آشکارساز فاز

نوشته :
دکتر اردشیر گویری
موسسه علوم وفنون هسته‌ای دانشگاه تهران

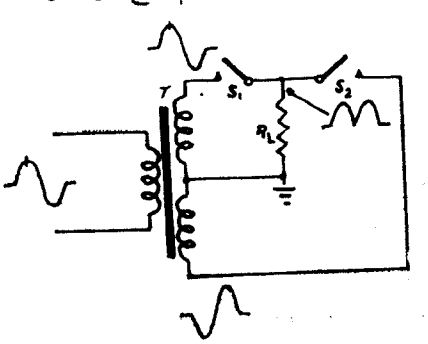
چکیده :

کار اصلی دستگاه آشکارسازی که دراینجا تشریح می‌گردد عبارت است از:
الف: ایجاد یک ولتاژ خروجی مستقیم (d. c.) ، متناسب بادامنه علامت‌الکتریکی متناوب ورودی که علامت آن نشانگر اختلاف فاز سیگنال ورودی نسبت به سیگنال مرجع داخلی است.
ب: آشکارسازی علائم الکتریکی بافاز وبسامد معین وهم‌چنین اندازه‌گیری دامنه آن‌ها (درصورت نبودن آشکارساز این علائم درپارازیت‌های زمینه ناشناخته می‌ماند).

این آشکارساز برای دامنه علائم الکتریکی ورودی درفاصله 10^{-4} تا ۱ (نسبت ماگزیمم دامنه ورودی به می‌نیمم دامنه ورودی) وتا بسامد 100KHz کاملا خطی است که‌درضمن داشتن پاسخ سریع، همراه با طرد بسامدهای تربیعی (۹۰° اختلاف فاز با ولتاژ مرجع)وبسامدهای مزاحم، دارای پایداری درازمدت بسیار خوبی نیز می‌باشد. این مدار ممکن است به عنوان مدولاتورنیز بکار برده شود .

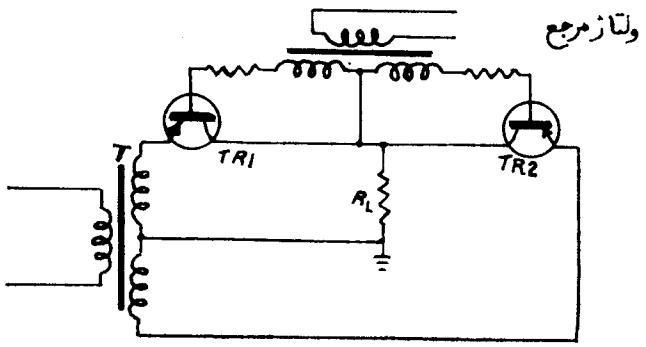
پیش گفتار :

هنگامی که یک‌ولتاژ متناوب به دوسر سیم‌پیچ اولیه مبدل T — مدار شکل(۱) واردگردد،دو ولتاژ بادامنه‌های برابر ولی با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز دردوسر سیم‌پیچ های ثانویه «با اتصال میانی» ظاهر خواهد شد. اکنون اگر کلیدهای S_1 و S_2 درهرنیم تناوب علامت ورودی به نوبت باز وبسته‌گردند دراین صورت مقاومت‌بار خروجی‌نیز به‌نوبت بدوسرنصف سیم‌پیچ ثانویه وصل می‌گردد ودرنتیجه یک ولتاژ یکسو شده تمام موج دردوسر مقاومت بار پدیدار خواهد شد .



ش ۱ مدار یک سوساز تمام موج

یک مدار عملی هم‌ارز با مدار شکل (۱) که در آن دو ترانزیستور TR_1 و TR_2 جای گزین کلیدهای S_1 و S_2 شده‌اند، در شکل (۲) نشان داده شده است. در این مدار یک ولتاژ مرجع بوسیله یک سیم‌پیچ «با اتصال میانی» به‌گونه‌ای به پایه (بیس) دو ترانزیستور وارد می‌گردد که هر یک از دو ترانزیستور بترتیب در نیم تناوب از علامت ورودی عمل هدایت را انجام دهند.

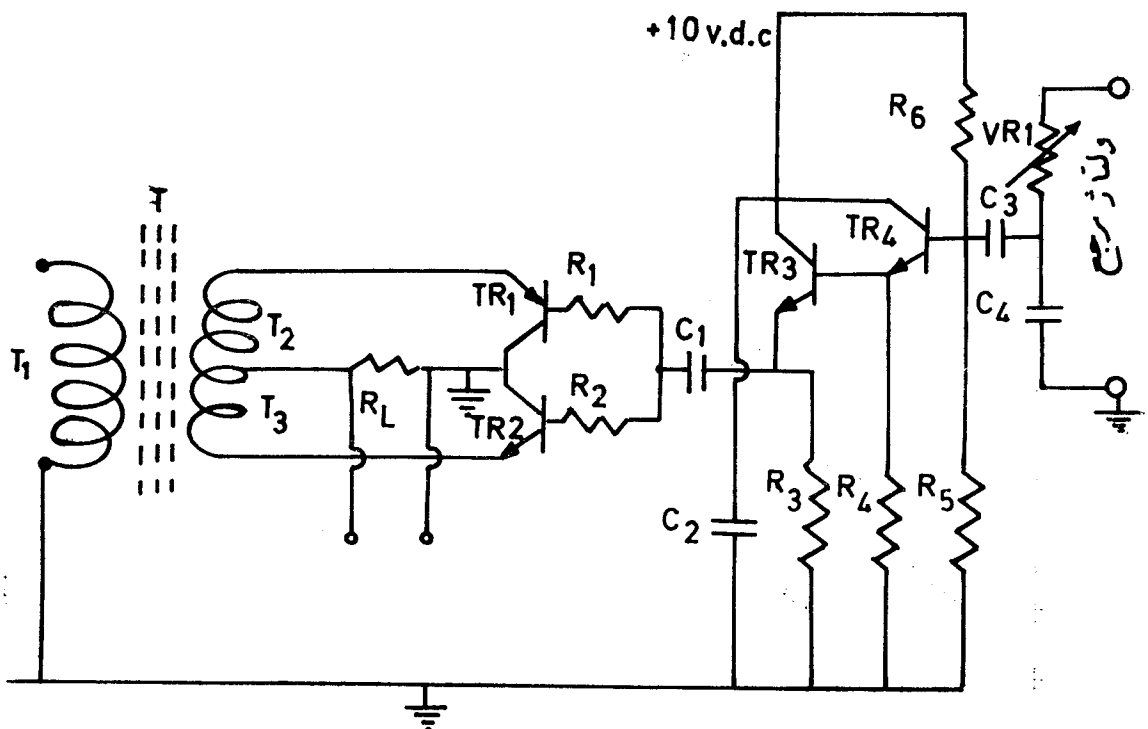


ش ۲ مدار یک سوساز با استفاده از ترانزیستور.

در این مدار ترانزیستورهای TR_1 و TR_2 در حالت معکوس بکار گرفته شده‌اند، یعنی، شدت جریان ورودی مرجع از راه پیوند بیس- کلکتور، نه از راه پیوند امیتر- بیس، وارد آن‌ها می‌گردد، زیرا در این حالت پیوندها همانند یک کلید موثر عمل خواهند نمود.

مدار آشکارساز :

مدار بکار برده شده جهت بررسی چگونگی کار آشکارساز در شکل (۳) نشان داده شده است. در این مدار سیم اتصال زمین (اتصال مشترک) به انتهای دیگر مقاومت بار منتقل گردیده است و در ضمن از دو ترانزیستور مکمل PNP و NPN استفاده شده است.



شکل ۳ مدار آشکارساز.

این مدار نسبت به مدار نشان داده شده درشکل (۲) دارای برتری‌های زیر می‌باشد:

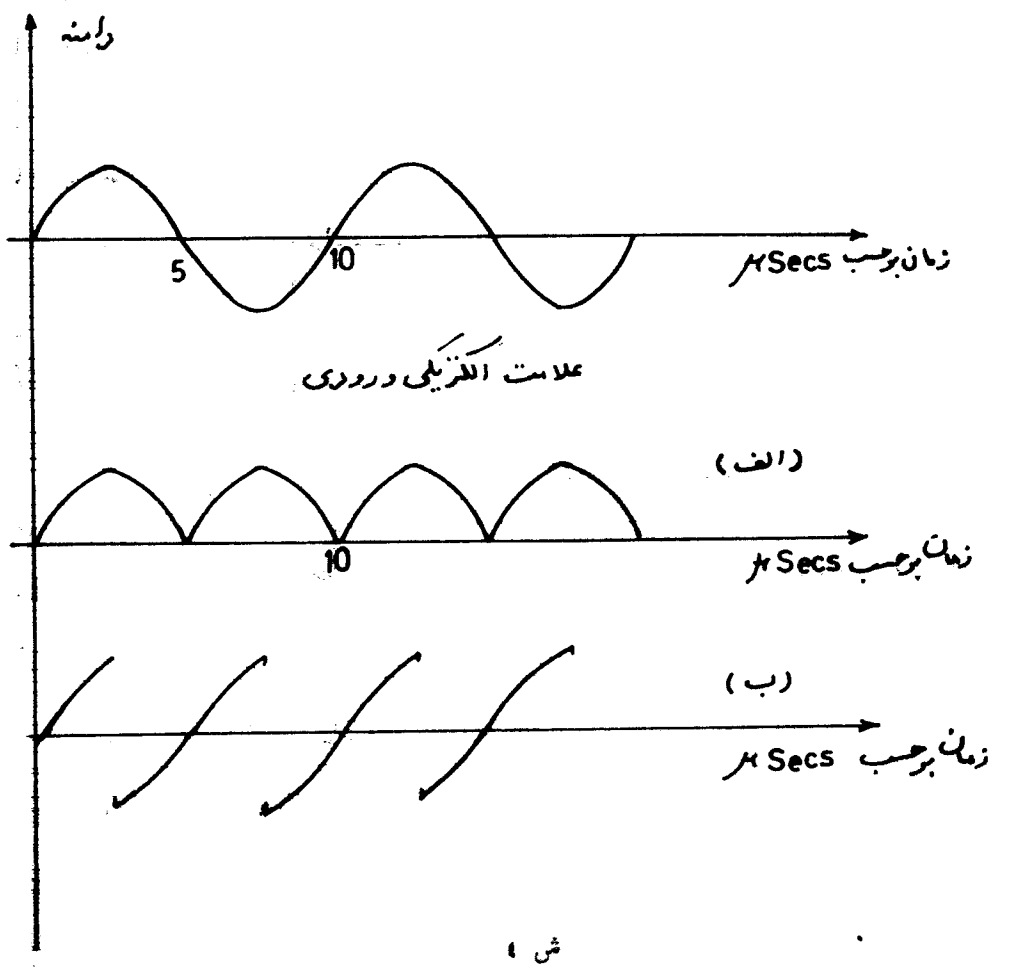
۱- ازآنجاکه ترانزیستور TR_1 ازنوع PNP وترانزیستور TR_2 ازنوع NPN است، ازاینرو می‌توان از یک ولتاژ مرجع تک اتصالی استفاده کرد زیرا درهرنیم تناوب ولتاژ مرجع یکی ازترانزیستورها درحال هدایت ودیگری درحالت قطع خواهد بود.

۲- درتحت شرائط ورودی صفر، دردوسر مقاومت بار، ولتاژ مانده کمتری وجود دارد، زیرا اثرات ناشی از ناکامل بودن خاصیت کلیدی ترانزیستورها، مخالف یکدیگر می‌باشند.

چگونگی کار مدار :

درمدار شکل(۳) هنگامی که ترانزیستور TR_1 درحالت هدایت می‌باشد، کلکتور- امیتر TR_2 به‌دوسر سیم‌پیچ ثانویه متصل می‌گردد. ازاینرو برای اینکه TR_2 درحالت قطع باقی بماند، ولتاژبیس آن بایستی نسبت به‌ولتاژ امیتر و همچنین ولتاژ کلکتور منفی باشد. به عبارت دیگر هنگامی که ولتاژ مرجع نسبت به زمین (کلکتور مشترک) منفی است TR_1 که ازنوع PNP است درحالت هدایت خواهد بود ودرهنگامی که‌ولتاژ مرجع نسبت‌به زمین مثبت است TR_2 که از نوع NPN است عمل هدایت راانجام خواهد داد. دراین مدار دامنه ولتاژ مرجع به‌توانائی تحمل ولتاژ معکوس پیوندهای بیس- امیتر وبیس کلکتور بستگی دارد، یعنی، اختلاف ولتاژ بین ماگزیمم ومی‌نیمم ولتاژ مرجع نباید ازتوانائی تحمل ولتاژ معکوس این پیوندها بیشتر باشد.

چنانچه امپدانس ورودی (متصل به سیم‌پیچ اولیه) پائین باشد (مثلا امپدانس خروجی یک مدار امیتر- فالوور) دراین صورت امپدانس ترانزیستور درحالت قطع مهم نخوا هد بود زیرا این امپدانس درسیم‌پیچ اولیه منعکس

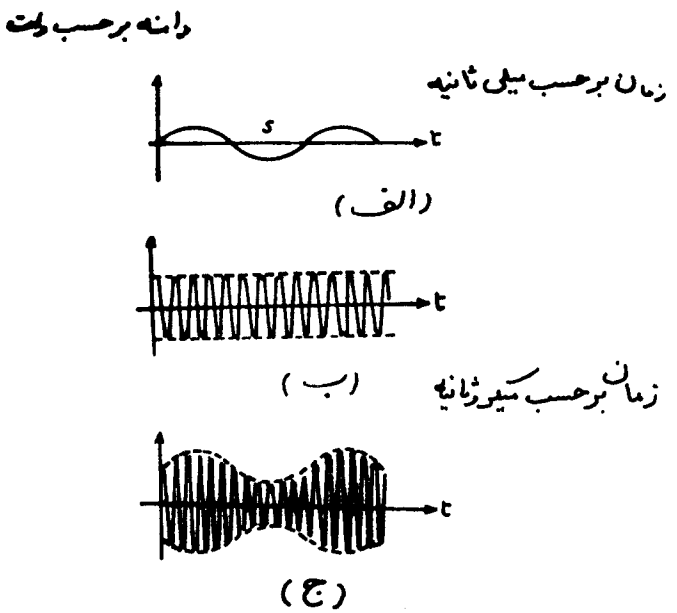


ش ۱

می‌گردد وبعلاوه شدت جریان نشتی ترانزیستور درمقاومت بار جریان پیدا نمی‌کند.

درمدار شکل (۳) بیس‌های ترانزیستورهای مکمل TR_1 و TR_2 بوسیله یک‌چشمه شدت جریان‌ثابت وپایدار (مداردارلینگتن) تغذیه می‌گردند. این قسمت از مدار بوسیله یک ولتاژ مرجع بکار می‌افتد. فاز ولتاژ مرجع بوسیله مقاومت متغییر VR_1 قابل تنظیم است. چنانچه علامت ورودی وولتاژ مرجع هم‌فاز باشند دراین صورت یک علامت یکسوی تمام موج در دوسر مقاومت بار ظاهر می‌گردد (شکل ٤- الف) وهنگامی‌که علامت ورودی ظاهر شده درامپتر باولتاژ مرجع ۹۰ درجه اختلاف فاز داشته باشد، مقدار ولتاژ مستقیم خروجی دردوسر مقاومت بار نزدیک به صفر خواهد بود (شکل ٤- ب).

ازمدار شکل (۳) می‌توان به عنوان مدولاتور نیز استفاده نمود. دراین کار برد علامت با بسامد کم (مدوله شونده) به دوسر سیم‌پیچ اولیه مبدل وارد می‌گردد درحالیکه علامت با بسامد زیاد (موج حامل) به اتصال‌های ولتاژ مرجع وارد می‌شود. علامت سینوسی ورودی، موج حامل وعلامت مدوله شده بترتیب درشکل‌های (٥- الف) ، (٥ - ب) و(٥- ج) نشان داده شده است.



ش ٥

نتیجه :

مشخصه‌های فنی مهم این آشکارساز رامی‌توان بطور خلاصه چنین بیان نمود:

۱- حالت پایدار صفر- درغیاب علامت ورودی، شرایط کار مدار مستقل ازتغییرات دما، تغییرات ولتاژ منبع تغذیه ودامنه علامت الکتریکی مرجع می‌باشد.

۲- بین دامنه علامت الکتریکی متناوب ورودی وولتاژ مستقیم خروجی یک رابطه خطی برقرار است.

۳- بهره مدار پایدار است وبه علاوه مستقل اززمان، دما، ولتاژ تغذیه یا تغییرات دامنه علامت الکتریکی مرجع می‌باشد.

٤- بسامدهای تربیعی (°۹۰ اختلاف فاز با ولتاژ مرجع) رابخوبی طرد می‌نماید.

٥- دارای پاسخ سریع نسبت به تغییرات دامنه یا فازپوش مدولاسیون می‌باشد.

٦- توانائی پذیرش علامت الکتریکی ورودی با دامنه‌ای درفاصله کاملا وسیع رادارا می‌باشد.

اجزاء الکترونیکی بکار برده شده درمدار شکل (۳)

$T_1 = 20$ دور

$T_2 = T_3 = 10$ دور

T = مبدل با هسته وینکر فرایت (Vinkor Frite) واز نوع LA2402 می‌باشد.

$TR_1 = ASY26(PNP)$

$TR_2 = ASY28(NPN)$

$TR_3 = 2N3711(NPN)$

$TR_4 = 2N3711(NPN)$

$R_1 = R_2 = R_4 = 10K\Omega.$

$RL = 560\,\Omega.$

$R_3 = 2.2\,K\Omega.$

$R_5 = R_6 = 10^3\,K\Omega$

$VR_1 = 250\,K\Omega.$

$C_1 = 0.001\,\mu F.$

$C_2 = 100\,\mu F.$

$C_3 = 0.0047\,\mu F.$

$C_4 = 0.00022\,\mu F.$

منابع

1 — Handbook of line communication, Vol. 1. 1964.

2 — C. M. Burton, Automatic drift compensation in a metal detector head, Dissertation, 1972.