فصل سوم

تیونر گیرنده‌ی رادیویی FM

هدف کلی

عیب‌یابی، تعمیر و تنظیم تیونر رادیویی FM

هدف‌های رفتاری: پس ازپایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

۱ــ مدارهای مختلف کوپلاژ آنتن را شرح دهد.
۲ــ مدارهای هماهنگی را شرح دهد.
۳ــ تقویت‌کننده‌ی RF مربوط به اولین طبقه‌ی گیرنده‌ی FM را تشریح کند.
۴ــ انواع تیونرهای FM را تشریح کند.
۵ــ یک نمونه فیلتر و مدار هماهنگ را روی بردبرد ببندد و پاسخ فرکانسی آن را به‌دست آورد.
۶ــ ورودی‌ها و خروجی‌های یک نوع تیونر جدید FM را تشخیص دهد.
۷ــ عیوب متداول در تیونر FM را برطرف کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۵	۶	۱۱

پیش‌آزمون (۳)

۱ــ تیونر به مجموعه‌ی طبقات..... گفته می‌شود.

۱) نوسان‌ساز، IF , RF ۲) RF و نوسان‌ساز و مخلوط‌کننده

۳) نوسان‌ساز، مخلوط‌کننده ۴) RF، مخلوط‌کننده

۲ــ وظیفه‌ی کوپلاژ آنتن چیست؟

۱) ایجاد تطبیق امپدانس

۲) انتقال سیگنال دریافت شده از آنتن به طبقه‌ی RF

۳) انتخاب ایستگاه

۴) هر سه مورد

۳ــ رابطه‌ی فرکانس رزونانس در مدارهای هماهنگی کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۲\pi LC}$ ۲) $\frac{۱}{۴\pi^{۲}LC}$

۳) $\frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ ۴) $\frac{LC}{۲\pi\sqrt{LC}}$

۴ــ از کدام دیود برای انتخاب ایستگاه رادیویی در تیونر FM استفاده می‌شود؟

۱) دیود معمولی ۲) دیود خازنی

۳) دیود زنر ۴) دیود آشکارساز

۵ــ آرایش تقویت‌کننده‌های RF در گیرنده‌ی FM کدام است؟

۱) C.B , C.E ۲) C.B ۳) C.C ۴) C.C , C.B

۶ــ دلیل ثابت بودن فرکانس نوسان‌ساز محلی در گیرنده‌ی FM را توضیح دهید.

۷ــ خازن‌های تریمر در تیونر FM چه نقشی دارند؟

۱) تنظیم فرکانس نوسان‌ساز

۲) تنظیم فرکانس رزونانس مدار هماهنگی مخلوط‌کننده

۳) تنظیم نهایی فرکانس ابتدا و انتهای باند FM

۴) تنظیم فرکانس رزونانس مدار هماهنگی RF

۸ــ در گیرنده‌های رادیویی جدید FM، بیشتر از کدام عنصر در تیونر استفاده می‌شود؟

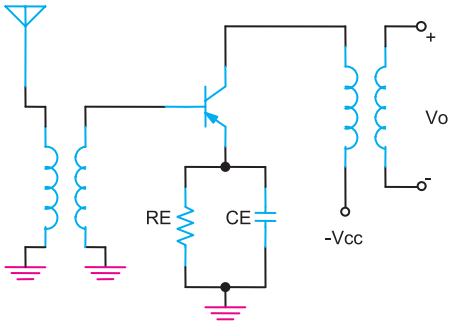
۱) ترانزیستور معمولی ۲) ترانزیستور FET

۳) آی‌سی ۴) دیود خازنی

۱ــ۳ــ آشنایی با روش‌های مختلف کوپلاژ آنتن

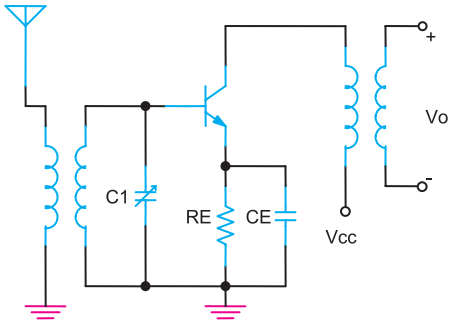
سیگنال دریافت شده از آنتن از طریق کوپلاژ به بیس اولین طبقه‌ی تقویت‌کننده‌ی RF گیرنده انتقال داده می‌شود.

کوپلاژ آنتن علاوه بر انتقال سیگنال عمل تطبیق امپدانس را نیز انجام می‌دهد. برای داشتن بازده یکنواخت در تمامی باند فرکانسی از کوپلاژ شکل (۱ــ۳) استفاده می‌شود. در این کوپلاژ چون از ترانسفورماتور استفاده شده است مدار، میزان انتخابگری ضعیفی دارد ولی در عوض می‌تواند تمام فرکانس‌ها را در طول باند به‌طور یکنواخت تقویت کند.



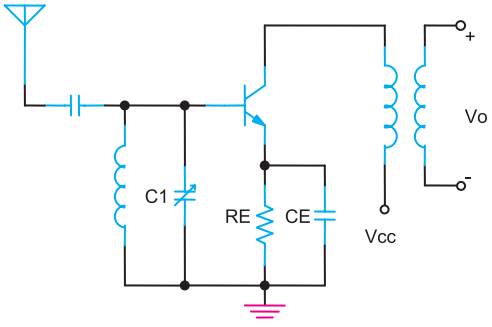
شکل ۱ــ۳ــ نوع اول کوپلاژ ترانسفورمری

کوپلاژ آنتن نشان داده شده در شکل (۲ــ۳) معمول‌ترین نوع کاربرد کوپلاژ در گیرنده‌هاست. دراین نوع کوپلاژ با تنظیم خازن مدار هماهنگ فرکانس سیگنال ایستگاه موردنظر بهتر تنظیم و دریافت می‌شود. در این نوع کوپلاژ انتخابگری و حساسیت گیرنده افزایش می‌یابد.

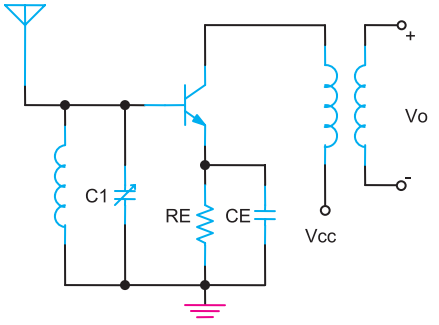


شکل ۲ــ۳ــ متداول‌ترین کوپلاژ در گیرنده‌های رادیویی

اگر به کوپلاژ دقیق‌تری برای دریافت سیگنال‌های بسیار ضعیف نیاز باشد، از کوپلاژ خازنی یا مستقیم مانند شکل‌های (۳ــ۳) و (۴ــ۳) استفاده می‌شود. در این نوع کوپلاژها انتخابگری کمی کاهش می‌یابد.



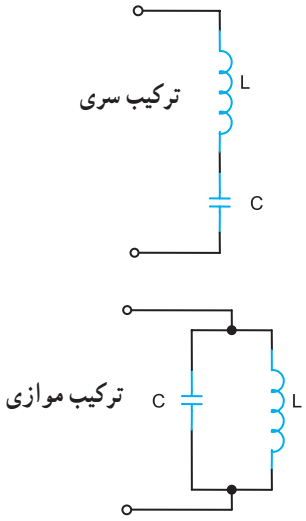
شکل ۳ــ۳ــ نوع سوم کوپلاژ مستقیم



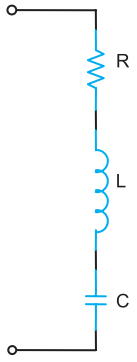
شکل ۴ــ۳ــ نوع چهارم کوپلاژ مستقیم

۲ــ۳ــ آشنایی با مدارهای هماهنگی (یادآوری)

در مدارهای مخابراتی برای انتخاب یک فرکانس خاص از میان چندین فرکانس، از مدارهای هماهنگ استفاده می‌شود. همچنین این مدارها برای حذف یا عبور یک باند فرکانسی مشخص درگیرنده‌های رادیویی کاربرد بسیار زیادی دارند. مدارهای هماهنگی از ترکیب سری یا موازی سلف و خازن تشکیل می‌شوند و در یک فرکانس به تشدید درمی‌آیند، شکل (۵ــ۳). در ترکیب سری سلف و خازن مقدار فرکانس رزونانس از رابطه‌ی $f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ به‌دست می‌آید. در این شرایط مقدار امپدانس دو سر مدار صفر است $(Z_{\circ} = ۰)$. در فرکانس رزونانس رابطه‌ی $X_L = X_C$ برقرار است. مدار شکل (۶ــ۳) یک مدار RLC سری را نشان می‌دهد. در فرکانس رزونانس، سلف و خازن اثر یکدیگر را از بین می‌برند. در این حالت امپدانس مدار با مقدار مقاومت اهمی مدار برابر می‌شود $(Z_{\circ} = R)$. فرکانس رزونانس از رابطه‌ی $f_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ قابل محاسبه است.



شکل ۵ــ۳ــ مدارهای هماهنگ

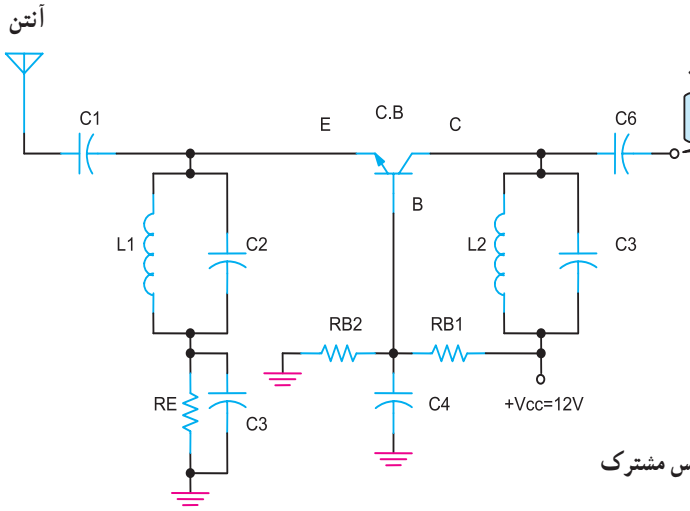


شکل ۶ــ۳ــ مدار هماهنگ RLC سری

۳ــ۳ــ یک نمونه از اولین تقویت‌کننده‌ی RF در گیرنده‌ی FM

تقویت‌کننده‌های طبقه RF، برای تقویت سیگنال دریافتی از آنتن به‌کار می‌روند. تقویت‌کننده‌های RF در گیرنده‌های FM معمولاً در کلاس A کار می‌کنند تا اعوجاجی در سیگنال دریافتی از آنتن به وجود نیاورند. آرایش تقویت‌کننده‌های RF از نوع بیس مشترک است تا بتواند پهنای باند ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز مربوط به FM را دریافت کند.

شکل (۷ــ۳) یک مدار تقویت‌کننده‌ی RF را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۳ــ تقویت‌کننده‌ی RF از نوع بیس مشترک

۴ــ۳ــ قسمتی از نقشه‌ی یک گیرنده‌ی FM

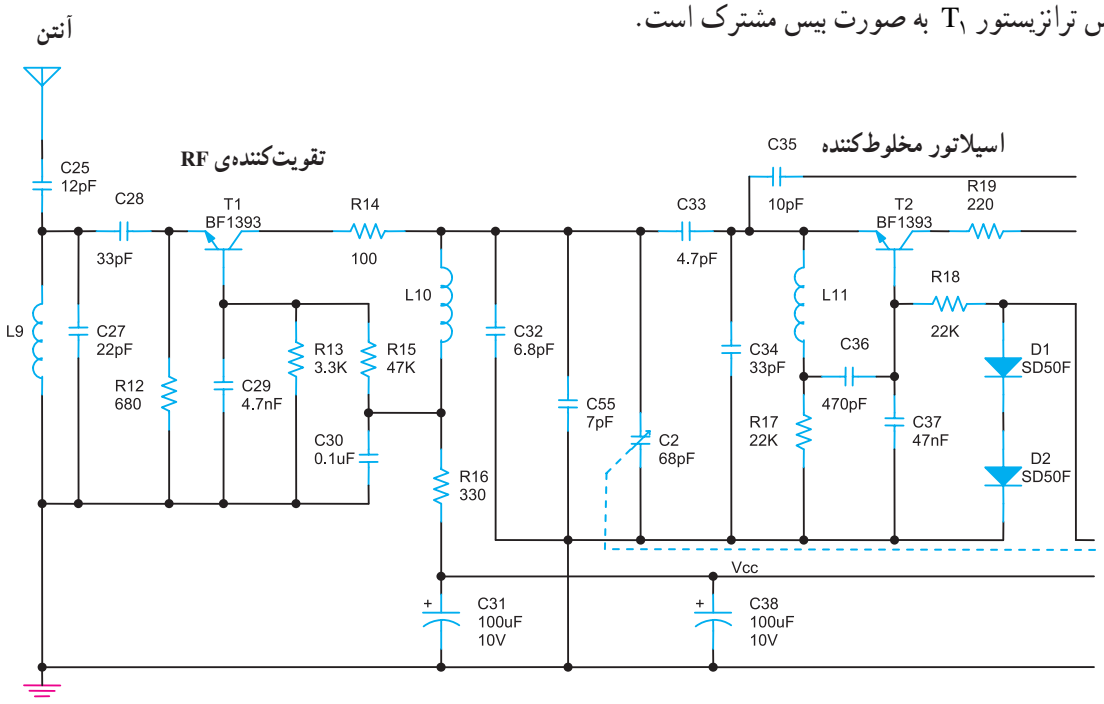
در شکل (۸ــ۳) قسمتی از نقشه‌ی یک گیرنده‌ی رادیویی FM را مشاهده می‌کنید.

ترانزیستور T_1 به عنوان تقویت‌کننده‌ی RF در گیرنده به کار رفته است.

ترانزیستور T_2 کار نوسان‌ساز محلی و مخلوط‌کنندگی را به عهده دارد.

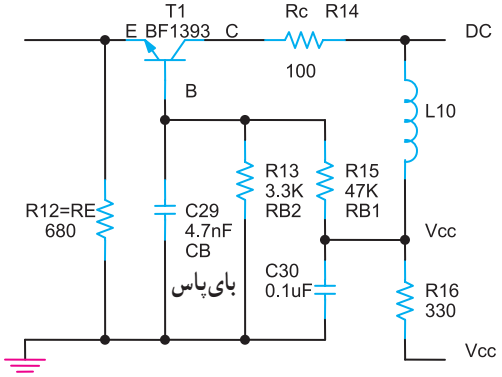
آرایش ترانزیستور T_1 به صورت بیس مشترک است.

توجه: در صورتی که گیرنده‌ی FM دیگری در اختیار دارید، مدار آن را مورد بررسی قرار دهید.



شکل ۸ــ۳ــ مدار تقویت‌کننده‌ی RF گیرنده‌ی FM

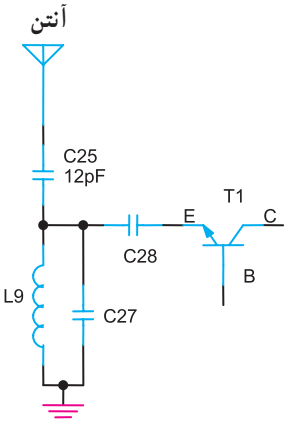
در شکل (۹ــ۳) بایاس DC ترانزیستور T_1 و مقاومت‌های بایاسینگ آن نشان داده شده است. مقاومت R_{12} مقاومت امیتر است که به عنوان پایداری حرارتی به کار می‌رود. خازن C_{29} خازن‌های بای‌پاس است. مقاومت‌های R_{15} و R_{13} مقاومت‌های بایاسینگ بیس هستند. مقاومت R_{14} به عنوان مقاومت کلکتور عمل می‌کند.



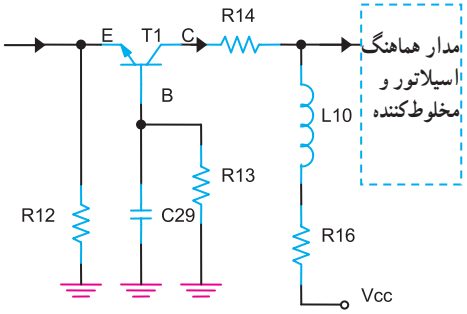
شکل ۹ــ۳ــ بررسی مدار تقویت‌کننده‌ی RF

سیگنال رادیویی ایستگاه موردنظر طبق شکل (۱۰ــ۳) توسط آنتن و خازن کوپلاژ $C_{۲۵}$ و مدار هماهنگ موازی کادر آنتن شامل $C_{۲۷}$ و $L_۹$ دریافت می‌شود. این سیگنال از طریق خازن کوپلاژ $C_{۲۸}$ به امیتر ترانزیستور $T_۱$ می‌رسد.

همان‌طور که در شکل (۱۱ــ۳) مشاهده می‌کنید. سیگنال پس از تقویت، از کلکتور ترانزیستور $T_۱$ و از طریق مقاومت $R_{۱۴}$ به ورودی مدار مخلوط‌کننده اعمال می‌شود. سلف $L_{۱۰}$ در فرکانس‌های RF قطع است و از ورودی سیگنال RF به خط تغذیه V_{CC} جلوگیری می‌کند.



شکل ۱۰ــ۳ــ دریافت سیگنال RF توسط آنتن



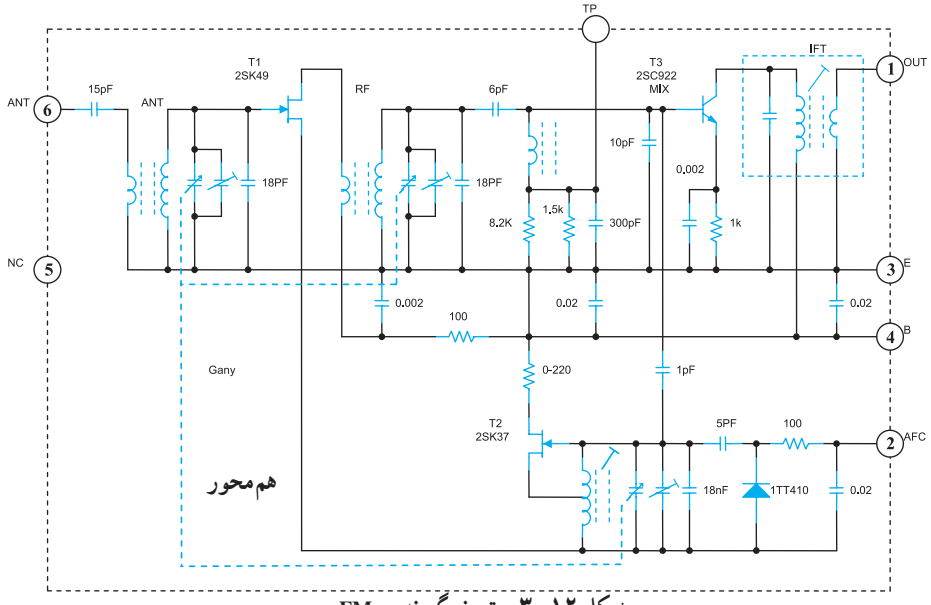
شکل ۱۱ــ۳ــ تقویت سیگنال RF

۵ــ۳ــ تیونر با ترانزیستور FET[۱]

در گیرنده‌های رادیویی مجموعه‌ی تقویت‌کننده‌ی RF و نوسان‌ساز محلی و مخلوط‌کننده را تیونر می‌گویند. در شکل (۱۲ــ۳) یک تیونر گیرنده‌ی رادیویی FM نشان داده شده است.

در این مدار ترانزیستور $T_۱$ تقویت‌کننده‌ی RF، ترانزیستور $T_۲$ نوسان‌ساز محلی و ترانزیستور $T_۳$ میکسر یا مخلوط‌کننده است.

در این مدار عمل نوسان‌سازی با ترانزیستور FET انجام می‌شود. در تیونر FM مقدار فرکانس نوسان‌ساز باید همواره ثابت باشد زیرا تغییر در مقدار فرکانس باعث ایجاد اختلاف در مقدار فرکانس F_{IF} می‌شود و در آشکارسازی اعوجاج به‌وجود می‌آورد.

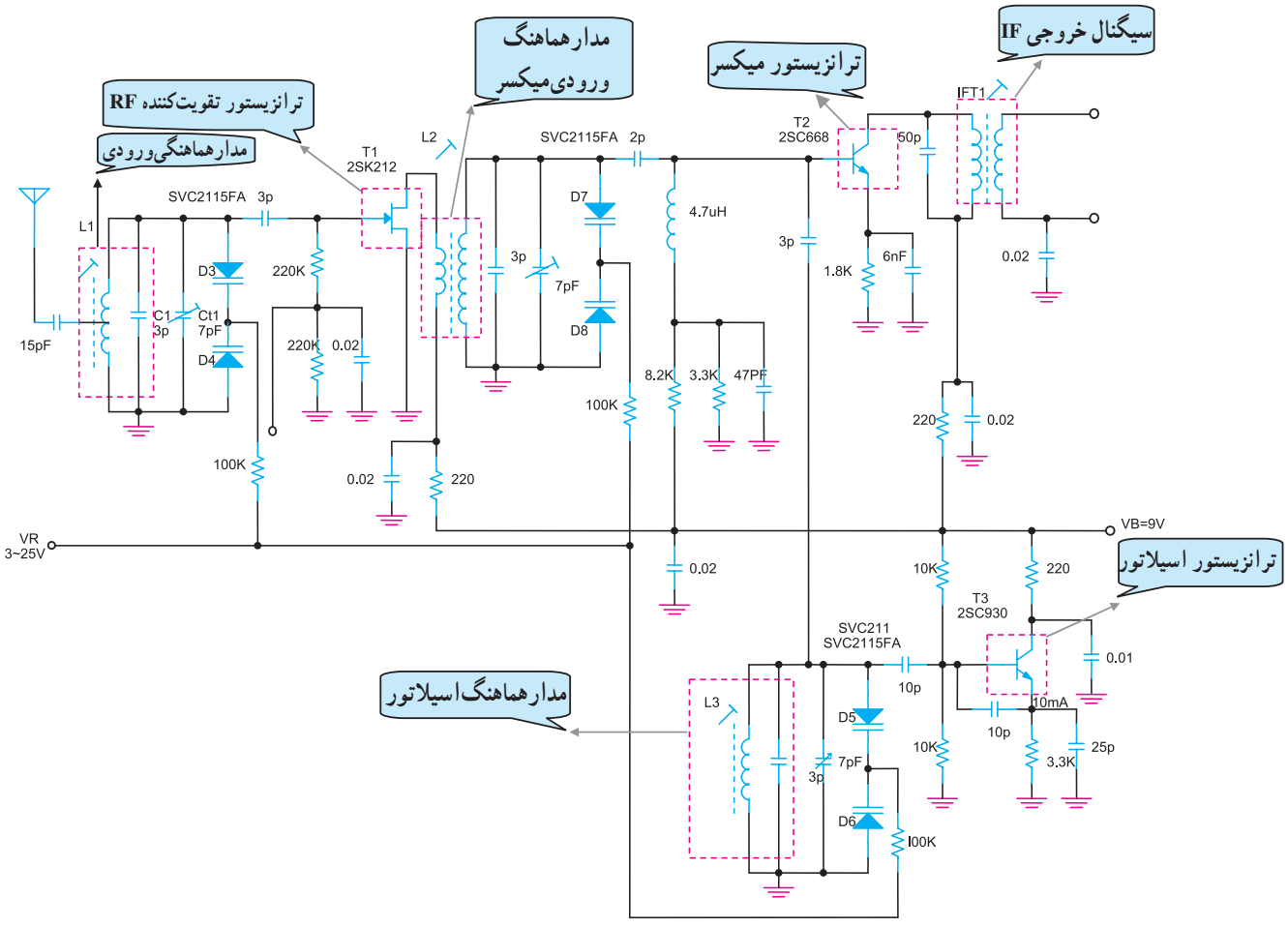


شکل ۱۲ــ۳ــ تیونر گیرنده‌ی FM

۱ـ Field Ellect Tranistors ترانزیستور اثر میدان

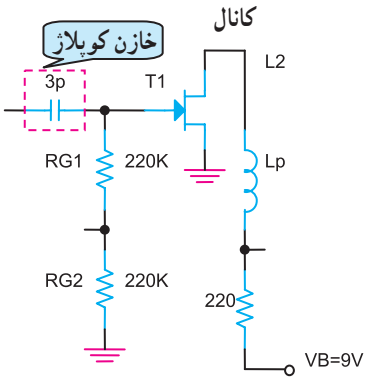
۶ــ۳ــ تیونر FM با دیود Varycap «دیود خازنی»

در قسمت‌های قبلی در مورد کاربرد دیود خازنی صحبت کرده‌ایم. می‌دانیم از دیود خازنی می‌توان به عنوان یک خازن تابع ولتاژ استفاده کرد. در تیونرهای گیرنده، برای تغییر فرکانس اسیلاتور محلی ومدار تانک ورودی از دیود خازنی استفاده می‌کنند. یک مدار تیونر گیرنده‌ی FM با دیود خازنی را در شکل (۱۳ــ۳) مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۳ــ۳ــ تیونر گیرنده‌ی FM با دیود

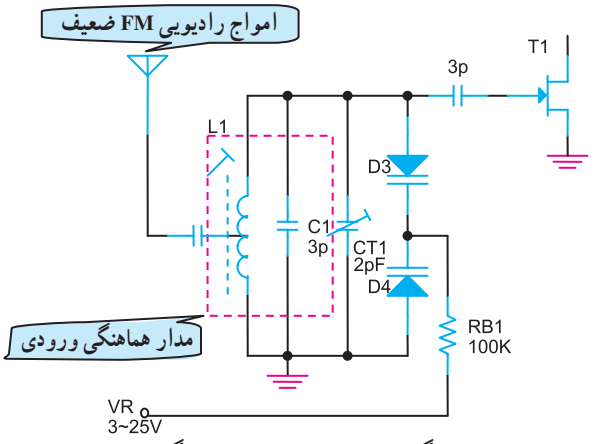
ترانزیستور T_1 یک JFET است که وظیفه‌ی تقویت RF را به عهده دارد. در شکل (۱۴ــ۳) مدار بایاسینگ FET نشان داده شده است. L_p سیم‌پیچ اولیه ترانس L_2 است.



شکل ۱۴ــ۳ــ مدار بایاسینگ FET

مدار هماهنگی کادر آنتن و طبقه‌ی تقویت‌کننده‌ی RF را در شکل (۱۵ــ۳) مشاهده می‌کنید.

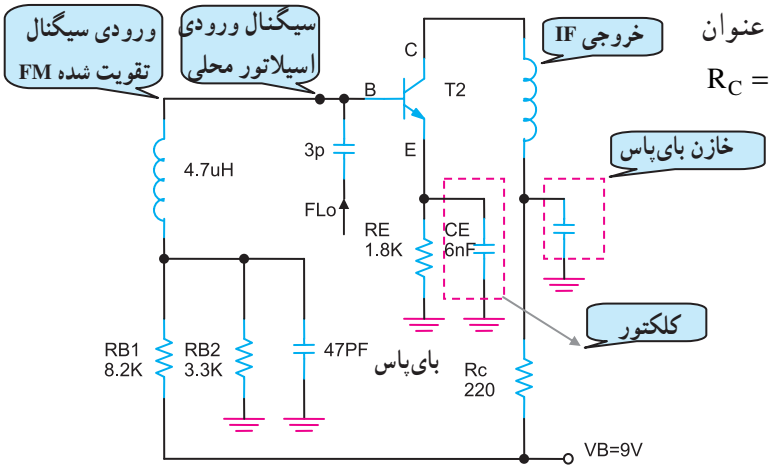
دیودهای خازنی d_3 و d_4 با یکدیگر سری و با خازن تریمر CT_1 و خازن C_1 موازی شده‌اند. ترکیب مجموعه‌ی خازن‌ها، خازن معادل مدار تانک طبقه RF را به‌وجود می‌آورد.



ترکیب هماهنگی دیود خازنی در مدار هماهنگی

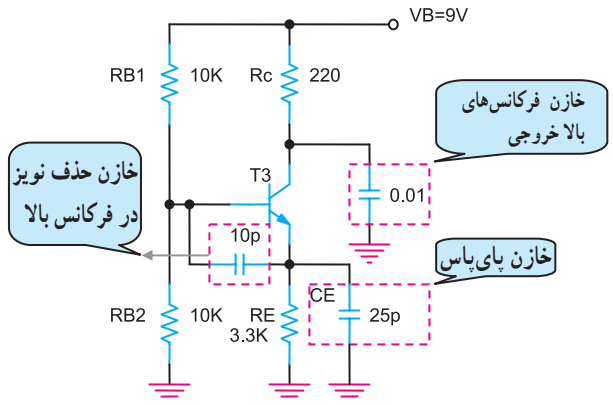
شکل ۱۵ــ۳ــ مدار هماهنگی کادر آنتن و طبقه تقویت‌کننده RF

مدار بایاسینگ ترانزیستور T_2 که به عنوان مخلوط‌کننده به کار می‌رود در شکل (۱۶ــ۳) نشان داده شده است. بایاس ترانزیستور T_2 به صورت سرخود است و مقاومت‌های $R_{B_1} = 8/2k\Omega$ و $R_{B_2} = 3/3k\Omega$ مقاومت‌های بایاس بیس ترانزیستور هستند. از مقاومت امیتر $R_E = 1/8k$ به عنوان پایداری حرارتی استفاده شده است. مقاومت $R_C = 220\Omega$ مقاومت بایاس کلکتور است.



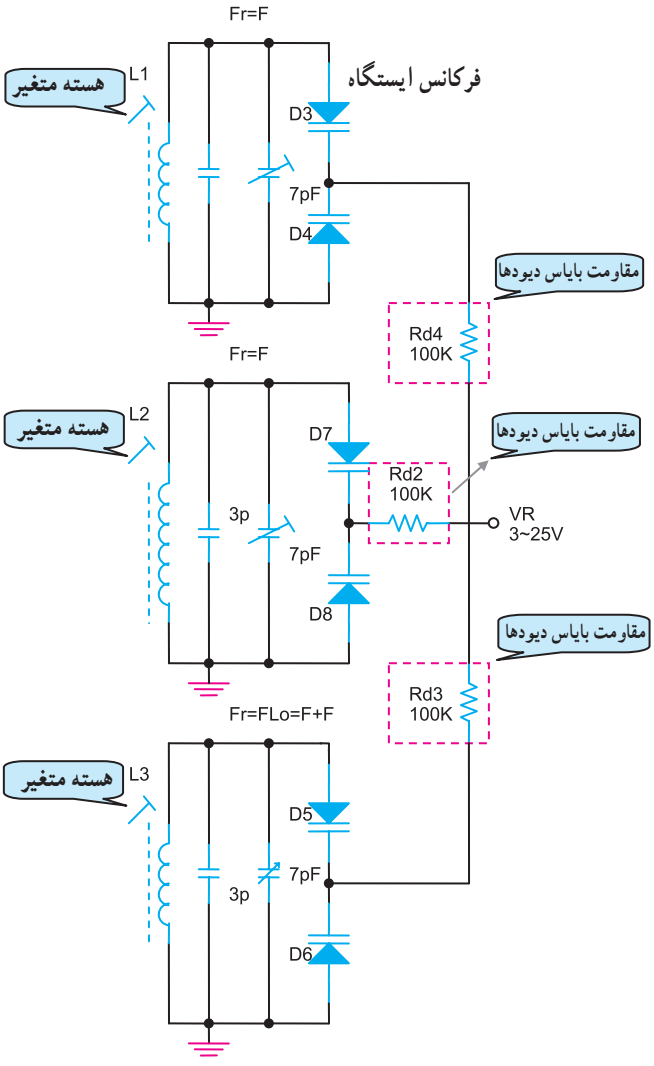
شکل ۱۶ــ۳ــ مدار مخلوط‌کننده

ترانزیستور T_3 نوسان‌ساز محلی گیرنده است. بایاسینگ T_3 را در شکل (۱۷ــ۳) مشاهده می‌کنید. برای دریافت ایستگاه رادیویی، باید فرکانس رزونانس مدارهای هماهنگ ورودی طبقه‌ی RF، ورودی مخلوط‌کننده و نوسان‌ساز محلی به طور همزمان با هم تغییر کنند. نحوه‌ی عملکرد همزمان مدارهای هماهنگی در شکل (۱۸ــ۳) نشان داده شده است.



شکل ۱۷ــ۳ــ بایاسینگ ترانزیستور نوسان‌ساز محلی

با تغییر ولتاژ VR [۱] از ۳V+ تا ۲۵V+ ظرفیت خازنی دیودهای d_3 تا d_8 به‌صورت مشابه تغییر می‌کند. در هر مدار هماهنگی با تغییر ظرفیت خازنی دیودهای وری‌کپ ظرفیت معادل کل هر یک از مدارها را تغییر می‌دهد، این تغییرات در نهایت باعث تغییر فرکانس رزونانس $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCeq}}$ طبقات می‌شود، به دلیل تغییرات مشابه و همزمان، دریافت ایستگاه امکان‌پذیر خواهد شد.

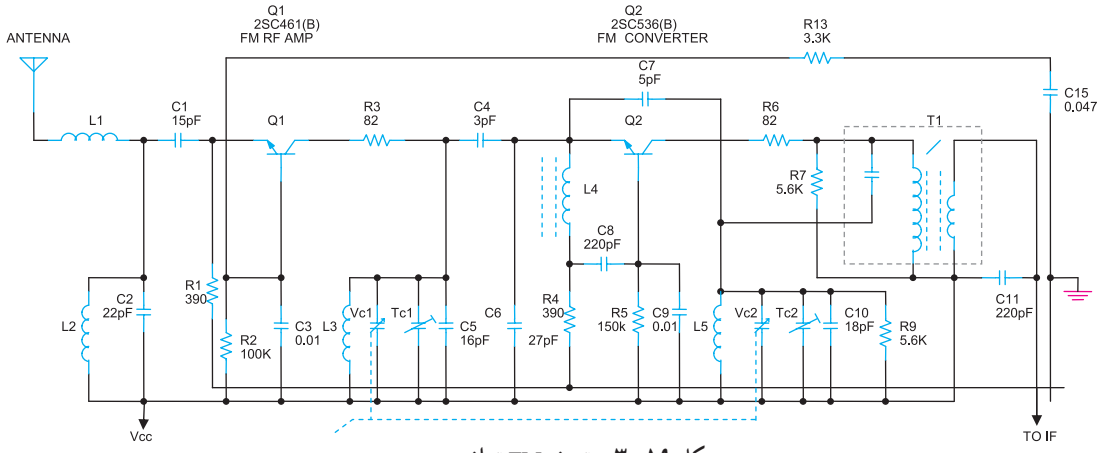


شکل ۱۸ــ۳ــ نحوه‌ی عملکرد همزمان مدارهای هماهنگی

۱ــ Voltage Reverse ولتاژ معکوس

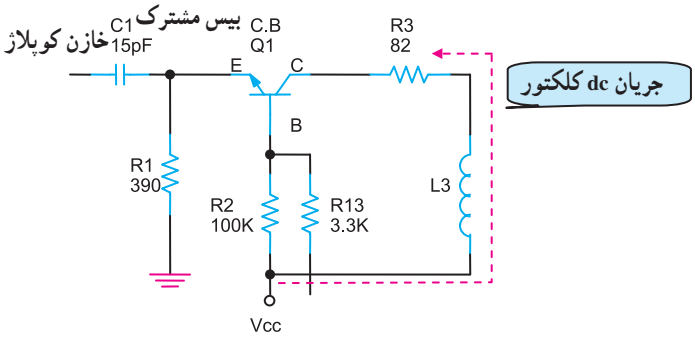
۷ــ۳ــ تیونر FM ترانزیستوری

در تیونرهای FM، تقویت‌کننده‌های RF باید نسبت سیگنال به نویز کمتری داشته باشند. بدین سبب معمولاً به صورت آرایش بیس مشترک به کار می‌روند. شکل (۱۹ــ۳) یک مدار ترانزیستوری را نشان می‌دهد.

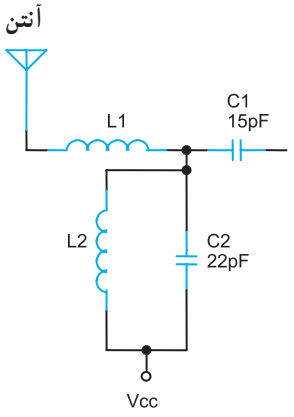


شکل ۱۹ــ۳ــ تیونر FM ترانزیستوری

ترانزیستور Q_1 تقویت‌کننده‌ی RF است. مدار بایاس DC ترانزیستور Q_1 را در شکل (۲۰ــ۳) مشاهده می‌کنید. R_1 مقاومت امیتر، R_3 مقاومت کلکتور و مقاومت‌های R_{13} و R_2 مقاومت‌های بایاس بیس هستند. مدار هماهنگ کادر آنتن را برای دریافت امواج ایستگاه‌های رادیویی در شکل (۲۱ــ۳) مشاهده می‌کنید.



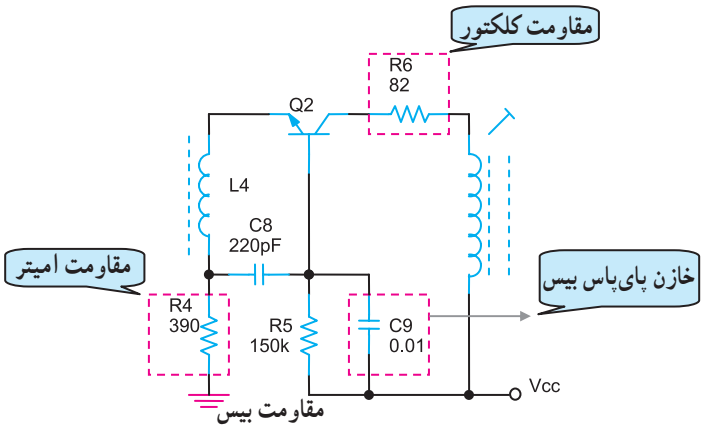
شکل ۲۰ــ۳ــ تقویت‌کننده‌ی RF ترانزیستوری



شکل ۲۱ــ۳ــ مدار هماهنگ ورودی تقویت‌کننده‌ی RF

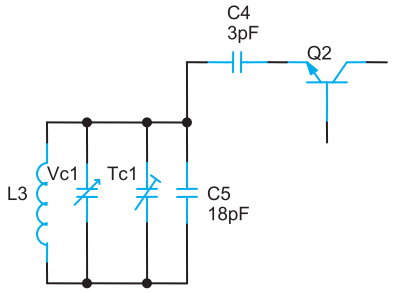
ترانزیستور Q_2 هم به‌عنوان مخلوط‌کننده و هم به عنوان نوسان‌ساز در مدار تیونر کار می‌کند. مجموعه‌ی نوسان‌ساز محلی و مخلوط‌کننده را در گیرنده‌ی رادیویی «کنورتور» می‌گویند.

مدار بایاس DC ترانزیستور Q_1 را در شکل (۲۲ــ۳) مشاهده می‌کنید. Q_2 در هنگام دریافت سیگنال تقویت شده‌ی RF از طریق مدار هماهنگی ورودی و خازن کوپلاژ C_4 به صورت بیس مشترک عمل می‌کند.



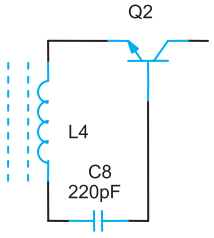
شکل ۲۲ــ۳ــ مدار بایاس DC ترانزیستور نوسان‌ساز

ایستگاه رادیویی از طریق مدار هماهنگی شامل المان‌های L_3 و V_{C_1} و T_{C_1} و C_5 مطابق شکل (۲۳ــ۳) دریافت می‌شود.



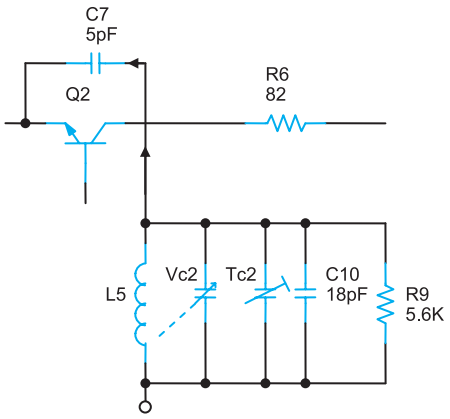
شکل ۲۳ــ۳ــ مدار هماهنگی دریافت ایستگاه

سلف L_4 در مدار شکل (۲۴ــ۳) به دلیل قطع بودن در فرکانس بالا، از عبور سیگنال RF از امیتر به بیس ترانزیستور جلوگیری می‌کند.



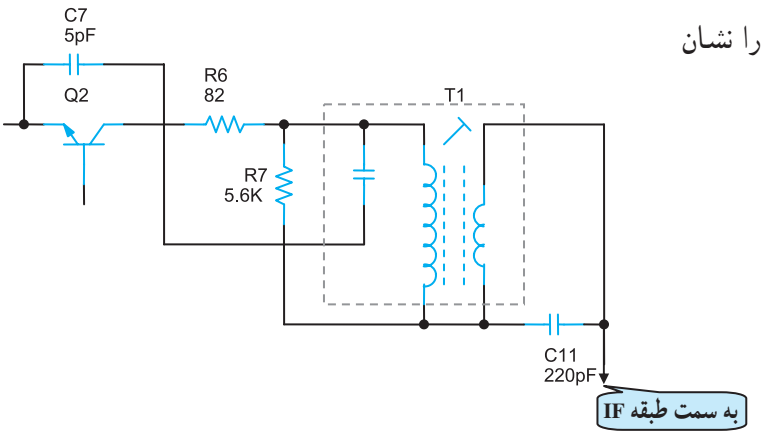
شکل ۲۴ــ۳ــ آرایش ترانزیستور Q_2 در زمان دریافت ایستگاه

مدار نوسان‌ساز محلی از ترانزیستور Q_2، مدار هماهنگ L_5 و V_{C_2} و T_{C_2} و C_{10} و R_8 تشکیل شده است. آرایش تقویت‌کننده‌ی ترانزیستور نوسان‌ساز (Q_2) به صورت بیس مشترک است. در شکل (۲۵ــ۳) مسیر سیگنال به امیتر Q_2 را مشاهده می‌کنید. سیگنال خروجی IF با فرکانس $f = ۱۰/۷$ مگاهرتز از طریق کلکتور Q_2 و مقاومت R_6 و ترانس T_1 به‌طبقه IF اعمال می‌شود.



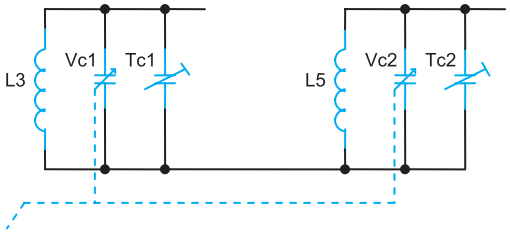
شکل ۲۵ــ۳ــ مسیر سیگنال به امیتر Q_2

شکل (۲۶ــ۳) مدار هماهنگ خروجی کنورتور را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶ــ۳ــ مسیر سیگنال خروجی

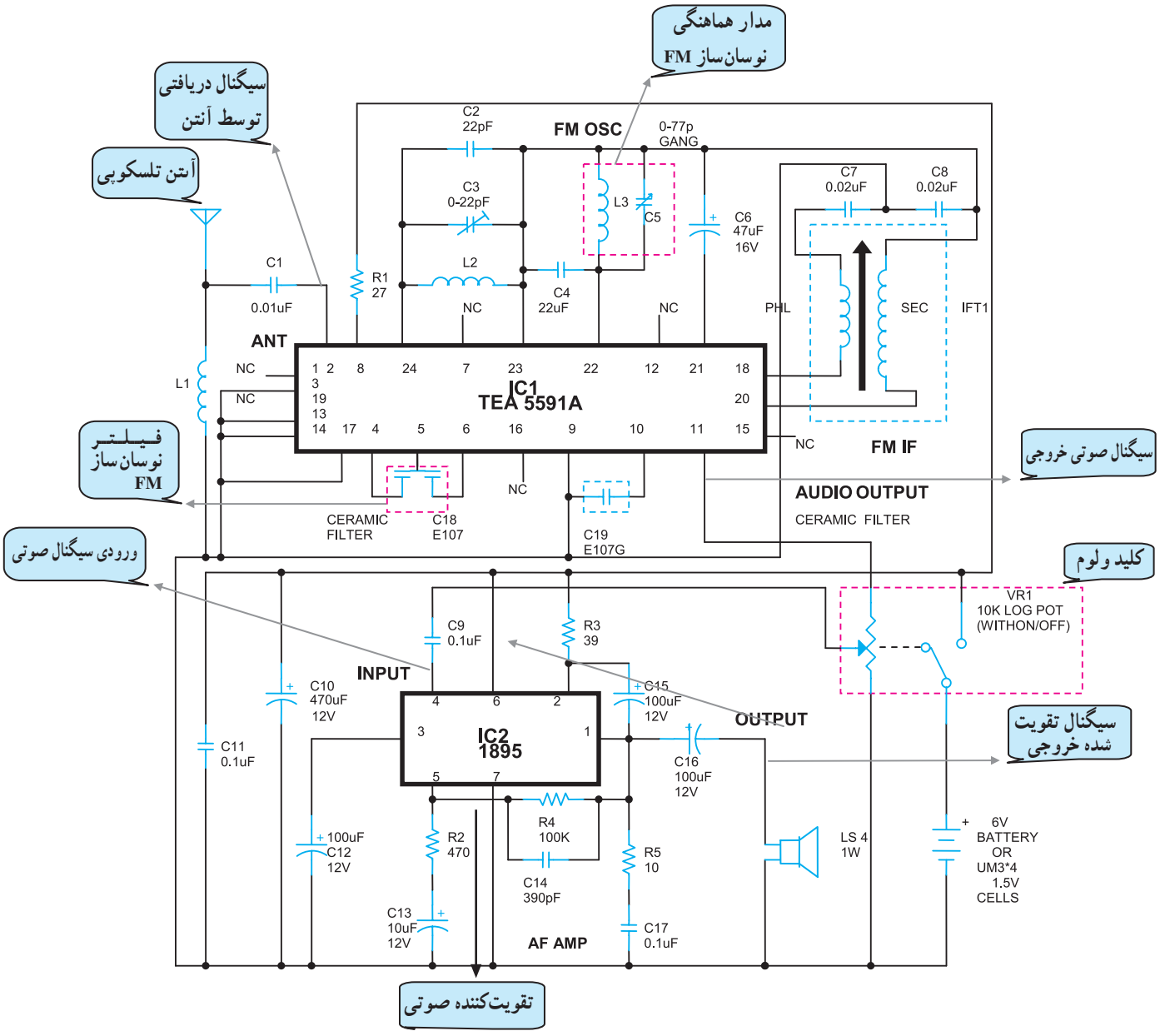
در شکل (۲۷ــ۳) خازن‌های متغیر مدار هماهنگی ورودی (V_{C_1}) و خازن نوسان‌ساز (V_{C_2}) به‌طور هم محور و هم زمان تغییر می‌کنند. خازن‌های تریمر T_{C_1} و T_{C_2} برای تنظیم نهایی فرکانس‌های ابتدا و انتهایی باند FM به کار می‌روند.



شکل ۲۷ــ۳ــ خازن‌های هم‌محور

۸ــ۳ــ تیونر گیرنده‌ی رادیویی FM با آی‌سی (IC)

درگیرنده‌های رادیویی جدید از مدارهای یکپارچه IC استفاده می‌شود. معمولاً در این گیرنده‌ها همه‌ی طبقات RF، نوسان‌ساز محلی، مخلوط‌کننده و IF و آشکارساز در داخل یک آی‌سی قرار دارند. در شکل (۲۸ــ۳) یک نمونه گیرنده‌ی رادیویی FM با IC را مشاهده می‌کنید. تیونر و طبقه IF و آشکارساز آن آی‌سی TEA5591A است و تقویت‌کننده صوتی آن آی‌سی IC1895 است.



شکل ۲۸ــ۳ــ مدار یک گیرنده‌ی رادیویی FM با آی‌سی

۹ــ۳ــ کار عملی

آزمایش مدار هماهنگی فیلتر میان گذر موازی ــ عیب‌یابی و تعمیر تیونر FM

زمان: ۶ ساعت

۱ــ۹ــ۳ــ خلاصه آزمایش: فیلتر میان‌گذر موازی در مدارهای هماهنگی گیرنده‌ی رادیویی در طبقات RF، نوسان‌ساز محلی و مخلوط‌کننده و IF کاربرد وسیعی دارد. نمونه‌ای از پاسخ فرکانسی این گونه مدارها را در شکل (۲۹ــ۳) مشاهده می‌کنید. در این آزمایش به بررسی فرکانس رزونانس، پهنای باند، ضریب کیفیت و ترسیم پاسخ فرکانسی مدار هماهنگی RF می‌پردازیم.

۲ــ۹ــ۳ــ تجهیزات موردنیاز:

■ اسیلوسکوپ، شکل (۳۰ــ۳)	یک دستگاه
■ سیگنال ژنراتور AF، شکل (۳۱ــ۳)	یک دستگاه
■ مقاومت $\frac{۱}{۴}$W ۱/۲kΩ	یک عدد
■ سلف ۱۰mH میلی هانری	یک عدد
■ خازن ۱۰۰nf (نانوفاراد)	یک عدد
■ برد بُرد	یک قطعه
■ پروب اسیلوسکوپ و سیم رابط	به مقدار کافی

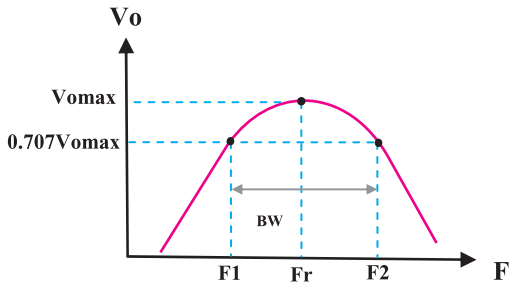
۳ــ۹ــ۳ــ مراحل اجرای آزمایش:

□ مدار شکل (۳۲ــ۳) را روی برد برد ببندید.

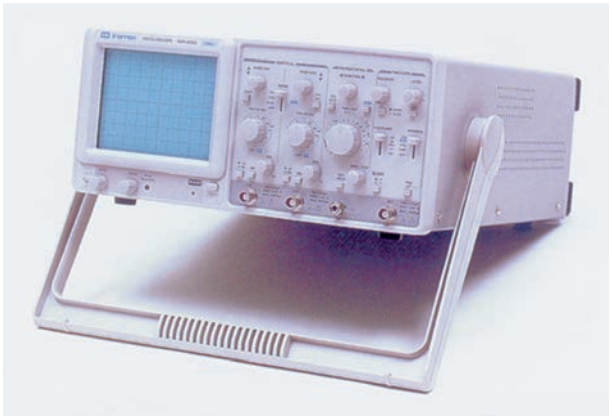
□ کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطه‌ی A (V_i) مدار وصل کنید.

□ کانال ۲ اسیلوسکوپ را به نقطه‌ی B (V_o) مدار وصل کنید.

□ دامنه ولتاژ ورودی از مولد AF را روی ۴ ولت تنظیم کنید.

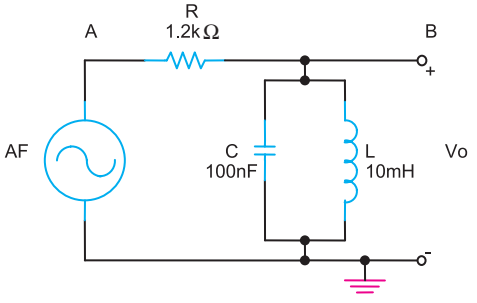


شکل ۲۹ــ۳



شکل ۳۰ــ۳ــ اسیلوسکوپ

شکل ۳۱ــ۳ــ دستگاه سیگنال ژنراتور AF



شکل ۳۲ــ۳

□ فرکانس سیگنال ورودی را بین صفر تا ۲۵۰kHz مطابق جدول (۱ــ۳) تغییر دهید. با اندازه‌گیری دامنه ولتاژهای V_i و V_o به‌طور همزمان جدول را تکمیل کنید.

توجه: در طول مراحل آزمایش باید مقدار ولتاژ ورودی V_i روی عدد ۴ ولت ثابت باشد.

جدول ۱ــ۳

V_O ولتاژ خروجی	V_i ولتاژ ورودی	F فرکانس
	$4V_{p-p}$	۱۰kHz
	$4V_{p-p}$	۵۰kHz
	$4V_{p-p}$	۱۰۰kHz
	$4V_{p-p}$	۱۶۰kHz
	$4V_{p-p}$	۱۷۰kHz
	$4V_{p-p}$	۲۰۰kHz
	$4V_{p-p}$	۲۵۰kHz

□ فرکانس ورودی را در محدوده‌ی ۱۵۰ kHz تا ۱۷۰ kHz به آرامی تغییر دهید تا مقدار ولتاژ خروجی حداکثر شود، مقدار فرکانس را در این حالت یادداشت کنید.

نام این فرکانس چیست؟

f_r =.....Hz

آیا این فرکانس را در جدول به‌دست آورده‌اید؟

پاسخ:.....

.....

.....

.....

.....

□ آیا مقدار محاسبه شده فرکانس با مقدار اندازه‌گیری شده برابر است؟ دلیل آن‌را بنویسید.

پاسخ: $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ =..... Hz

.....

.....

.....

.....

□ فرکانس سیگنال ورودی را از مقدار رزونانس به آرامی کاهش دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی $V_{O_C} = 0/707 V_{O_{max}}$ بشود. سپس مقدار این فرکانس را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

پاسخ: f_{L_C} =?..... Hz

V_{O_C} =?..... V

.....

.....

.....

□ نام فرکانس به‌دست آمده چیست؟

پاسخ:
.....
.....
.....
.....
.....

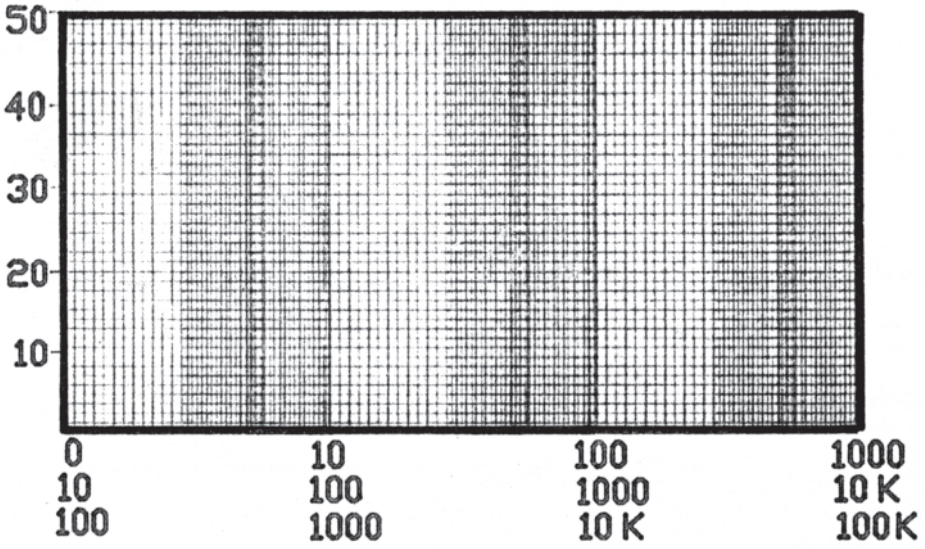
□ فرکانس سیگنال ورودی را مجدداً روی حالت رزونانس قرار دهید. سپس آن را به آرامی افزایش دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی $۰/۷۰۷V_{O_{max}}$ شود. مقدار فرکانس را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

پاسخ:
$f_{H_C} = ?$..... Hz
$V_{O_C} = ?$..... V
.....
.....
.....

□ نام فرکانس به‌دست آمده چیست؟

پاسخ:
.....
.....
.....
.....
.....

□ با توجه به مقادیر جدول (۱ــ۳) پاسخ فرکانسی فیلتر را بر روی شکل (۳۳ــ۳) ترسیم کنید.



شکل ۳۳ــ۳

محور افقی را برحسب فرکانس تقسیم‌بندی کنید.
محور عمودی را برحسب ولتاژ تقسیم‌بندی کنید.

□ پهنای باند و ضریب کیفیت مدار را با توجه به منحنی پاسخ فرکانسی و روابط مقابل به‌دست آورید و با هم مقایسه کنید. نتایج حاصل از این آزمایش را به‌طور خلاصه بنویسید.

$$BW = f_H - f_L = \cdots\cdots\cdots Hz$$

$$Q = \frac{fr}{BW} = \cdots\cdots\cdots$$

نتایج:.....

.....

.....

.....

.....

□ با توجه به نوع گیرنده‌ی FM که در اختیار دارید ورودی وخروجی تیونر را تشخیص دهید آن را بررسی، عیب‌یابی و تعمیر کنید.

□ در صورتی‌که گیرنده‌ی FM از نوع آی‌سی‌دار باشد ولتاژ پایه‌ها را اندازه‌گیری و شکل موج آن را مشاهده کنید.

آزمون پایانی (۳)

۱ــ باند فرکانسی FM کدام است؟

۱) ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز ۲) ۸۸ تا ۱۰۸ کیلوهرتز ۳) ۵۳۰ تا ۱۶۰۰ کیلوهرتز ۴) ۳ تا ۸ مگاهرتز

۲ــ تیونر را تعریف کنید.

۳ــ افزایش کوپلاژ آنتن برای چه منظوری است؟

۴ــ کدام‌یک از موارد زیر از مزایای تیونر FM است؟

۱) افزایش انتخابگری سیگنال رادیویی ایستگاه ۲) کاهش تشعشع امواج فرکانس بالا

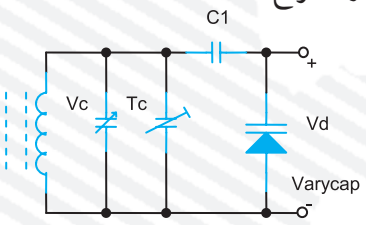
۳) افزایش نسبت سیگنال به نویز ۴) به حداقل رسیدن حساسیت

۵ــ تقویت‌کننده‌ی RF درگیرنده FM معمولاً در چه آرایشی قرار می‌گیرد؟ چرا؟

۶ــ کلاس تقویت‌کننده‌ی RF در تیونر FM کدام است؟

۱) C ۲) A ۳) AB ۴) B

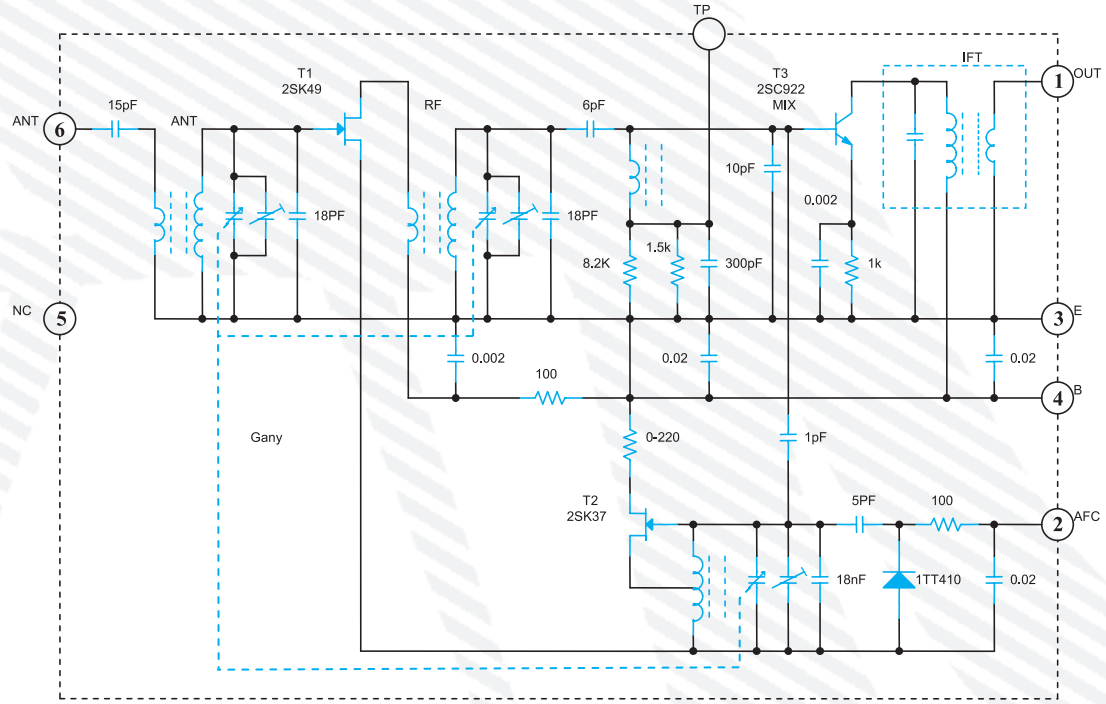
۷ــ نحوه‌ی تغییر فرکانس رزونانس مدار هماهنگ شکل (۳ــ۳۴) را تشریح کنید.



شکل ۳ــ۳۴

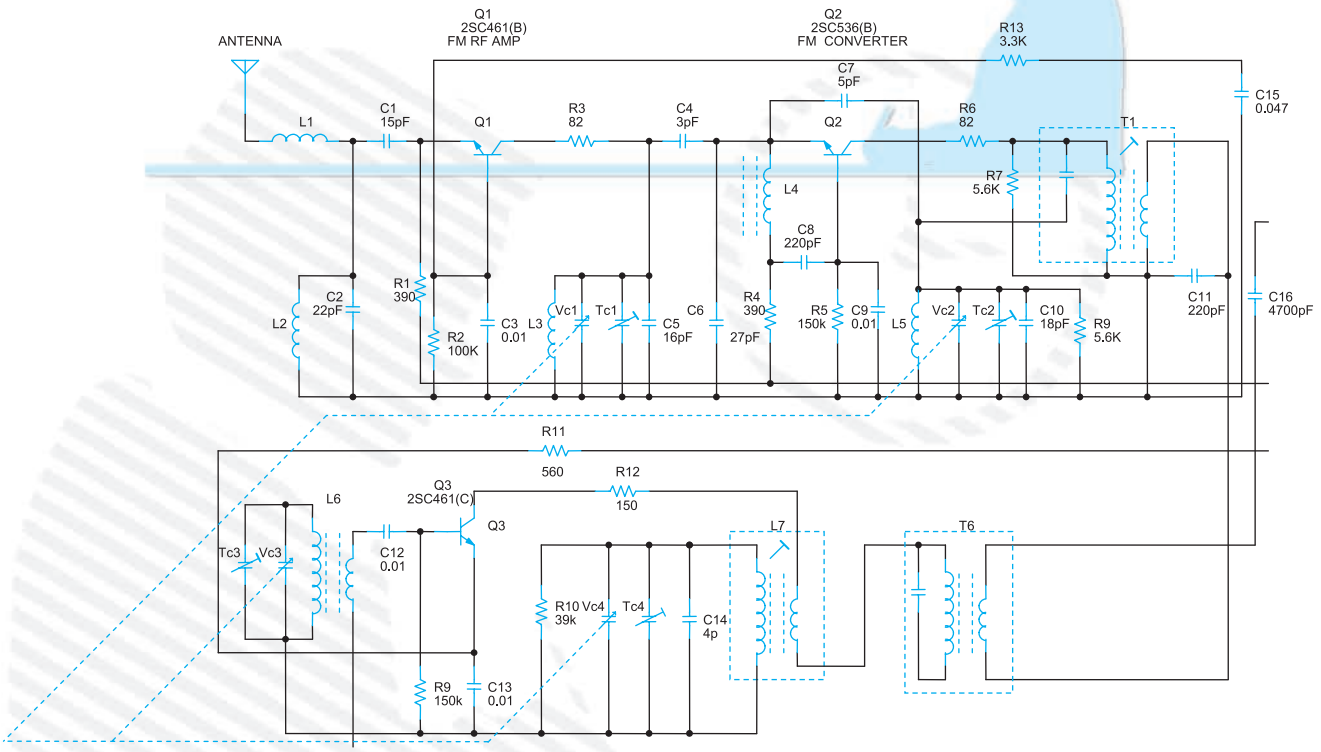
۸ــ نام مدار شکل (۳ــ۳۵) چیست؟

۱) تقویت‌کننده‌ی RF ۲) کنورتور ۳) نوسان‌ساز محلی ۴) تیونر



شکل ۳ــ۳۵

ـ با توجه به مدار شکل (۳۶ـ۳) به سؤالات زیر پاسخ دهید.



شکل ۳۶ـ۳

۹ـ ترانزیستورهای Q_1 و Q_2 چه آرایشی دارند؟

۱۰ـ نام عناصر مدار هماهنگ دریافت سیگنال ایستگاه رادیویی را بنویسید.

۱۱ـ نقش ترانزیستور Q_1 و Q_2 را شرح دهید.

۱۲ـ مقاومت‌های بایاسینگ Q_1 و Q_2 را نام ببرید.

۱۳ـ نقش خازن‌های C_1 و C_2 را بنویسید.

پاسخ‌نامه‌ی پیش‌آزمون (۱)

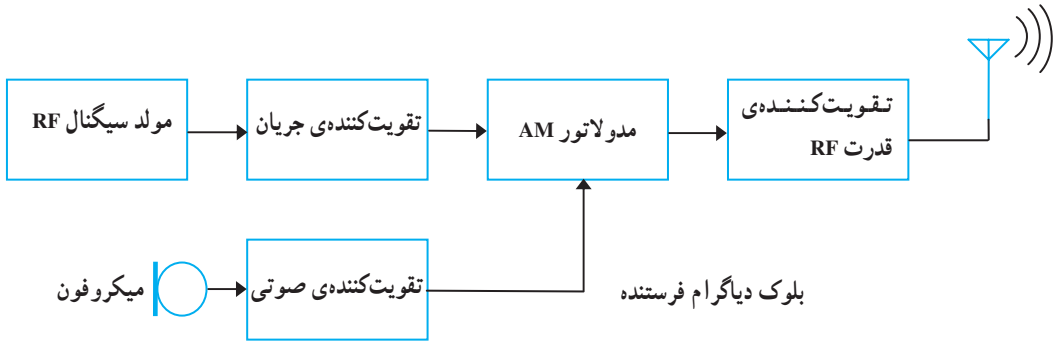
۱ــ عمل سوار کردن یک سیگنال صوتی «پیام» را بر روی سیگنال رادیویی RF یا «حامل»، مدولاسیون گویند.

۲ــ الف ــ مدولاسیون دامنه AM ب ــ مدولاسیون FM

۳ــ در مدولاسیون FM دامنه‌ی سیگنال حامل ثابت است ولی فرکانس آن متناسب با دامنه‌ی پیام تغییر می‌کند. تغییرات دامنه‌ی سیگنال پیام، فرکانس سیگنال حامل را تغییر می‌دهد.

۴ــ ۴

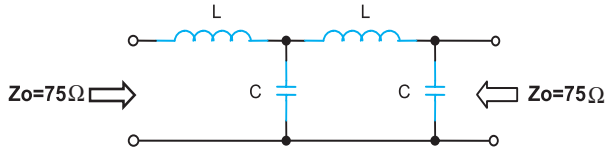
۵ــ



بلوک دیاگرام فرستنده

۶ــ نقش آنتن دریافت امواج الکترومغناطیسی سیگنال رادیویی ایستگاه می‌باشد.

۷ــ



۸ــ کابل کواکسیال را خط هم محور یا نامتعادل می‌نامند.

۹ــ آکوستیک یعنی، تولید، ارسال و دریافت انرژی به صورت ارتعاش در ماده است.

۱۰ــ ۲

۱۱ــ برای به‌دست آوردن سیگنال IF در گیرنده‌های AM و FM از نوسان‌ساز و مخلوط‌کننده استفاده می‌شود.

$$F_{IF} = F_{LOSC} - F_{RF}$$

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی «۱»

۱ــ عمل سوار کردن یک سیگنال صوتی «پیام» را بر روی سیگنال رادیویی RF یا حامل، مدولاسیون گویند.

۲ــ در مدولاسیون دامنه‌ی فرکانس سیگنال حامل، **ثابت** است و دامنه‌ی سیگنال حامل، متناسب با دامنه‌ی سیگنال پیام **تغییر** می‌کند.

۲ــ۳

۳ ــ۴ $E_m = ۷۵ - ۶۰ = ۱۵ \qquad m = \frac{E_m}{E_c} = \frac{۱۵}{۶۰} = ۰/۲۵$

$EC = ۶۰$

۱ــ۵

ــ۶

ــ۷ $BW = USF - LSF \quad , \quad BW = ۲f_m$

$USF = f_c + f_m = ۴۰۰kHz + ۲kHz = ۴۰۲kHz$

$LSF = f_c - f_m = ۴۰۰kHz - ۲kHz = ۳۹۸kHz$

$BW = USF - LSF = ۴۰۲kHz - ۳۹۸kHz = ۴kHz$

۸ــ در مدولاسیون FM فرکانس سیگنال حامل متناسب با دامنه‌ی سیگنال پیام تغییر می‌کند در این مدولاسیون دامنه‌ی سیگنال حامل، ثابت است.

۹ــ در مدولاسیون FM دامنه‌ی سیگنال حامل، ثابت است و فرکانس سیگنال حامل، متناسب با دامنه‌ی سیگنال پیام تغییر می‌کند.

۱۰ــ ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز

۱۱ــ پخش موسیقی و برنامه‌های رادیویی و مخابرات بین زمین وماهواره

ــ۱۲ $\Delta f = ۴۵kHz \ , \ f_m = ۱۵kHz \ , \ m_f = \frac{\Delta f}{f_m} = \frac{۴۵kHz}{۱۵kHz} = ۳$

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی (۲)

۱ــ انتخابگری، حساسیت، پایداری، وفاداری

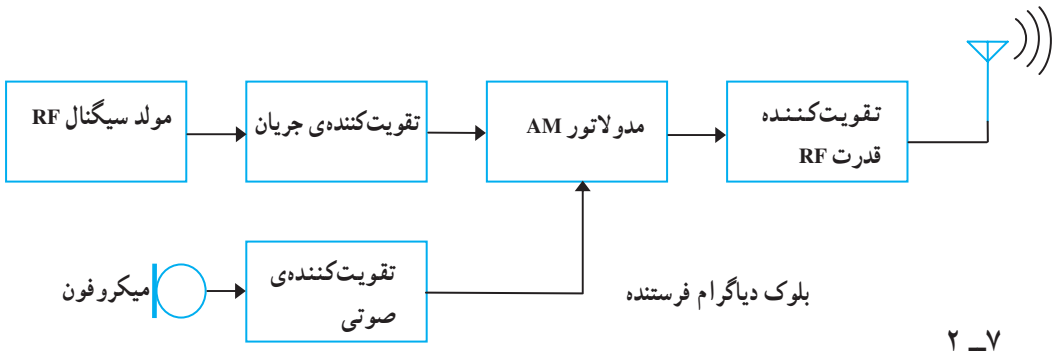
۲ــ انتخابگری ایستگاه رادیویی «با ضریب کیفیت» مدارهای هماهنگی گیرنده‌ی رادیو تعیین می‌شود.

۳ــ قابلیت دریافت حداقل سیگنال ضعیف را **حساسیت** گویند.

۴ــ میزان ثبات فرکانس درگیرنده‌ی رادیویی را پس از دریافت ایستگاه **پایداری** گویند.

۵ــ ۲

۶ــ



بلوک دیاگرام فرستنده

۷ــ ۲

۸ــ کریستال کوارتز باعث پایداری فرکانس نوسان‌ساز می‌شود.

۹ــ تقویت جریان سیگنال حامل فرستنده، توسط تقویت‌کننده‌ی بافر انجام می‌شود.

۱۰ــ تقویت‌کننده‌ی قدرت RF در فرستنده‌ی AM در کلاس C کار می‌کند.

۱۱ــ طبقات تقویت‌کننده‌های RF و آشکارساز، تقویت‌کننده‌ی صوتی و قدرت و بلندگو

۱۲ــ نداشتن ضریب تقویت‌کنندگی یکنواخت در طول باند، حساسیت ضعیف، به نوسان افتادن طبقات، نداشتن انتخابگری مناسب

۱۳ــ تقویت‌کننده‌ی RF و مخلوط‌کننده، نوسان‌ساز محلی، تقویت‌کننده‌ی IF و آشکارساز AGC و تقویت‌کننده‌ی صوتی، بلندگو

۱۴ــ ۳

۱۵ــ ۴ $F_{LOSC} = F_{RF} + F_{IF} = ۷۴۵ + ۴۵۰ = ۱۱۹۵kHz$

۱۶ــ هترودایِن به معنی **مخلوط کردن** دو فرکانس است.

۱۷ــ ۳

۱۸ــ ۲

۱۹ــ ۲

۲۰ــ بهره‌ی تقویت‌کننده‌ی طبقه IF توسط مدار **AGC** کنترل می‌شود.

۲۱ــ وظایف ترانسفورماتورهای IF عبارتست از : تطبیق امپدانس بین طبقات، افزایش راندمان، و بارالقایی طبقات IF

۲۲ــ جدا کردن پوش سیگنال مدوله شده‌ی پیام از سیگنال RF

۲۳ــ ۳

۲۴ــ

مخلوط‌کننده = C　　تقویت‌کننده RF = A

آشکارساز = D　　نوسان‌ساز محلی = B

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی (۳)

۱ــ مدولاتور فرکانس در واقع یک **نوسان‌ساز فرکانس** RF است.

۲ــ مدار پیش تأکید و تقویت‌کننده. کاربرد آن برای تقویت دامنه‌ی سیگنال‌های فرکانس بالاست.

۳ــ ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز و فرکانس F_{IF} =۱۰/۷MHz

۴ــ افزایش پهنای باند تقویت‌کننده. با موازی کردن یک مقاومت با مدار هماهنگ موازی ضریب کیفیت کاهش می‌یابد.

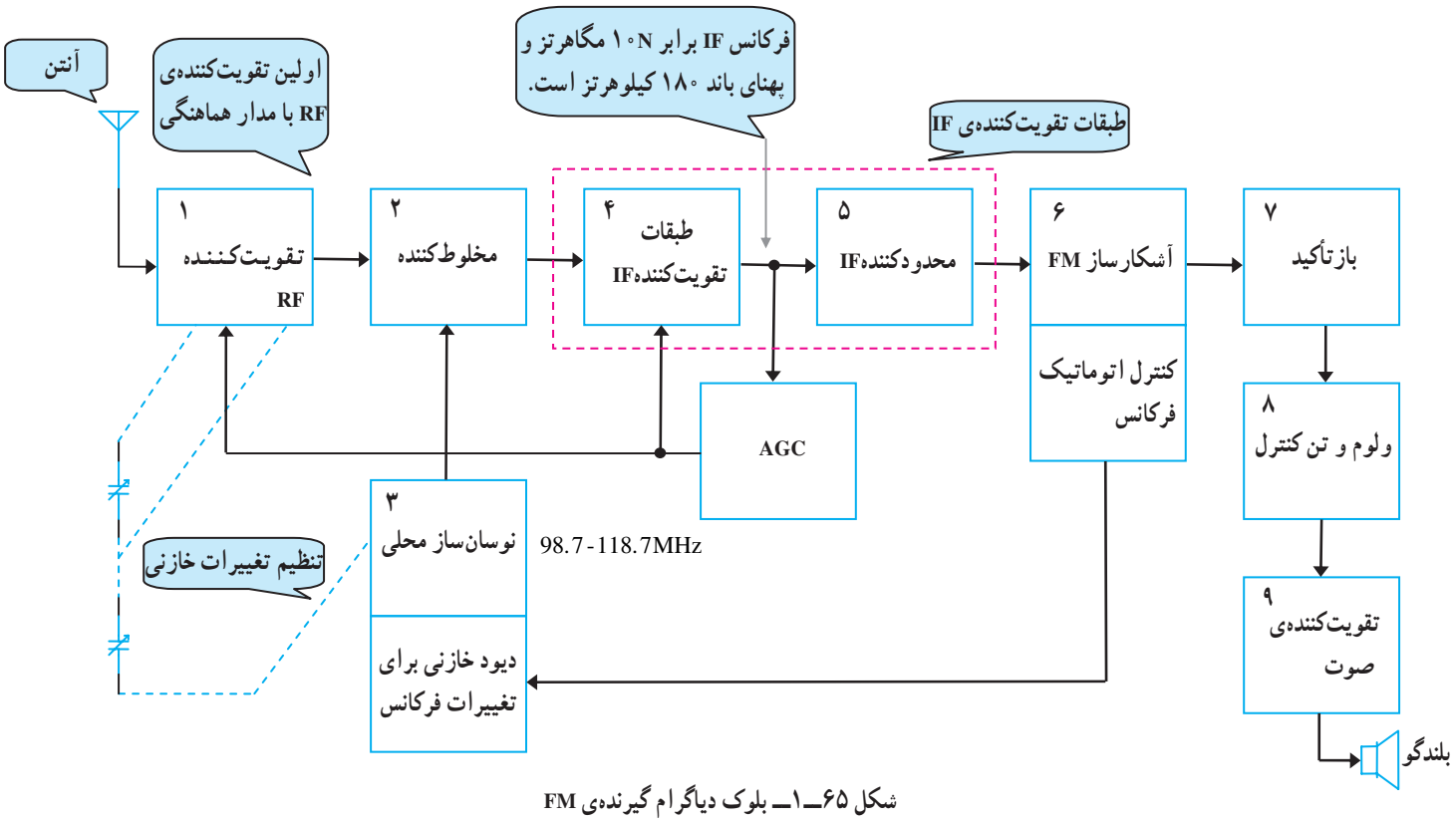
۵ــ AFC اتوماتیک کنترل فرکانس

۶ــ برای حذف نویز در گیرنده‌ی FM از مدار **محدودکننده** استفاده می‌شود.

۷ــ تضعیف دامنه‌ی سیگنال‌های فرکانس بالا در گیرنده توسط مدار باز تضعیف انجام می‌شود.

۸ــ مدار کنترل تن در گیرنده‌ی FM برای تنظیم صدای زیر و بم سیگنال صوتی است.

۹ــ شکل (۶۵ــ۱)



شکل ۶۵ــ۱ــ بلوک دیاگرام گیرنده‌ی FM

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی (۴)

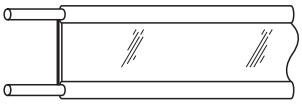
۱ــ برای انتقال انرژی الکتریکی بین فرستنده تا آنتن و همچنین از آنتن تا گیرنده از خطوط انتقال استفاده می‌شود.

۲ــ ۱

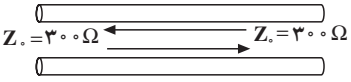
۳ــ در یک خط انتقال که در انتها، اتصال کوتاه شده است تمام انرژی منتشر شده از سوی منبع مجدداً به طرف منبع منعکس می‌شود و از ترکیب دو موج در طول خط امواج ایستا به‌وجود می‌آید؟

۴ــ $۳\times۱۰^{۸}\ m/s$

۵ــ

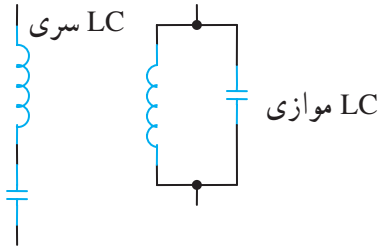


خط دوسیمه متعادل



۶ــ کابل هم محور یا نامتعادل به نام کواکسیال ۱ــ هادی داخلی ۲ــ عایق ۳ــ روکش ۴ــ هادی خارجی ۵ــروکش اصلی کابل

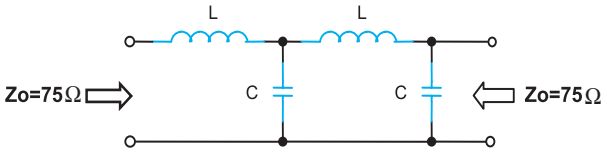
۷ــ



۸ــ یک خط انتقال در فرکانس RF دارای امپدانس مشخصه (Z_o) است که مقدار آن از رابطه $Z_o=\sqrt{\frac{L}{C}}$ به‌دست می‌آید.

۹ــ یک خط انتقال با طول معین دارای یک امپدانس خاصی است که می‌توان به عنوان یک مقاومت ظاهری در خطوط انتقال به‌کار برد.

۱۰ــ



پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی (۵)

۱ــ هرگونه انرژی الکتریکی ناخواسته که به راحتی در یک مدار الکتریکی ظاهر شود و روی سیگنال الکتریکی اصلی اغتشاش ایجاد کند نویز نامیده می‌شود.

۲ــ نویز داخلی، نویز خارجی، نویز ساخت بشر، نویز اتمسفری

۳ــ نسبت سیگنال به نویز ورودی به سیگنال به نویز خروجی یک تقویت‌کننده را عدد نویز گویند.

$$F = \frac{(S/N)_{in}}{(S/N)_o}$$

۴ــ

$$S/N = (\frac{۲۰\mu V}{۵\mu V})^۲ = ۱۶ \qquad S_{RF} = ۲۰۰\mu V$$ دامنه‌ی سیگنال

$N = ۵۰\mu V$ دامنه‌ی سیگنال نویز

۵ــ با فیلتر RC، این فیلتر را روی خط انتقال و خط تغذیه قرار می‌دهند.

۶ــ نویز ناشی از حرارت

۷ــ با استفاده از ترانزیستورهای چهار پایه که پایه‌ی S ترانزیستور را به زمین مدار وصل می‌کنند.

۸ــ معمولاً تیونر گیرنده را در یک محفظه‌ی آلومینیومی قرار می‌دهند و بدنه‌ی آن‌را به زمین مدار وصل می‌کنند.

۹ــ از فیلترهای RC با خازن‌های پرظرفیت در مدارهای تغذیه گیرنده و یا دستگاه‌های صوتی استفاده شود.

۱۰ــ خیر، ولی می‌توان اثر آن را تضعیف کرد.

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی «۶»

۱ــ تولید، ارسال و دریافت انرژی به‌صورت ارتعاش در ماده.

۲ــ صدا بر اثر حرکت مولکول‌های هوا به‌وجود می‌آید، به عبارت دیگرصدا بر اثر حرکت و لرزش اشیا به‌وجود می‌آید.

۳ــ گوش بیرونی، گوش میانی، گوش درونی ــ قسمت بیرونی گوش شامل : لاله‌ی گوش، مجرای شنوایی، پرده‌ی صماخ و طبله‌ی گوش است.

۴ــ ۳

۵ــ حداقل شدت آکوستیکی را که برای تشخیص یک فرکانس لازم است، آستانه‌ی شنوایی گویند.

۶ــ ۹۰dB گزینه «۱»

۷ــ حرکت و انتشار امواج مشابه حرکت امواج آب در همه‌ی جهات است که پس از مدتی در محیط انتشار خود از بین می‌رود.

۸ــ امواج فروصوتی یا مادون صوت، امواج فراصوتی یا مافوق صوت، امواج صوتی

۹ــ در صنایع نظامی، تعیین عمق آب، کشف زیردریایی‌های غرق شده

۱۰ــ ۳

پاسخ‌نامه‌ی آزمون میانی «۷»

۱ــ میکروفون وسیله‌ای است که انرژی مکانیکی صوتی را به نوسانات الکتریکی تبدیل می‌کند.

۲ــ میکروفون زغالی، الکترومغناطیسی، الکترودینامیکی و خازنی

۳ــ امپدانس خروجی میکروفون بین ۲۰۰ تا ۶۰۰ اهم است و باند فرکانسی آن در محدوده‌ی ۳۰ هرتز تا ۱۷ کیلوهرتز قرار دارد.

۴ــ میکروفون خازنی یا الکترواستاتیکی یک خازن متغیر است که یکی از صفحات آن ثابت و دیگری متحرک بوده و به دیافراگم متصل است. با ارتعاش مولکول‌های هوا در مقابل صفحه‌ی دیافراگم (صفحه‌ی متحرک خازن) فاصله بین صفحات تغییر می‌کند و در نهایت باعث تغییر ظرفیت خازنی می‌شود.

۵ــ به سه دسته تقسیم می‌شوند یک میکروفون همه جهته که صدا را از تمام جهات دریافت می‌کند. میکروفون دو جهته که صدا را از دو جهت دریافت می‌کند و میکروفون یک جهته که صدا را فقط از یک جهت دریافت می‌کند.

۶ــ ۳ــ میکروفون الکترومغناطیسی

پاسخ‌نامه‌ی آزمون پایانی فصل «۱»

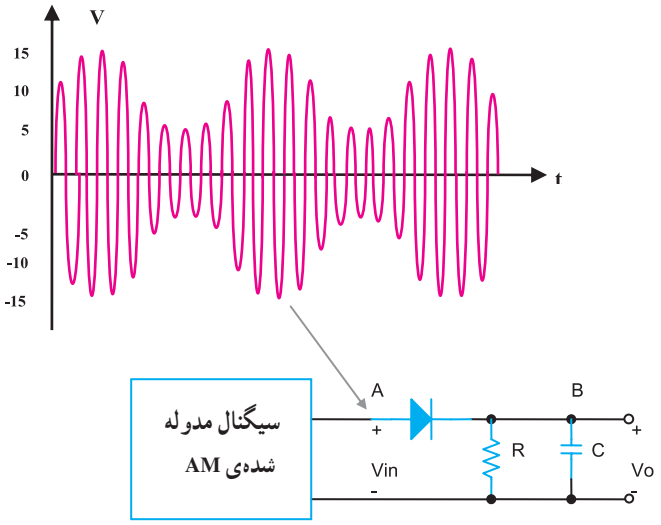
شماره سؤال	پاسخ
۱	۲
۲	۲
۳	۱
۴	۲
۵	۱
۶	۴
۷	۳
۸	۴
۹	۲
۱۰	۳
۱۱	۳
۱۲	۲
۱۳	۴
۱۴	تقویت‌کننده‌ی RF و مخلوط‌کننده‌ی طبقه صوتی و بلندگو

پاسخ‌نامه‌ی پیش‌آزمون «۲»

۱ــ مدارکنترل اتوماتیک ولتاژ (AVC) یا کنترل اتوماتیک بهره‌ی (AGC)، دامنه‌ی سیگنالIF را در گیرنده ثابت می‌کند.

۲ــ برای جلوگیری از تغییر فرکانس، از مدار کنترل اتوماتیک فرکانس استفاده می‌شود.

۳ــ



۳ــ۴

۲ــ۵

۱ــ۶

۱ــ۷

۴ــ۸

پاسخ‌نامه‌ی آزمون پایانی «۲»

۷ــ ۱) معیوب بودن دیود آشکارساز ۲) اتصال کوتاه بودن خازن فیلتر آشکارساز

۸ــ آشکارسازی است که در آن از دو مدار هماهنگی مشابه استفاده شده است.

۹ــ ۱۰/۷۷۵MHz

۱۰ــ ۱۰/۶۲۵MHz

شماره سؤال	پاسخ
۱	۳
۲	۱
۳	۲
۴	۳
۵	۳
۶	۲

پاسخ‌نامه‌ی پیش‌آزمون (۳)

شماره سؤال	پاسخ
۱	۲
۲	۴
۳	۳
۴	۲
۵	۲
۶	اگر فرکانس نوسان‌ساز محلی درگیرنده‌ی FM تغییر کند، فرکانس $I_F = ۱۰/۷MHz$ هم تغییر خواهد کرد، بنابراین در خروجی آشکارساز، پیام ظاهر نمی‌شود.
۷	۳
۸	۳

پاسخ‌نامه‌ی آزمون پایانی (۳)

۱ـ۱

۲ـ مجموعه‌ی تقویت‌کننده‌ی RF، نوسان‌ساز محلی و مخلوط‌کننده را تیونر گویند.

۳ـ سیگنال دریافت شده از آنتن از طریق کوپلاژ به تقویت‌کننده‌ی RF اعمال می‌شود.

۳ ـ۴

۵ـ بیس مشترک. زیرا دارای پاسخ فرکانسی و پهنای باند وسیع می‌باشد تا محدوده‌ی ۸۸ تا ۱۰۸ مگاهرتز به طور یکنواخت تقویت شود.

۲ـ۶

۷ـ با تغییر ولتاژ معکوس دو سر دیود خازنی ظرفیت خازنی آن تغییر می‌کند. این تغییرات با ظرفیت خازنی C_1 به صورت سری قرار می‌گیرد و معادل آن‌ها با خازن‌های تریمر و واریابل موازی می‌شود و در نهایت ظرفیت معادل به‌دست می‌آید. $C_{eq} = (\frac{C_1.C_d}{C_1+C_d}) + T_C + V_C$ و به این ترتیب فرکانس تغییر می‌کند. $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$

۴ـ۸

۹ـ بیس مشترک

۱۰ـ آنتن L_1 و C_2 و L_2

۱۱ـ Q_1 به عنوان تقویت‌کننده‌ی RF و Q_2 مخلوط‌کننده‌ی گیرنده‌ی FM است.

۱۲ـ مقاومت R_{13} و R_2 مقاومت‌های بایاس بیس Q_1 هستند. مقاومت R_1 مقاومت امیتر Q_1 و پایداری حرارتی می‌باشد و مقاومت R_6 مقاومت کلکتور Q_1 است.

مقاومت R_5 مقاومت بایاس بیس Q_2 و R_4 مقاومت بایاس امیتر Q_2 و مقاومت R_6 مقاومت کلکتور Q_2 است.

۱۳ـ خازن C_1 کوپلاژ سیگنال رادیویی RF به امیتر ترانزیستور Q_1 است و خازن C_4 کوپلاژ سیگنال تقویت شده‌ی RF به امیتر ترانزیستور کنورتور است.

منابع و مآخذ

۱ــ ELECTRONIC COMMUNICATIONS

By: DENNIS RODDY and JOHN COOLEN. PHI

۲ــ Solid State Radio Engineering

By: Krauss and Bastion

۳ــ ELECTRONIC COMMUNICATIONS

SCHAUM'S VOCATIONAL AND TECHNICAL SERIES.

۴ــ ELECTRONICS Principles and Applications

By: schuler

۵ــ آنتن‌های زمینی ــ ماهواره‌ای، مترجم : علیرضا سرورالدین

Antennas and Transmission lines

By: THOMAS ADAMSON

۶ــ سیستم‌های فرستنده وگیرنده‌ی رادیویی AM-FM ، ترجمه و تألیف : سعادت، مجتمع دانشگاهی فنی و مهندسی.

۷ــ سیستم‌های مخابراتی الکترونیکی «جلد اول»، تألیف جُرج کندی، مترجمین : فرخ حجت کاشانی، صفی‌الدین صفوی نائینی.

۸ــ مبانی آکوستیک : لارنس نی ــ کینزلر ــ آستین آرفرای، ترجمه : دکتر ضیاءالدین اسمعیل بیگی، دکتر مهدی برکشلی.

۹ــ اصول و تعمیرات رادیو، مجتمع فنی تهران، تألیف : مهندس سعید خرازی‌زاده.

۱۰ــ کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک سال سوم هنرستان کد ۶۳۷/۱ وزارت آموزش و پرورش.

۱۱ــ آزمایشگاه مبانی مخابرات و رادیو، وزارت آموزش و پرورش سال سوم هنرستان کد ۴۷۲/۱ ــ مؤلفان : مهندس یدالله رضازاده، مهندس سیدمحمود صموتی.

۱۲ــ مبانی مخابرات و رادیو، وزارت آموزش و پرورش سال سوم هنرستان ــ کد ۴۶۶/۹ ــ مؤلفان : مهندس سیدمحمود صموتی، مهندس یدالله رضازاده.