جلسه سوم : دیود

هدف: دراین جلسه دانشجویان با مشخصات دیود و پاره‌ای از کار بردهای علایم کوچک آن آشنا می‌شوند.

وسایل مورد نیاز: منبع تغذیه، مالتی‌متر، سیگنال ژنراتور، اسیلوسکپ، برد بورد، دیود معمولی، دیود نوری، دیود نور زا، آپ امپ، تعدادی مقاومت و خازن.

تذکر: دانشجویان باید قبل از حضور در آزمایشگاه، اطلاعات کلی در باره نحوه استفاده از وسایل آزمایشگاهی را داشته باشند. علاوه بر آن باید مباحث نظری مربوطه را فرا گرفته، قبل از حضور در آزمایشگاه مدارها را به کمک قوانین شبکه ها تحلیل و به کمک PSpice شبیه سازی کرده باشند.

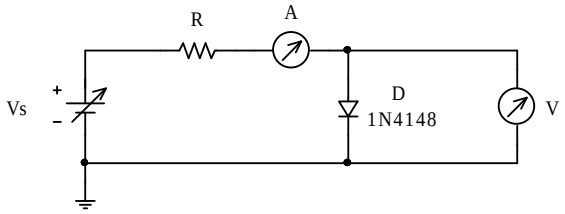
آزمایش 5-1 مشخصه دیود

منحنی مشخصه یک دیود معمولی (مثلاً $1N4148$)، یک دیود نوری[1] (حساس به نور) و یک دیـود نور زا[2] (تولید کننده نور) را در جهت مستقیم به کمک یک مشخصه نگار[3] بدست آورده در شکل 5-1 منعکس نمایید.

الف ب ج

شکل 5-1 منحنی مشخصه دیودهای: الف- معمولی، ب- Ph-D و ج- LED ؛ اندازه گیری شده توسط مشخصه نگار

سپس منحنی مشخصـه دیـود $1N4148$ را بکمـک نقطـه یـابی در محـدوده $V_D = 200\cdots800mV$ بدست آورده آنرا با مشخصه شبیه سازی شده مقایسه نمایید. نحـوه بدسـت آوردن مشخصـه دیـود در شکل 5-2 نمایش داده شده است. مقادیر اندازه گیری شده را در جدول 5-1 منعکس و مشخصه را به صورت خطی - خطی در شکل 5-3 و به صورت خطی - لگاریتمی را در شکل 5-4 رسم کنید.



شکل 5-2 نحوه بدست آوردن منحنی مشخصه دیود از طریق نقطه یابی

[1] Ph-D: Photo Diode
[2] LED: Light Emitting Diode
[3] Curve Tracer

تذکر 1: برای انتخاب R و V_S دقت شود که $I_D < 100mA$ و $P_R < 250mW$ باشد.

تذکر 2: در انتخاب نقاط اندازه گیری شده دقت کنید که لزومی ندارد فاصله آنها یکسان باشد.

جدول 5-1 مقادیر اندازه گیری شده مدار شکل 5-2

$V_D\ [V]$										
$I_D\ [A]$										

الف ب

شکل 5-3 منحنی مشخصه خطی – خطی یک دیود معمولی: الف- اندازه گیری شده و ب- شبیه سازی شده

الف ب

شکل 5-4 منحنی مشخصه خطی – لگاریتمی یک دیود معمولی: الف- اندازه گیری شده و ب- شبیه سازی شده

منابع خطا:

علت تفاوت بین مقادیر اندازه گیری و شبیه سازی شده:

آزمایش 5-2 اثر دما

در دمای اتاق جریان بایاس یک دیود معمولی (مثلاً $1N4148$) را $I_D \approx 100\mu A$ انتخاب نمایید. برای این منظور می توانید از همان مدار شکل 5-2 (با انتخاب مناسب R و V_S) استفاده کنید. سپس مراحل زیر را انجام دهید:

- ولتاژ دو سر دیود (V_D) را اندازه بگیرید. مقدار آنرا در جدول 5-2 یادداشت کنید.
- به مدت کمتر از 3 ثانیه مستقیماً به دیود اسپری سرد کننده بافشانید. همزمان ولتاژ دو سر دیود را اندازه بگیرید. مقدار نهایی[1] قرائت شده را در جدول 5-2 یادداشت کنید.
- دیود را بین انگشت اشاره دست چپ خود و یک هویه گرم قرار دهید تا این که دمای محفظه دیود، دیگر برای انگشت شما قابل تحمل نباشد ($T_D \approx 60°C$). *دقت کنید که انگشت شما نه به هویه و نه به سیم های دیود تماس پیدا نکند (چرا؟)*. در این حالت نیز ولتاژ دو سر دیود را اندازه بگیرید. مقدار نهایی قرائت شده را در جدول 5-2 یادداشت کنید.
- دیود را بین یک عایق حرارتی و یک هویه گرم قرار دهید. صبر کنید تا این که دیگر ولتاژ دو سر دیود تغییر نکند. این مقدار را نیز در جدول 5-2 یادداشت کنید.

جدول 5-2 اثر دما بر روی ولتاژ دو سر یک دیود بایاس شده در جهت مستقیم

T_D	سرد تر	دمای اتاق	گرم تر	داغ
$V_D\ [mV]$				

توضیح:

[1] Extreme

آزمایش 5-3 مقاومت دیود

در دمای اتاق برای یک دیود معمولی (مثلاً $1N4148$) مقاومت دینامیکی را برای چند نقطه کار بدست آورید. برای این منظور می توانید از همان مدار شکل 5-2 (با انتخاب مناسب R و V_S) استفاده کنید. نتایج اندازه گیری شده را در جدول 5-3 و محاسبه شده را در جدول 5-4 منعکس کنید.

جدول 5-3 مقادیر ولتاژ دو سر و جریان گذرنده از دیود مدار شکل 5-2

10μA	$I_D\ [\mu A]$	9	9.5	10	10.5	11
	$V_D\ [mV]$					
100μA	$I_D\ [\mu A]$	90	95	100	105	110
	$V_D\ [mV]$					
1mA	$I_D\ [mA]$	0.9	0.95	1	1.05	1.1
	$V_D\ [mV]$					

جدول 5-4 مقاومت دینامیکی دیود در سه نقطه کار مختلف

$I_D\ [\mu A]$	$r_d\ [\Omega]$ (تحلیلی)	$r_d\ [\Omega]$ (شبیه سازی)	$r_d\ [\Omega]$ (اندازه گیری)
10			
100			
1000			

تذکر: در PSpice برای دیود $1N4148$ ؛ $n = 1.836$ و $V_T = 26mV$ در نظر گرفته می شود. مقدار r_d را هم می توان از فایل خروجی (*FileName.out*) در قسمت "O.P. Info." به نام "REQ" یافت.

توضیحات (نحوه محاسبه و علل اختلاف بین مقادیر بدست آمده):

آزمایش 5-4 چند مثال کار بردی

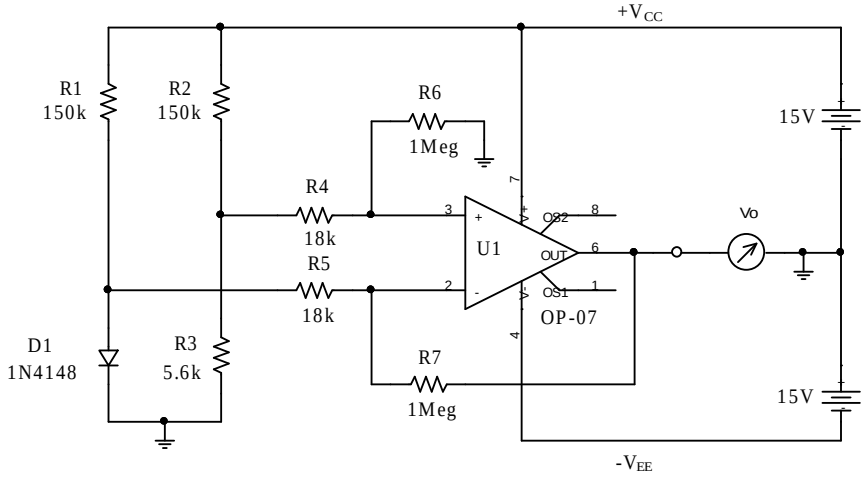
آزمایش 5-4-1 حرارت سنج

مدار شکل 5-5 را تحلیل کرده آنرا بر روی برد بورد ببندید. ولتاژ خروجی را در دمای اتاق اندازه گیری کنید. سپس دیود را سرد و گرم کرده مشاهدات خود را ذکر کنید:

الف- تفاوت بین این آزمایش و آزمایش 5-2 چیست؟

ب- آیا این مدار به همین صورت به عنوان یک دما سنج قابل استفاده است؟ اگر خیر، چرا؟

ج- اگر جواب منفی است، آیا می توان آنرا با تغییراتی قابل استفاده نمود؟ اگر جواب مثبت است، چگونه؟

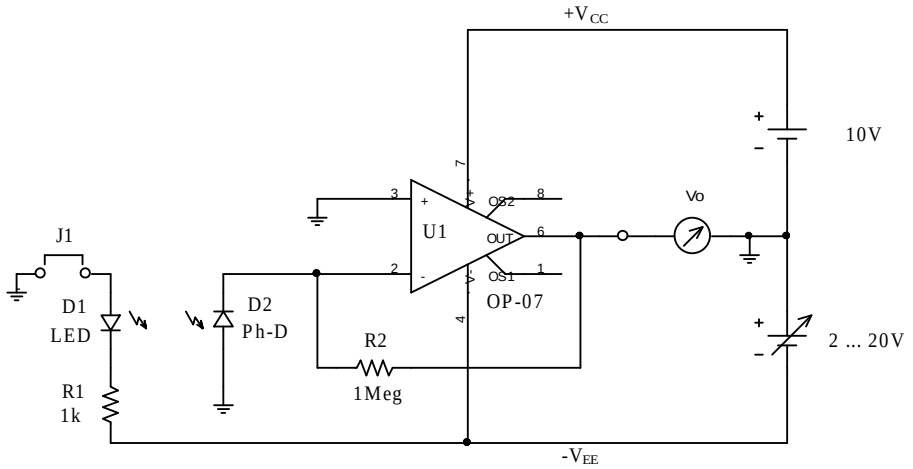


شکل 5-5 یک مدار نمونه برای اندازه گیری دما

توضیحات:

آزمایش 5-4-2 نور سنج

مدار شکل 5-6 را تحلیل کرده آنرا بر روی برد بورد ببندید. LED و Ph - D را طوری نصب کنید که روبروی یک دیگر قرار گیرند. پایه بلندتر LED و پایه وسط Ph - D آند[1] آنها هستند (در شکل به زمین وصل شده اند).



شکل 5-6 یک مدار نمونه برای اندازه گیری شدت نور

الف- اتصال J1 را قطع کنید (LED خاموش). V_{EE} را از صفر تا 20 ولت تغییر دهید (دقت کنید که از 25 ولت تجاوز نشود زیرا احتمالاً آپ امپ معیوب می شود). ولتاژ خروجی (V_O) را اندازه بگیرید. مشاهدات خود را توضیح دهید و نتیجه گیری کنید.

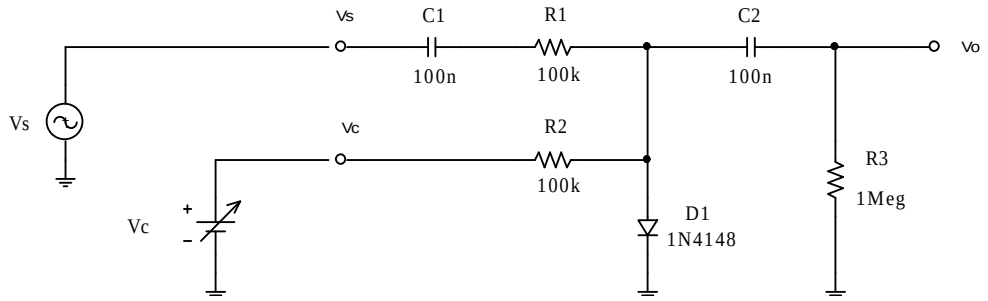
ب- اتصال J1 را وصل کنید (LED روشن). V_{EE} را از 2 تا 20 ولت تغییر دهید. ولتاژ خروجی (V_O) را اندازه بگیرید. مشاهدات خود را توضیح دهید.

توضیحات:

[1] Anode

آزمایش 5-4-3 پتانسیومتر الکترونیکی

مدار شکل 5-7 را تحلیل کرده آنرا بر روی برد بورد ببندید. $v_s(t)$ یک ولتاژ سینوسی با دامنه $V_s = 200mV_P$ و فرکانس $f_s = 1kHz$ انتخاب شود. V_C ولتاژ کنترل کننده است. مقدار آنرا از صفر تا 10 ولت تغییر داده اثر آنرا بر روی ولتاژ خروجی مشاهده کنید. نتایج حاصله در جدول 5-5 منعکس نمایید.



شکل 5-7 مدار ساده شده یک پتانسیومتر الکترونیکی

جدول 5-5 وابستگی دامنه ولتاژ خروجی مدار شکل 5-7 به ولتاژ کنترل

$V_C\ [V]$	0	0.5	1	1.5	2	5	10
$I_C\ [\mu A]$ (اندازه گیری)							
$r_d\ [\Omega]$ (محاسبه)							
$V_{op}\ [mV]$ (محاسبه)							
$V_{op}\ [mV]$ (اندازه گیری)							

محاسبه و توضیحات: