عنوان پروژه :

فرستنده و گیرنده

مادون قرمز

دنیای صنعت برق

فهرست مطالب

مقدمه ۳
مدار فرستنده ۴
پیش تقویت کننده ..... **Error! Bookmark not defined.**
مدارهای قفل شونده با فاز (PLL) ۷
اصول کار مدار ۷
نحوه کار مدار ۸
مصارف و کاربرد PLL ۱۲
PLL بصورت مدار مجتمع ۱۲
نوسان ساز قابل کنترل بوسیله ولتاژ (VCO) ۱۲
مشخصات دیود فرستنده مادون قرمز(Infrared Emitting Diod) ۱۳
Featurer ۱۳
مدار فرستنده LED برای سیگنال های دیجیتال ۱۳
مدار گیرنده ۱۶
مدار انتگرال گیر ۱۷
انتگرال گیر میلر ۱۹
پیش تقویت کننده ۲۰
لزوم مدولاسیون ۲۱

مقدمه

امروزه امنیت مخابرات از مهم ترین مباحث مطرح شده در مخابرات نظامی و غیره نظامی می باشد امنیت کانال ارتباطی در این مقوله از اهمیت ویژه ای بر خوردار است . یکی از مهم ترین خطراتی که امنیت کانال را تهدید می کند بحث شنود می باشد برای رفع این معضل راه هایی پیشنهاد شده است که از جمله آنها استفاده از LED و دیود های لیزری برای ارسال و دریافت اطلاعات است از مزیت هایی که این فرستنده دارد این است که احتمال شنود در فضا بسیار کم می باشد چون ابتدا نور بصورت یک بیم در فضا منتشر می شود وبه محض اینکه مانعی بر سر راه آن قرار گیرد سریع فرستنده متوجه می شود. دومین علت آن است که پیدا کردن مسیر ارسال در فضا بسیار دشوار است.

در این پروژه از LED برای ارسال و دریافت اطلاعات استفاده شده است.

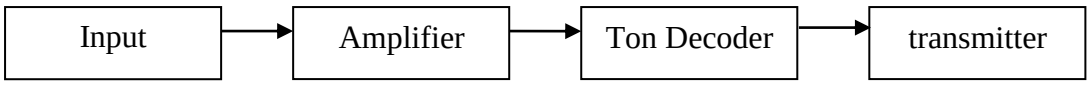
با اندکی تغیرات در مدار می توان به جای LED از دیود لیزری استفاده کرد.

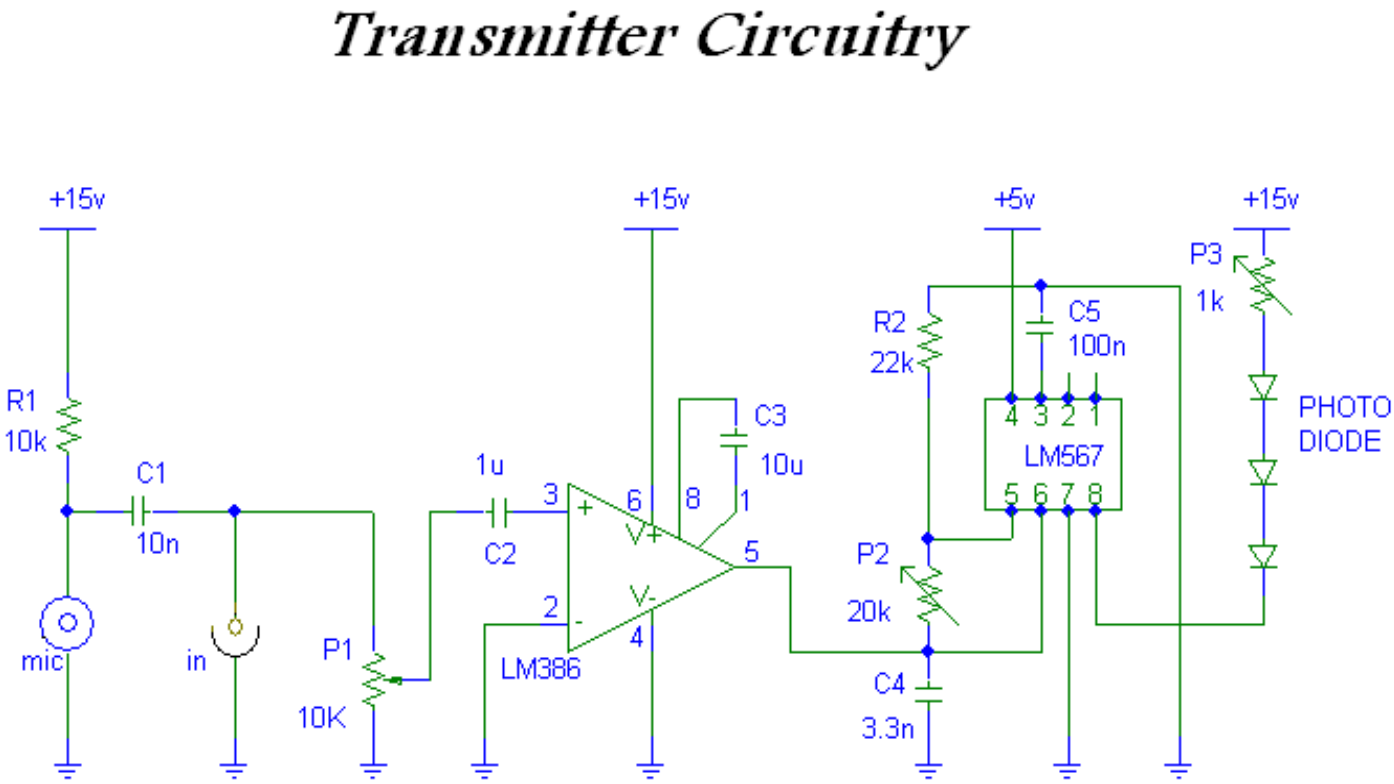
LED ها از نوع دیودهای مادون قرمز می باشند. و نور مادون قرمز نا مرئی و فرکانس آن بین $10^{12} - 4.3*10^{14} HZ$ می باشد.

در این پایان نامه سعی شده است در مورد فرستنده و گیرنده بطور جدا گانه بحث شود و کار تک تک اجزا توضیح داده شود و در مورد مدارات راه انداز دیودهای نوری نیز توضیحات مختصری آورده شده است.

همچنین مدارات IC ها مربوطه و یک نوع دیود فرستنده گیرنده مادون قرمز که در سیستمهای کنترل از راه دور تلویزیون استفاده می شود در ضمیمه پایان نامه آورده شده است.

مدار فرستنده





سیگنال ما که از طریق میکروفن یا وسیله صوتی وارد مدار می شود، ابتدا برای کنترل آن از ولوم P_1 استفاده می کنیم تا از به اشباع رفتن تقویت کننده جلوگیری کنیم.

توسط تقویت کننده LM386 سیگنال ورودی را تقویت و پایه ۶ ،LM567 وارد می کنیم.

LM567 برای رمز گشایی تن (Tone Decoder) طراحی شده است. در این IC یک ترانزیستور اشباع فراهم شده که وقتی سیگنالی در طول باند مورد نظر به آن برسد بعنوان سوئیچ عمل می کند.

مدار آن شامل دو ردیاب (Detector) I ، Q می باشد که بوسیله VCOبا تعیین فرکانس مرکزی عمل آشکار سازی را انجام می دهد.

قطعات بیرونی که به مدار اضافه می کنیم برای تعیین فرکانس مرکزی، پهنای باند و تاخیر خروجی استفاده می شوند. فرکانس مرکزی آن بوسیله فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$f_o \approx \frac{1}{1.1P_1C_4}$$

خازن C_4 به پایه ۶ و P_1 ولوم متصل به پایه ۵ و۶ می باشد.

پایه ۸ که خروجیIC می باشد و تن مورد نظر ما را بصورت پالس تولید کرده به دیود های مادون قرمز فرستنده متصل کرده ایم .

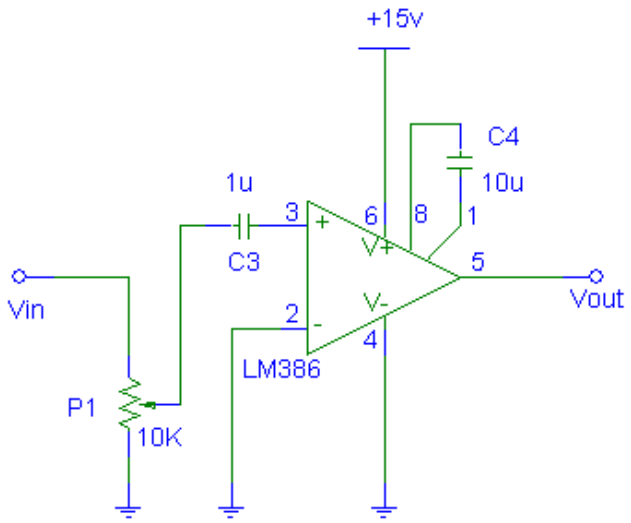
توسط ولوم P_3 جریان دیودهای فرستنده قابل کنترل می شود که با افزایش جریان نور مادون قرمز دیودها بیشتر شده و می توان از مدار در فاصله دورتری استفاده کرد.در اینجا برای اینکه بتوان فاصله بین فرستنده و گیرنده را افزایش دهیم بجای یک دیود از سه دیود استفاده کرده ایم.

لازم به یادآوری است که دیودهای فرستنده وگیرنده باید روبروی هم قرار گیرند و حداکثر زاویه ای که نسبت به هم پیدا می کنند باید کمتر از ۳۰ درجه باشد.

پیش تقویت کننده

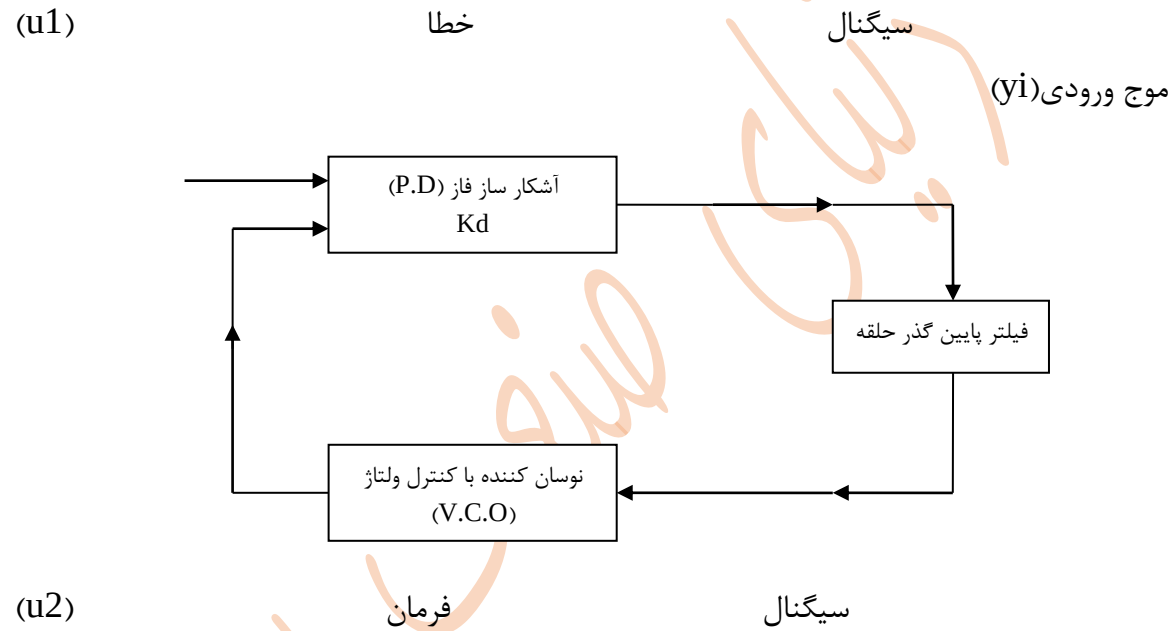
اولین قسمتی که سیگنال بسیار ضعیف را دریافت می کند طبقه تقویت کننده اولیه می باشد . امپدانس که مقدار آن متناسب با حساسیت تقویت کننده است بستگی به اینکه چه نوع سیگنالی را از نقطه نظر دامنه ، دریافت می کند متغییراست. ورودی تقویت کننده های اولیه معمولاً : هد مغناطیسی ، میکروفون ، پیکاب های مختلف خروجی تیونر رادیو ، و غیره میباشد که در اینجا دیود گیرنده نور مادون قرمز است ،که هر کدام بهره (ولتاژ) مخصوص به خود دارد . هر نوع تصحیح در کیفیت صدا در تقوت کننده صورت می پذیرد ، که این کار توسط مدار های صافی صورت می پذیرد (مانند فیلتر های تن کنترل و پالس کنترل). امکان دارد که آمپلی فایر اولیه به صورت مخلوط کننده هم عمل کند بدین معنی که تقویت کننده در حین بالا بردن ولتاژ چند سیگنال، با ولتاژ های متفاوت یا مساوی را دریافت کرده است ، با یکدیگر مخلوط کند و دامنه چند سیگنال دریافتی را بطور مساوی در خروجی اش ظاهر کند . شکل زیرمدار آمپلی فایر LM386 است که ما در فرستنده و گیرنده خویش استفاده کرده ایم را نشان می دهد.

LM386 بگونه ای طراحی شده است که ولتاژ مصرفی آن پایین است و بوسیله پایه های ۱و۸ می توان گین مدار را نیز کنترل کرد. اگر پایه های ۱و۸ باز باشند گین مدار حدود ۲۰ (۲۶db) می باشد واگر بین پایه های ۱و۸ خازن ومقاومت قرار دهیم گین مدار بین ۲۰۰-۲۰ (۴۶-۲۶db) قابل کنترل خواهد بود.



مدارهای قفل شونده با فاز (PLL)

PLL مداری است که در آن فرکانس و فاز موج خروجی یک نوسانساز مدولاسیون فرکانس (یا نوسانسازقابل کنترل با ولتاژ:VCO)از موج ورودی متابعت می نماید. شکل زیر نمودار بلوکی این مدار را نشان می دهد .



اصول کار مدار

موج ورودی y_i و موج خروجی VOC ،(y_0) به یک آشکار ساز فاز

اعمال می شوند. خروجی این آشکار ساز تابعی از اختلاف فاز این دو موج است که بصورت سیگنال خطا پس از عبور ازیک فیلتر پایین گذر در قسمت فیلتر حلقه به عنوان سیگنال فرمان به ورودی نوسان ساز مدولاسیون فرکانس (VCO) داده می شود به طوری که فاز موج خروجی نوسان ساز از فازسیگنال ورودی متابعت می نماید. برای تشریح بیشتر مدار، با استفاده از روابط ریاضی نحوه کار قسمت های مختلف در امواج ورودی به این قسمت ها مورد بررسی قرار می گیرد .

نحوه کار مدار

ω_i را فرکانس زاویه ای موج ورودی و ω_O را فرکانس زاویه ای مرکزی VCO می گیریم.

فرض کنید که مدار در قسمت ورودی VCO دارای سیگنال فرمان u_2 نباشد در این صورت مدار را اصطلاحاً قفل نشده می نامند همچنین فرض کنید که اموج ورودی (y_2) و خروجی VCO ،

(y_o) امواج سینوسی باشند و فرکانس ω_i ثابت بماند و فعلاً تغییری نکند:

$$y_i(t) = A_i \sin(\omega_i t + \theta_i) \qquad (۱)$$

$$y_o(t) = B \sin(\omega_f t + \Phi_o) \qquad (۲)$$

مقادیر زاویه ثابت فاز یعنی (θ_i) و (Φ_o) بستگی به انتخاب مبدا زمان دارد. به طور کلی y_i و y_o با یکدیگر اختلاف دارند و امواج مربوط به هیچ وجه با یکدیگر هماهنگ (سنکرون) نیستند.

چنانچه خروجی آشکار ساز بصورت سینوسی بیان شود، سیگنال خروجی این آشکار ساز (u_1) برابر است با :

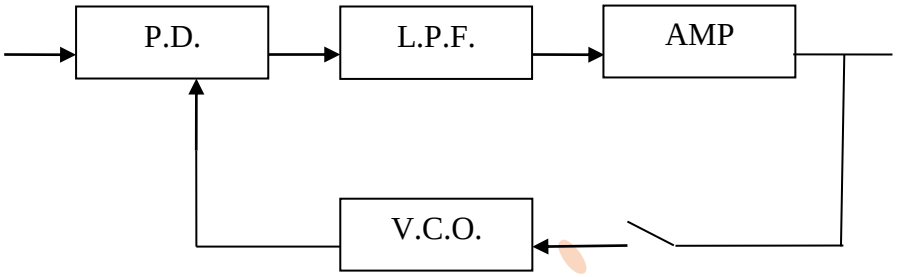
$$u_1(t) = K_d \sin[(\omega_i - \omega_f)t + \theta_i - \Phi_o) \qquad \omega_i \neq \omega_f \qquad (۳)$$

چون امواج y_i و y_o با یکدیگر هماهنگ نیستند، موج خروجی آشکار ساز فاز (u_1) یک موج سینوسی با دامنه ماکزیمم K_d و فرکانس زاویه ای آن برابر با تفاضل فرکانس های زاویه ای امواج y_i و y_o است.

حال فرض کنیم حلقه پس خورد مدار را با بستن کلید S (شکل زیر) وصل کنیم در نتیجه سیگنال u_2 از طریق مدار به عنوان فرمان به بخش VCO اعمال شود.

موج خروجی

موج ورودی



S V_O،f_F، θ_F

از آنجا که پس خورد مدار منفی است، چنانچه فرکانس ورودی در محدوده مناسبی برای مدار باشد، پس از مدتی نوسانات ، مدار به حالت قفل با ورودی در خواهد آمد. هماهنگی موج خروجی را با موج ورودی می توان به صورت زیر بیان کرد.

$$y_o(t) = B\sin(\omega_i t + \theta_0)$$

به عبارت دیگر، بسته شدن حلقه پس خورد باعث خواهد شد که زاویه فاز ϕ_0 به صورت یک تابع خطی از زمان مانند رابطه (۴) درآید:

$$\phi_O = (\omega_i - \omega_f)\cdot t + \theta_o \qquad (۴)$$

همچنین، سیگنال خروجی آشکار ساز فاز و یا به عبارت دیگر ، سیگنال

خطا، به صورت سیگنال dc درآمده وبا فرض اینکه آشکار ساز فاز از نوع سینوسی باشد مقدار آن برابر است با:

$$u_1 = K_d \sin(\theta_i - \theta_o) \qquad (۵)$$

فیلتر حلقه مورد استفاده در مدار از نوع پایین گذر است. در نتیجه، سیگنال u_1 بصورت dc بدون هیچ گونه مانعی از آن عبور می کند و بصورت سیگنال فرمان u_2 در می آید:

$$u_2 = u_1 = K_d \sin(\theta_i - \theta_o)$$

نوسان ساز vco از نوع نوسان ساز مدولاسیون فرکانس به عبارت دیگر، باکنترل ولتاژ ورودی است وفرکانس زاویه ای لحظه ای آن تابعی خطی از دامنه سیگنال فرمان در اطراف فرکانس زاویه ای مرکزی (ω_f) نوسانساز است. با توجه به رابطه(۲) می توان نوشت:

$$\omega_{instant} = \frac{d}{dt}(\omega_f t + \phi_o)$$ فرکانس زاویه ای لحظه ای

از طرف دیگر، فرکانس زاویه ای لحظه ای که توسط vco تولید می شود تابعی از ω_f وسیگنال فرمان است یا:

$$\omega_{instant} = \omega_f + K_o u_2$$

در نتیجه:

$$\frac{d\phi_o}{dt} = K_o u_2 \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، k_0 ضریب ثابت و بیانگر حساسیت مدولاسیون نوسانساز vco است. باجایگزینی روابط (۴) و(۵) در رابطه (۶) به دست می آوریم.

$$\frac{d\phi_o}{dt} = \omega_i - \omega_f = K_d . K_o . \sin(\theta_i - \theta_o)$$

و در نتیجه:

$$\theta_o = \theta_i - Arc\sin\frac{\omega_i - \omega_f}{K_d K_o}$$

بنابراین، سیگنال خطای u_1 (خروجی آشکار ساز فاز) را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$u_1 = \frac{\omega_i - \omega_f}{K_o}$$

حال می توان بیان نمود که در ا صل دو موج y_i و y_0 هماهنگ (سنکرون) نبوده اند. موج y_i با فرکانس ω_i و فاز θ_i وموج y_0 بافرکانس ω_f وفاز ϕ_o مشخص می شوند ، به طوری که ω_f و ϕ_o کاملاً مستقل از ω_i و θ_i هستند. در نتیجه، دراین حالت مدار به صورت خارج از قفل عمل می کند.

زمانی که مدار در حال کار است موج y_o به صورت سنکرون با موج y_i در آید ودر این حالت هر دو موج دارای فرکانس زاویه ای مشابه یعنی ω_i ولی اختلاف فاز $\theta_i - \theta_o$ ، که بوسیله رابطه (۷) مشخص می شود، هستند.

اختلاف فاز بین دو موج یک خروجی به صورت یک ولتاژ مستقیم در آشکار ساز فاز ایجاد می کند که پس از گذشتن از فیلتر به عنوان یک سیگنال فرمان به ورودی مدولاسیون VCO داده می شود. این مقدار برابر است با:

$$u_2 = u_1 = \frac{\omega_i - \omega_f}{K_o}$$

با توجه به روابط فوق مشخص می شود که در حقیقت، به علت سیگنال u_2 است که vco فرکانس زاویه ای خود را از مقدار فرکانس مرکزی خود (ω_f) تغییر می دهد و آن را برابر فرکانس زاویه ای موج ورودی یعنی ω_i می سازد. بنابرین رابطه زیر نتیجه می شود:

$$\omega_{instant} = \omega_f + K_o u_2 = \omega_f + K_o u_1 = \omega_f + K_o \frac{\omega_i - \omega_f}{K_o} = \omega_i$$

چنانچه اختلاف فرکانس بین موج ورودی y_i وموج خروجی vco یعنی y_o به هنگام قفل نبودن مدار مقداری جزئی باشد، عملاً فاز دو موج با یکدیگر هماهنگ می شود و همانند زمانی که مدار قفل باشد، فازها مشابه خواهند بود.

مصارف و کاربرد PLL

مدار PLL به صورت گسترده ای در سیستمهای ارتباطی مدرن، رادارها، اندازه گیری از راه دور، سیستمهای فرماندهی، کنترل زمان و فرکانس وهمچنین سیستمهای اندازه گیری به کار می رود. به علت اهمیت ویژه ای که کاربرد PLL کسب نموده است ومصارف گوناگونی که مخصوصاً در امر هماهنگی (سنکرونیزاسیون) ، تعقیب و دنبال نمودن امواج حامل، آشکار سازی همزمان در سیگنال های دیجیتال وآنالوگ، ایجاد فرکانسهای مختلف در سیستمهای گوناگون یافته است، کتب ومقالات فراوانی در این زمینه به چاپ رسیده است.

PLL بصورت مدار مجتمع

استفاده از مدارهای مجتمع و همچنین تکنولوژی ساخت آنها به سرعت پیشرفت نموده است و تاثیر زیادی در طراحی سیستمهایی که از PLLاستفاده می نمایند به جا گذاشته است.

علت اصلی کاربرد وسیع PLL ، بصورت یکی از اجزای سیستمها، امکان ساخت عناصر متشکله آن بصورت مدار مجتمع است . یک مدار کاملPLL رامی توان در یک تراشه مدار مجتمع ساخت.

نوسان ساز قابل کنترل بوسیله ولتاژ (VCO)

در مدار PLL فرکانس کار، تغییرات در فرکانس مرکزی و حساسیت ولتاژ تغذیه شده در مدار همگی از خواص VCO است. VCO در مدارهای مجتمع اغلب از مولتی ویبراتورهای خازن ومقاومتی تشکیل شده که شدت جریان شارژ کننده خازنها به بصورت عکس العملی در مقابل موج کنترل ورودی ، تغییر می کند.

مشخصات دیود فرستنده مادون قرمز(**Infrared Emitting Diode**)

General Descripton:

IE-0530HP is a super high output power GaALAs infrared light emitting diod , mounted in a clear epoxy end looking package. It emits narrow band of radiation peaking at 940nm.

Featurer

Standard package (5mm)
$(\pm 30^0)$Wide beam angle
Capable of pulse operation
High output power
Low cost

C) ^{0} Ta=25 (Absolute Maximum Rating

Parameter	Symbol	Ratings	Unit
Forward Current	IF	100	mA
Pulse Forward Current *1	IFP	1	A
Reverse Voltage	VR	5	V
Power Dissipation	PD	100	mW
Operating Temperature	Topr	25 ~ +75-	C ^{0}
Storage Temperature	Tstg	-30 ~ +80	C ^{0}
Soldering Temperature *2	Tsol	260	C ^{0}

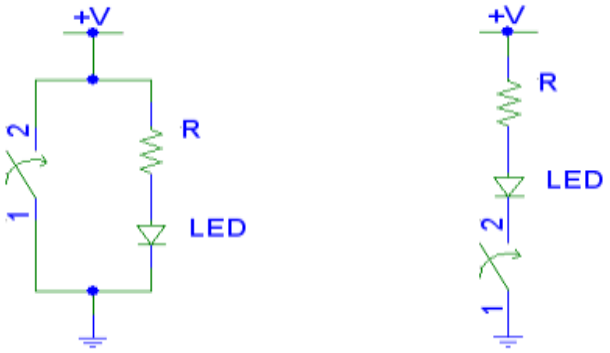
Parameter	Symbol	Testing Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Forward Voltage	VF	=100mA I_F		1.4	1.7	V
Reverse Current	IR	V_R VR =5V			10	A μ
Radiant Intensity	PO	=100mA I_F	30	60		mW/sr
Terminal Capacitance	Ct	f=1MHZ		20		pF
Half Power Beam Angle	$\Delta\theta$			30 $\pm$		deg
Peak Emission Wavelength	λp	=50mA I_F		940		nm
Spectral bandwidth at 50%	$\Delta\lambda$	=50mA I_F		50		nm

C) ^{0} Ta=25 (Electro-optical Characteristics

مدار فرستنده LED برای سیگنال های دیجیتال

اگر چه LED در محدوده کاربردهای ممکن در مقایسه با لیزر قدرتمند و پر سرعت محدودیت دارد ، اما ساده تر کار می کند و طراحی مدار رانش آن آسان تراست ، وعملکرد مدار رانش LED برای انتقال دیجیتال باینری بطور ساده قطع و وصل یک جریان در محدوده چند ده تا چند صد میلی آمپر است ، این کار بایستی با سرعت بالا و در پاسخ به سطح ولتاژ لاجیک در ورودی مدار رانش انجام پذیرد . در حالت خاموش گسیل LED بایستی پایین باشد و در حالت روشن نسبت ON/OFF بایستی بالا باشد همچنین مطلوب این است که جریان رانش مستقل از سطح سیگنال ورودی باشد در این صورت قدرت نور خروجی برای تمام پالس ها یکسان خواهد ماند حتی اگر سیگنال ورودی مقداری تغییر کند .

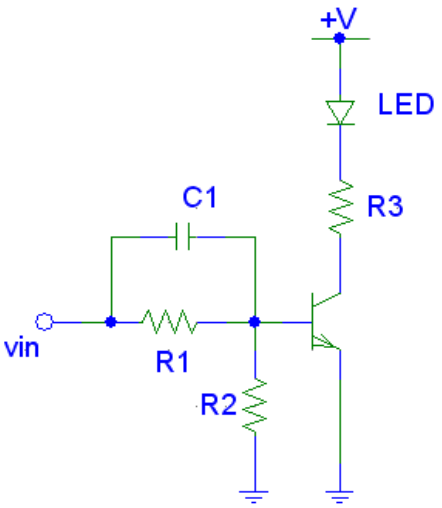
در شکل زیر دو مدار برای درایو LED نشان داده شده است .



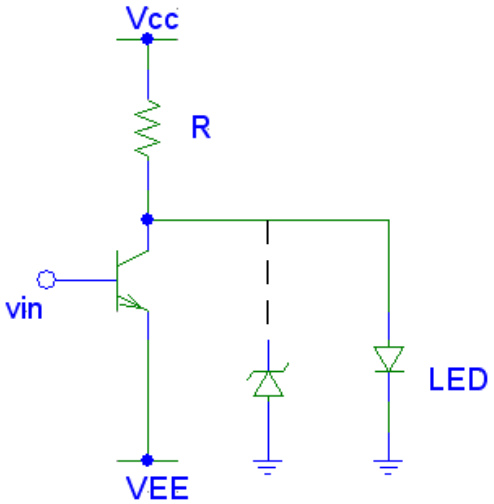
برای مدار سری یک سوییچ باز اجازه عبور جریان را نمی دهد و LED خاموش است ، با بسته شدن سوییچ جریان $I = \frac{V_{DC} - V_d}{R}$ جاری می شود. (V_d = افت ولتاژ مستقیم دیود)

مقاومتR و منبع ولتاژ، مقدار جریان را برای LED تعیین می کنند. یک سوییچ ایده آل (سوییچی که موقع اتصال مقاومت قابل صرف نظر کردن باشد بنابراین افت ولتاژ در دوسر سوییچ وجود ندارد.) روی دامنه جریان اثر نمی گذارد . مقاومت R بعنوان یک محدود کننده عمل می کند و دیود را در مقابل جریان های زیاد محافظت می کند .

در مدار های عملی ترانزیستور بعنوان سوییچ بکار می رود در شکل زیر یک مدولاتور با سوییچ سری ترانزیستوری را نشان می دهد .

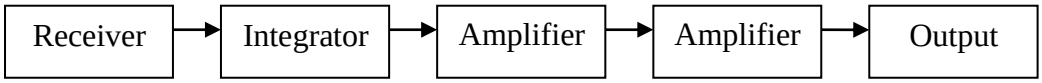


نوع دیگر مدار راه انداز با امپدانس پایین ترکیب موازی شکل زیر است در این مدار ترانزیستور سوییچ که با LED موازی است یک مسیر امپدانس پایین برای خاموش کردن LED تعین می شود. خازن LED را می توان با معکوس کردن بایاس LED در زمان خاموش بودن مدار دشارژ کرد برای این منظور می توان پتانسیل امیتر ترانزیستور را زمین کرد در این حالت قطعه شکننده (برش دهنده) برای محدود کردن بایاس معکوس در مدار قرار می گیرد (قطعه بصورت نقطه چین نشان داده شده است .)

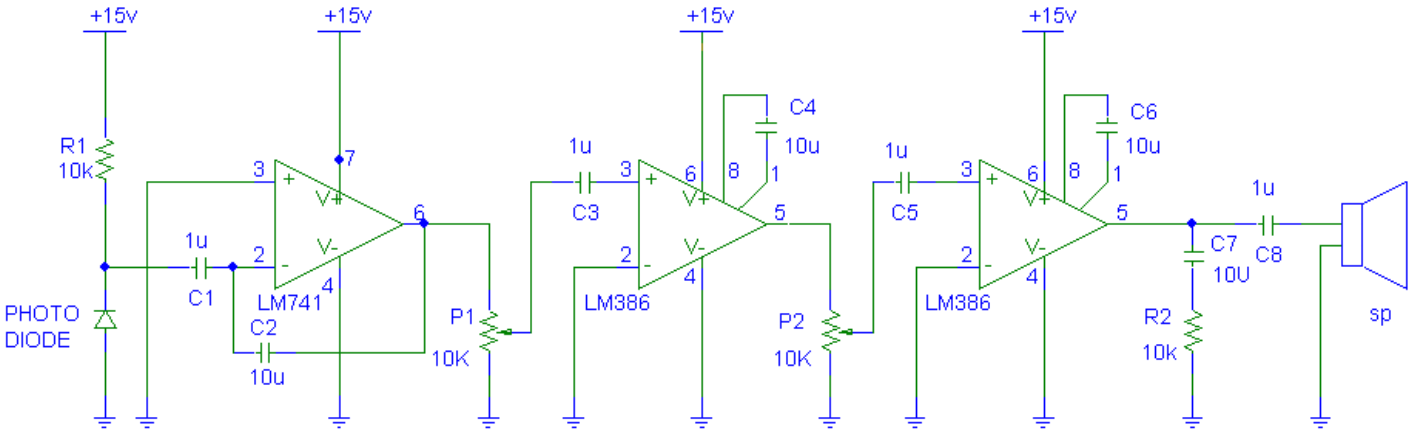


معمولاً برای ارسال دیجیتال مدار راه انداز LED را با یک قسمت منطقی ترکیب می کنند در این قسمت باید مدار راه انداز قسمت منطقی نیز در نظر گرفته شود.

مدار گیرنده



Receiver Circuitry



در این مدار دیود گیرنده که بوسیله مقاومت R_1 در حالت روشن قرار گرفته و آماده دریافت امواج مادون قرمزارسالی می باشد. سیگنال دریافتی بصورت پالس می باشد.

چون می خواهیم سیگنال را سینوسی کنیم لذا با استفاده از LM741 یک مدار انتگرال گیر طراحی کرده ایم تا سیگنال را به شکل سینوسی در آوریم. در ضمن خود دیود گیرنده نیز مقداری حالت خازنی دارد که به ما در امر انتگرال گیری یاری می کند.

در مدار گیرنده می توان با افزایش تعداد طبقات تقویت کننده یا یک تقویت کننده قوی تر فاصله بین فرستنده و گیرنده را بیشتر کنیم.

مدار انتگرال گیر

برگه اطلاعات مربوط به آپ امپ ۷۴۱ ضمیمه را در نظر بگیرید. دقت کنید که پارامتر ها با فرض وجود منابع تغذیه ۱۵v داده شده است، البته منابع تغذیه می تواند تا ۲۲v هم برسد. ولتاژ خروجی، ولتاژ پایانه خروجی نسبت به زمین و ولتاژ ورودی تفاضل ولتاژهای دو پایانه ورودی است.

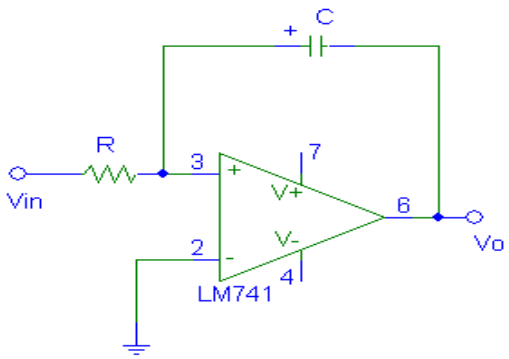
پارامترهای دیگر آپ امپ ۷۴۱ عبارت اند از:

۷۵Ω = مقاومت خروجی

۲M Ω = مقاومت ورودی

۸۰nA = جریان بایاس ورودی

جریان بایاس ورودی جریانی است که هنگام مساوی بودن ولتاژ دو پایانه ورودی، وارد آپ امپ می شود. جریان آفست ورودی تفاضل دو جریان بایاس ورودی است. ولتاژ آفست ورودی ولتاژی است که باید بین پایانه های ورودی اعمال شود، تا ولتاژ خروجی دقیقاً صفر باشد برای ۷۴۱ این مقدار نوعاً ۱mv است.



$$V^- = V^+ = 0 \Rightarrow i = \frac{V_i}{R}$$

$$V_o = -V_c = -\frac{1}{C}\int i\,dt = -\frac{1}{C}\int\left(\frac{V_i}{R}\right)dt$$

$$V_o = -\frac{1}{RC}\int V_i\,dt$$

انحراف ولتاژ خروجی خازن C۱ را بار دار می کند و به خاطر وجود این بار خروجی آفست پیدا می کند و دیگر حول صفر متقارن نخواهد بود.

برای مینیمم کردن انحراف ولتاژ خروجی بین پایانه خروجی و پایانه وارون ساز ورودی یک مقاوت بزرگ R_3 گذاشته می شود . اثر این مقاومت کاهش بهره dc تقویت کننده است .

عیب R_3 این است که برعملکرد انتگرال گیر در فرکانس های پایین شدیداً اثر می گذارد .

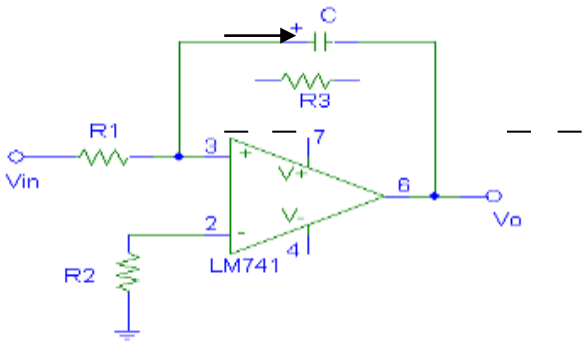
$$X_{C_{11}} << R_3$$

$$\frac{1}{2\pi f c_1} = \frac{R_3}{10}$$

در شروع طراحی یک انتگرال گیر میلر ، I۱ را بسیار بزرگ تر از جریان بایاس تقویت کننده IB(max) بر می گزینیم .

انتگرال گیر میلر

اثر میلر، یا تقویت خازن ، در ورودی تقویت کننده وارونساز صورت می گیرد $(i+m)C_1$ است.



$$I1 >> IB(max)$$

$$R_1 = Vi/I_1$$

$$R_3 = 10\ R_1$$

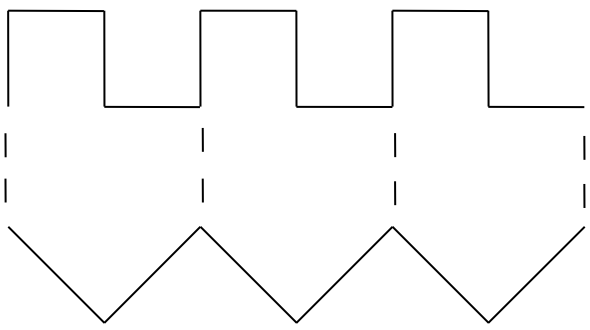
$$R_2 = R_1 \ || \ R_3$$

$$t = 1/2f$$

$$C_1 = \frac{I_1 t}{\Delta V_O}$$

جریان خازن توسط موج مربعی تأمین می شود. $= \frac{V_i}{R_1}$

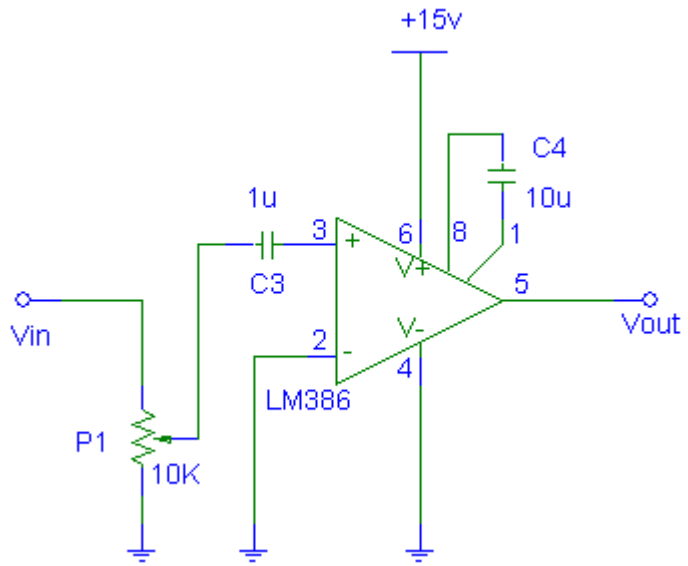
چون I_1 ثابت است و تمام آن از خازن C_1 می گذرد، خازن بطور خطی پر می شود پس ولتاژ خازن بطور خطی تغییر می کند و شیب مثبت یا منفی به وجود می آید. اگر ورودی موج مربعی باشد، خروجی موج مثلثی خواهد بود.



پیش تقویت کننده

اولین قسمتی که سیگنال بسیار ضعیف را دریافت می کند طبقه تقویت کننده اولیه می باشد . امپدانس که مقدار آن متناسب با حساسیت تقویت کننده است بستگی به اینکه چه نوع سیگنالی را از نقطه نظر دامنه ، دریافت می کند متغییراست. ورودی تقویت کننده های اولیه معمولاً : هد مغناطیسی ، میکروفون ، پیکاب های مختلف خروجی تیونر رادیو ، و غیره میباشد که در اینجا دیود گیرنده نور مادون قرمز است ،که هر کدام بهره (ولتاژ) مخصوص به خود دارد . هر نوع تصحیح در کیفیت صدا در تقوت کننده صورت می پذیرد ، که این کار توسط مدار های صافی صورت می پذیرد (مانند فیلتر های تن کنترل و پالس کنترل). امکان دارد که آمپلی فایر اولیه به صورت مخلوط کننده هم عمل کند بدین معنی که تقویت کننده در حین بالا بردن ولتاژ چند سیگنال، با ولتاژ های متفاوت یا مساوی را دریافت کرده است ، با یکدیگر مخلوط کند و دامنه چند سیگنال دریافتی را بطور مساوی در خروجی اش ظاهر کند . شکل زیرمدار آمپلی فایر LM386 است که ما در فرستنده و گیرنده خویش استفاده کرده ایم را نشان می دهد.

LM386 بگونه ای طراحی شده است که ولتاژ مصرفی آن پایین است و بوسیله پایه های ۱و۸ می توان گین مدار را نیز کنترل کرد. اگر پایه های ۱و۸ باز باشند گین مدار حدود ۲۰ (۲۶db) می باشد واگر بین پایه های ۱و۸ خازن ومقاومت قرار دهیم گین مدار بین ۲۰۰-۲۰ (۴۶-۲۶db) قابل کنترل خواهد بود.



لزوم مدولاسیون

دلایل متعددی برای مدولاسیون وجود داردکه مهمترین آنها عبارت اند از:

۱- سیگنال صحبت انسان و موسیقی که به عنوان پیام در سیستم ارسال و دریافت می گردد عرض باند از ۵۰HZ تا ۱۵ KHZ را اشغال می کند.

می دانیم طول موج برابراست با سرعت سیرنور(مقدار ثابت) تقسیم بر فرکانس. از لحاظ تئوری ثابت شده که برای ارسال و دریافت خوب باید ابعاد آنتن ربع طول موج ارسالی یا دریافتی گردد حال اگر مدولاسیونی انجام نگیرد و بخواهیم خود صوت را ارسال کنیم ابعاد آنتن بسیار غیر واقعی می باشد و چون نصب و ساخت و نگهداری چنین آنتن هایی ممکن نیست مجبوریم توسط مدوله کردن موج مربوطه طراحی معقول تری از آنتن ارائه دهیم .

۲-اگر ارسال سیگنال صحبت بدون مدولاسیون صورت بگیرد همه سیگنال ها از منابع مختلف در فاصله ۵۰HZ تا ۱۵ KHZ قرار داشته و شنوده نمی توا ند این صداها را از همدیگر تفکیک کند ولی اگرمدولاسیون در باند های مختلف صورت گیرد هر موج را در طیف فرکانس خاص ارسالی دریافت می کنیم .

۳-دلیل سوم این است که انرژی RF امواج در مدولاسیون ، فواصل دورتری را نسبت به موج بدون مدوله طی می کند .

۴-کانال هایی که ما در اختیار داریم عرض باند های مشخصی دارند .