاه دارد. اگر مدار انتخاب ایستگاه دارای منحنی پاسخ فرکانسی بسیار نُک تیز باشد (Q زیاد) بعضی از فرکانس‌ها حذف می‌شود و فیدلیته را کاهش می‌دهد.

۴ـ۹ـ۶ـ پایداری : میزان ثبات فرکانس رزونانس مدار انتخاب ایستگاه گیرندهٔ رادیویی را پایداری یا استابیلیته می‌گویند. وقتی یک گیرندهٔ رادیویی روی ایستگاهی تنظیم شود و فرکانس دریافت شده خودبه‌خود تغییر نکند گیرنده از پایداری بالایی برخوردار است.

۱۰ـ۶ـ الگوی پرسش

۱ــ مشخصات ویژهٔ یک گیرندهٔ رادیویی را نام ببرید.

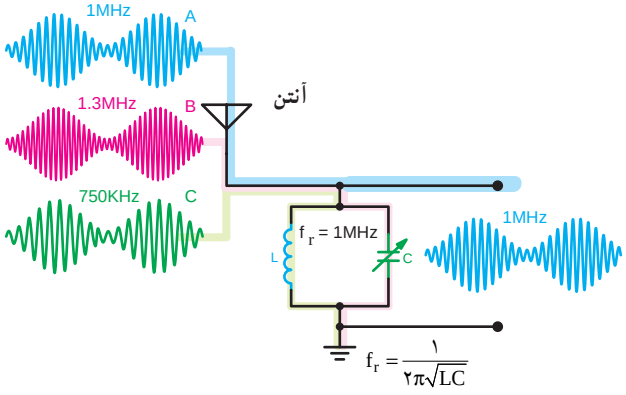
۲ــ با کاهش پهنای باند مدار انتخاب ایستگاه فیدلیته چه تغییری می‌کند؟

۳ــ پایداری در گیرنده‌های رادیویی چیست؟

۴ــ اگر مدار هماهنگ در شکل ۲۲ــ۶ دارای C=۱۰PF و L=۸/۳mH و Q=۱۰ باشد فرکانس رزونانس و پهنای باند آن را محاسبه کنید.

۱۱ـ۶ـ مدار هماهنگ ورودی گیرندهٔ رادیو

در ورودی هر گیرندهٔ رادیو، یک مدار هماهنگ LC موازی قرار گرفته است. به کمک این مدار و با تغییر مقدار L یا C می‌توان ایستگاه‌های مختلف را انتخاب کرد. در شکل ۲۴ــ۶ مدار هماهنگ موازی با خازن متغیر رسم شده است.



شکل ۲۴ــ۶ــ مدار هماهنگ ورودی گیرندهٔ رادیو

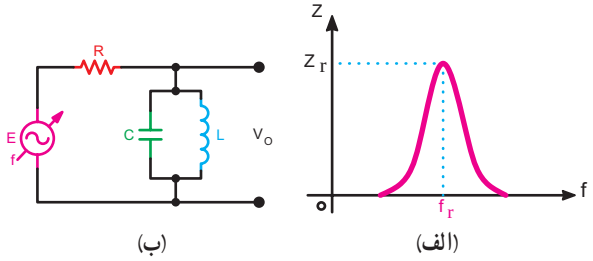
چنین مداری را سلکتور امواج، انتخاب‌کنندهٔ ایستگاه یا مدار کادر آنتن نیز می‌نامند. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، امواج رادیویی از ایستگاه‌های A ، B و C به‌ترتیب با فرکانس‌های کاریر ۱MHz، ۱/۳ MHz و ۷۵۰KHz پخش می‌شوند. این امواج پس از برخورد به آنتن و با توجه به فرکانس حامل، ولتاژهای متفاوتی را در بوبین L القا می‌کنند. اگر خازن C طوری تنظیم شده

باشد که فرکانس رزونانس مدار برابر با؛ $F_r = 1MHz$ باشد، دامنهٔ امواج ولتاژ القا شده در اثر امواج مربوط به ایستگاه A بیشتر از ولتاژهای مربوط به ایستگاه‌های B و C خواهد بود. به این ترتیب درصورتی که میزان تضعیف ایستگاه‌های B و C به اندازه کافی باشد، ایستگاه A انتخاب و ایستگاه‌های B و C حذف خواهد شد.

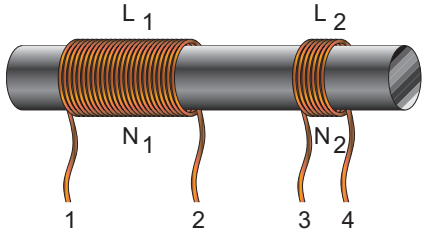
اگر ایستگاه‌های مختلف را به‌صورت یک منبع ولتاژ V_S با فرکانس و ولتاژ متغیر درنظر بگیریم، می‌توانیم مدار شکل ۲۵ــ۶ ب را به‌جای مدار شکل ۲۴ــ۶ به‌کار ببریم. درشکل ۲۵ــ۶ الف منحنی پاسخ فرکانس برحسب تغییرات امپدانس دو سر مدار ترسیم شده است. منحنی تغییرات ولتاژ دو سر مدار نیز شبیه منحنی تغییرات امپدانس مدار است.

۱ـ۱۱ـ۶ـ بوبین کادر آنتن: به سیم‌پیچ مدار هماهنگ ورودی گیرنده‌های رادیویی بوبین کادر آنتن گفته می‌شود. این بوبین دارای یک هسته از جنس فریت است. بوبین کادر آنتن در گیرنده رادیو به‌عنوان آنتن عمل می‌کند. این آنتن از نوع مخصوصی است که آنتن با میلهٔ فریت نامیده می‌شود. بوبین کادر آنتن ممکن است به‌صورت سه سر یا چهار سر مورد استفاده قرار گیرد. در شکل ۲۶ــ۶ یک نمونهٔ بوبین کادر آنتن با چهارسر (۱ تا ۴) رسم شده است. در عمل بوبین L_1 با خازن واریابل موازی می‌شود و بوبین L_2 در ورودی اوّلین طبقهٔ تقویت‌کنندهٔ رادیو قرار می‌گیرد.

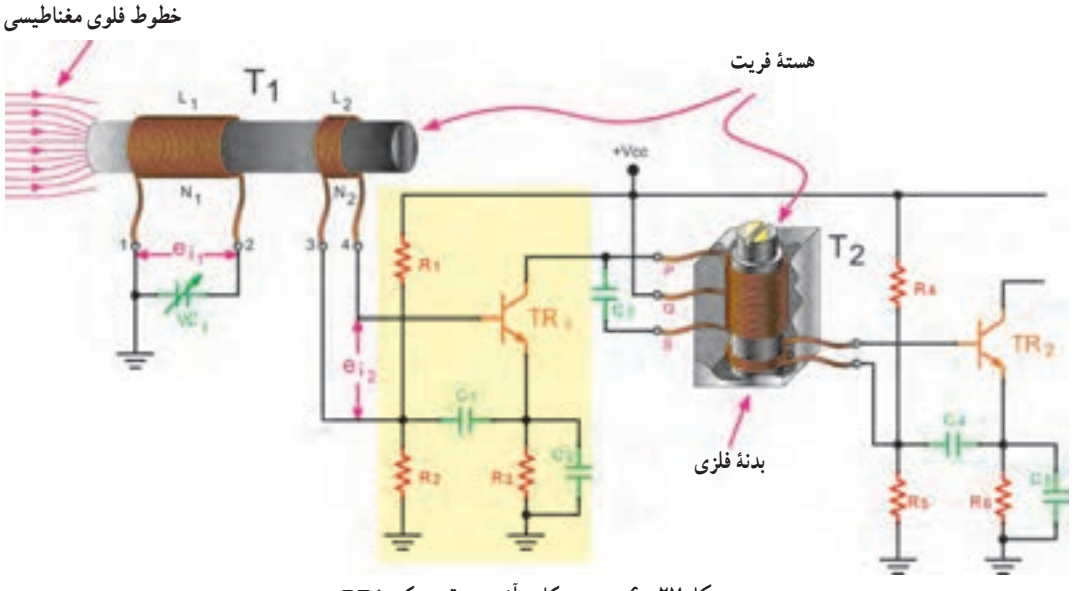
در شکل ۲۷ــ۶ نحوهٔ اتصال سرهای بوبین کادر آنتن به مدار تقویت‌کنندهٔ RF نشان داده شده است.



شکل ۲۵ــ۶ــ منحنی تغییرات امپدانس برحسب تغییرات فرکانس در مدار هماهنگی گیرندهٔ رادیویی



شکل ۲۶ــ۶ــ بوبین کادر آنتن با هستهٔ فریت



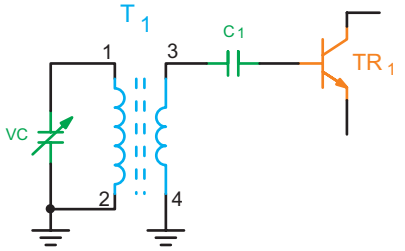
شکل ۲۷ــ۶ــ بوبین کادر آنتن و تقویت‌کنندهٔ RF

بوبین L_1 با تعداد N_1 حلقه به‌صورت موازی با خازن متغیر V_{C1}، مدار هماهنگ ورودی را تشکیل می دهد. e_{i1} ولتاژ القا شده در سیم‌پیچ L_1 است. سیم‌پیچ‌های L_1 و L_2 با هسته فریت تشکیل یک ترانس می‌دهند.

با توجه به نحوهٔ کار ترانسفورماتورها ولتاژ e_{i2} در دو سر سیم‌پیچ L_2 ظاهر می‌شود. چون ترانسفورماتور کاهنده است جریان در سیم‌پیچ L_2 افزایش می‌یابد. خازن C_1 پایهٔ شمارهٔ ۳ سیم‌پیچ L_2 را در پتانسیل زمین قرار می‌دهد. به عبارت دیگر مقاومت R_2 از طریق C_1 و C_2 بای‌پاس شده است.

هستهٔ فریت به علت داشتن قابلیت نفوذ مغناطیسی زیاد باعث می‌شود که خطوط فلوی مغناطیسی بیشتری از داخل سیم‌پیچ L_1 عبور کند و ولتاژ e_{i1} بیشتری را در آن القا کند.

درصورتی که یکی از پایه‌های ۳ یا ۴ به‌طور مشترک با یکی از پایه‌های ۱ یا ۲ به شاسی وصل شود، بوبین کادر آنتن به‌صورت سه سر مورد استفاده قرار می‌گیرد. درشکل ۲۸ــ۶ پایه‌های ۲ و ۴ بوبین کادر آنتن به شاسی اتصال دارد و بوبین به‌صورت سه سر استفاده شده است.



شکل ۲۸ــ۶ــ بوبین کادر آنتن سه سر در مدار

درصورتی که هنگام حضور در کلاس حس می کنید می‌توانید در ارتباط با موضوع درسی صحبت کنید و توانمندی‌های خود را بروز دهید، حتماً اقدام به انجام آن نمایید.

۲ـ ۱۱ـ۶ ـ خازن واریابل یا واریکاپ (Variable Capacitor):

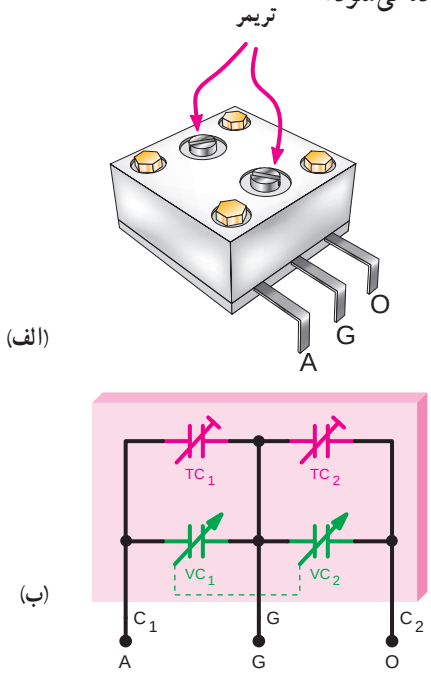
به خازن متغیر استفاده شده در مدار هماهنگی گیرنده رادیو، خازن واریابل گفته می‌شود. به «خازن واریابل» به اختصار «واریابل» نیز اطلاق می‌شود. این خازن همراه با بوبین کادر آنتن برای انتخاب ایستگاه‌های مختلف به‌کار می‌رود. در گیرنده‌های رادیو یک موج، خازن واریابل دارای سه سر به شرح زیر است:

الف ــ سر A یا C_1 که به آنتن وصل می‌شود و خازن کادر آنتن را تشکیل می‌دهد.

ب ــ سر G که به شاسی دستگاه وصل می‌شود و سر مشترک را تشکیل می‌دهد.

ج ــ سر O یا C_2 که به اسیلاتور محلی اتصال می‌یابد و خازن نوسان‌ساز را تشکیل می‌دهد.

درشکل ۲۹ــ۶ــ الف شکل ظاهری خازن واریابل با توجه به خازن‌های تریمر آن و در شکل ۲۹ــ۶ــ ب شمای فنی خازن واریابل رسم شده است. در این شکل، خازن متغیر V_{C1} به‌عنوان خازن کادر آنتن در مدار هماهنگ ورودی گیرنده رادیو به‌کار می‌رود. خازن متغیر V_{C2} به‌منظور تغییر فرکانس اسیلاتور در مدار هماهنگی نوسان‌ساز محلی استفاده می‌شود.

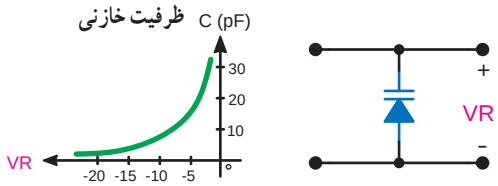


شکل ۲۹ــ۶ــ شکل ظاهری و شمای فنی خازن واریابل

با خازن‌های متغیر V_{C_1} و V_{C_2} به‌ترتیب خازن‌های تریمر T_{C_1} و T_{C_2} به‌صورت موازی بسته شده است. خازن تریمر T_{C_1} برای تنظیم فرکانس انتهای باند MW در کادر آنتن و خازن تریمر T_{C_2} برای تنظیم فرکانس انتهای باند MW در اسیلاتور محلی به‌کار می‌رود.

۶ـ۱۲ـ انتخاب ایستگاه رادیویی به‌طور خودکار

در تیونر گیرنده‌های رادیویی و تلویزیون‌های جدید، برای تغییر فرکانس نوسان‌ساز محلی و مدار هماهنگ ورودی جهت انتخاب ایستگاه رادیویی، از دیود خازنی به‌جای خازن واریابل استفاده می‌کنند. با تغییر ولتاژ معکوس دو سر دیود خازنی ظرفیت خازنی دیود تغییر می‌کند. درشکل ۶ـ۳۰ منحنی ظرفیت خازنی دیود برحسب ولتاژ معکوس نشان داده شده است.

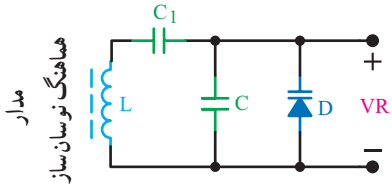


شکل ۶ـ۳۰ــ منحنی تغییرات ظرفیت دیود خازنی برحسب ولتاژ مخالف

دیود خازنی با مدار هماهنگ نوسان‌ساز به‌صورت موازی قرار می‌گیرد. مطابق شکل ۶ـ۳۱ چنانچه ولتاژ دو سر دیود تغییر کند، ظرفیت خازنی آن را تغییر می‌دهد. از طرفی ظرفیت خازنی دیود با خازن مدار هماهنگ ترکیب می‌شود و ظرفیت خازن معادل تغییر می‌کند با تغییر ظرفیت خازن معادل مقدار فرکانس رزونانس مدار با توجه به رابطهٔ $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.Ceq}}$ تغییر می‌کند و تغییر فرکانس اسیلاتور اصلاح می‌شود.

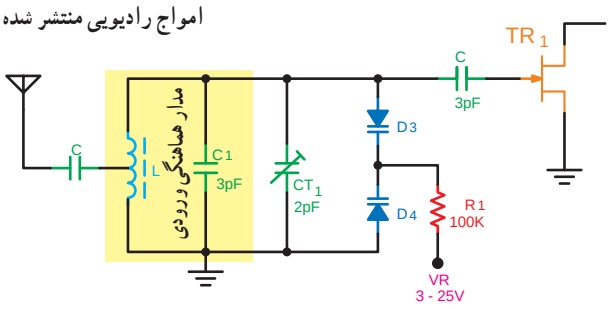
مقدار Ceq از رابطه زیر به‌دست می‌آید :

$$Ceq = \frac{(C + C_D)C_1}{C + C_D + C_1}$$



شکل ۶ـ۳۱ــ موازی شدن دیود خازنی با مدار هماهنگ نوسان‌ساز جهت تغییر فرکانس رزونانس

مدار هماهنگی کادر آنتن و طبقهٔ تقویت‌کنندهٔ RF یک گیرنده را درشکل ۶ـ۳۲ مشاهده می‌کنید.



ترکیب دیود خازنی در مدار هماهنگی ــ ولتاژ V_R معمولاً توسط یک پتانسیومتر یا یک سیگنال شیب تأمین می‌شود.

شکل ۶ـ۳۲ــ مدار هماهنگی کادر آنتن و طبقه تقویت‌کننده RF

دیودهای خازنی D_3 و D_4 با یکدیگر سری و با خازن تریمر CT_1 و خازن C_1 موازی شده‌اند. ترکیب مجموعهٔ خازن‌ها، خازن معادل مدار تانک طبقهٔ RF را به‌وجود می‌آورد.

با تغییر ولتاژ V_R از ۳V+ تا ۲۵V+ ظرفیت خازنی دیودهای D_3 و D_4 به‌صورت مشابه تغییر می‌کند. با تغییر ظرفیت خازنی دیودها ظرفیت معادل کل مدار هماهنگی تغییر یافته و باعث تغییر فرکانس رزونانس شده و دریافت ایستگاه رادیویی یا تلویزیونی را به‌صورت خودکار امکان‌پذیر خواهد کرد.

۶ـ۱۳ـ الگوی پرسش

۱ــ شمای فنی خازن واریابل رادیوی یک موج MW را رسم کنید و کار اجزای تشکیل‌دهنده آن را بنویسید.

۲ــ کار هستهٔ فریت در بوبین کادر آنتن چیست؟

۳ــ بوبین کادر آنتن به چند صورت در مدارها استفاده

می‌شود؟ شرح دهید.

۴ــ مدار سلکتور امواج چه نوع مداری است؟ با رسم شکل شرح دهید.

۵ــ نحوهٔ تغییر فرکانس رزونانس به‌طور خودکار را با رسم شکل شرح دهید.

۶ـ۱۴ـ گیرندهٔ رادیویی TRF یا گیرنده رادیویی مستقیم (Tuned Radio Frequency)

گیرنده رادیویی TRF یا گیرندهٔ با مدارهای هماهنگ تنظیم شده به‌ترتیب از طبقات زیر تشکیل شده است :

الف ــ آنتن و مدار انتخاب ایستگاه

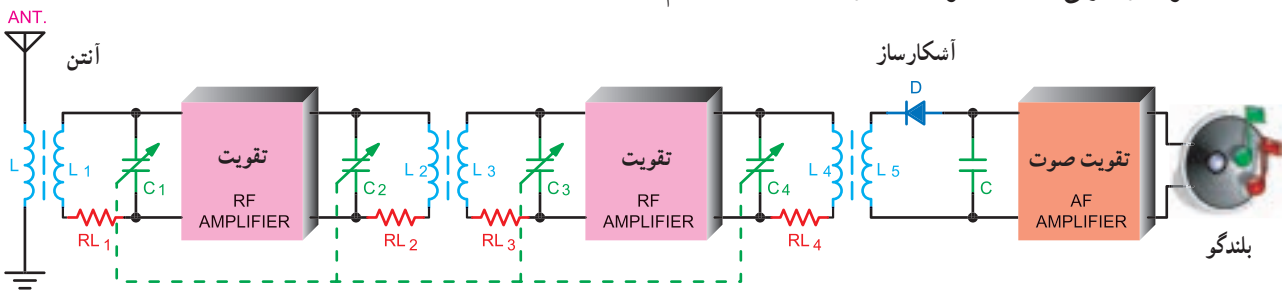
ب ــ تقویت کنندهٔ RF

ج ــ آشکارساز سیگنال صوتی

د ــ تقویت کننده صوتی

هـ ــ بلندگو

در شکل۳۳ــ۶ بلوک دیاگرام گیرندهٔ رادیویی TRF رسم شده است.



شکل ۳۳ــ۶ ــ بلوک دیاگرام گیرندهٔ رادیویی TRF

خازن‌های C_1، C_2، C_3 ، C_4 هم محوراند. با تغییر ظرفیت این خازن‌ها، فرکانس رزونانس مدارهای انتخاب ایستگاه $L_1RL_1C_1$، $L_2RL_2C_2$، $L_3RL_3C_3$ و $L_4RL_4C_4$ هم‌زمان تغییر می کنند و ایستگاه موردنظر انتخاب و تقویت می‌شود.

علت استفاده از چند مدار هماهنگ، انتخاب بهتر ایستگاه موردنظر و حذف ایستگاه‌های ناخواسته است، ولی به دلیل هم‌محور بودن خازن‌های مربوط به چهارمدار تانک و تولرانس آنها، در عمل انتخاب بهتری صورت نخواهد گرفت.

دیود D و خازن C، مدار آشکارساز AM است، که برای پیاده کردن پیام از روی کاریر استفاده می‌شود.

تقویت‌کنندهٔ صوتی برای تقویت دامنهٔ ولتاژ و جریان سیگنال صوتی است تا جریان موردنیاز را برای تحریک بلندگو تأمین کند. اگرچه گیرندهٔ رادیویی مستقیم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است و نسبت به گیرنده‌های مرغوب دارای مدارهای ساده‌تری است، ولی امروزه به علت معایب زیاد از آن استفاده نمی‌شود.

۱ـ۱۴ـ۶ـ معایب گیرندهٔ رادیویی TRF: گیرندهٔ رادیویی TRF دارای معایبی به‌شرح زیر است :

الف ــ حساسیت کم

ب ــ قابلیت انتخاب بد

ج ــ بروز مشکلات زیاد، به‌منظور تنظیم هم‌زمان مدارهای هماهنگی

د ــ یک‌نواخت تقویت نشدن ایستگاه‌های مختلف

۶ـ۱۵ـ الگوی پرسش

۱ــ طبقات مختلف گیرندهٔ رادیویی TRF را نام ببرید.

۲ــ معایب گیرندهٔ رادیویی TRF را بنویسید.

۳ــ وظیفهٔ آشکارساز درگیرندهٔ رادیویی TRF چیست؟

۴ــ چرا در گیرندهٔ رادیویی TRF از چند مدار هماهنگی استفاده می‌شود؟