

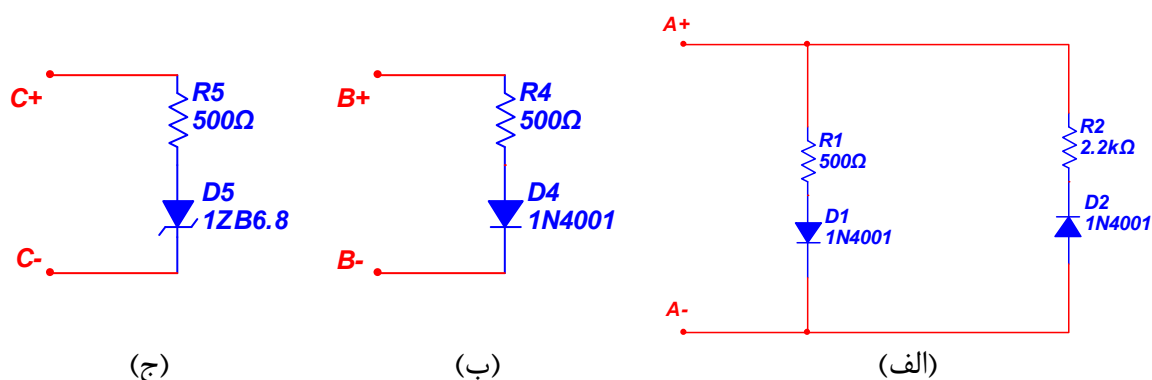
آزمایش ۴

مدارهای غیرخطی

شرح آزمایش

هدف از این آزمایش آشنایی با رفتار عناصر غیرخطی مقاومتی و نحوه تحلیل آنها در مدار می‌باشد. در اینجا برای ایجاد مدارهای غیرخطی از انواع دیود استفاده می‌کنیم.

همانطور که در پیش‌گزارش ملاحظه کردید مدارهای شکل زیر تحقق مقاومت‌های غیرخطی می‌باشد، به این معنی که منحنی جریان-ولتاژ این شبکه‌های تک قطبی خطی نیست.



شکل (۴-۱)

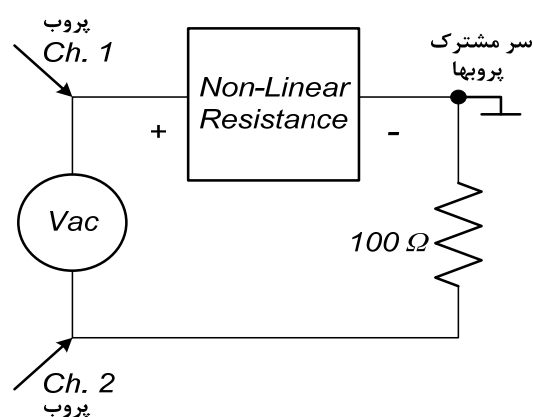
۱- مشخصه $I-V$ (جریان بر حسب ولتاژ) هر سه مدار شکل (۴-۱) را به صورت تئوری محاسبه و رسم نمایید. روابط به طور کامل ذکر شده، مقدار معکوس شیب منحنی‌ها و مقادیر نقاط شکست روی آنها مشخص گردد. ولتاژ آستانه دیودها در حالت بایاس مستقیم ۰٫۷ ولت و ولتاژ شکست دیود زener ۶٫۸ ولت در نظر گرفته شود.

✓ نمایش مشخصه $I-V$ شبکه‌های غیرخطی توسط اسیلوسکوپ

♣ منحنی جریان-ولتاژ عناصر غیرخطی را می‌توان با استفاده از مود عملکردی لیسازو ($X-Y$) روی اسیلوسکوپ مشاهده کرد. برای این کار می‌توان از مدار شکل (۴-۲) استفاده نمود. با توجه به اسیلوسکوپ‌های موجود در آزمایشگاه، پروب‌های کانال ۱ و ۲ باید مانند شکل متصل گردد تا منحنی جریان بر حسب ولتاژ رسم شود، اگر جای پروب‌ها را با هم جابه‌جا کنید منحنی ولتاژ بر حسب جریان به دست می‌آید که خواسته دستورکار نیست. مقاومت ۱۰۰ اهمی در این مدار در واقع

برای نمایش جریان شبکه غیرخطی روی اسیلوسکوپ استفاده شده است. بدین منظور که جریان مقاومت غیرخطی از مقاومت ۱۰۰ اهمی عبور کرده و ولتاژی ۱۰۰ برابر این جریان تولید می‌شود که توسط پروب کانال ۲ روی اسیلوسکوپ قابل مشاهده می‌باشد. فقط باید حواستان باشد هر داده‌ای را که از روی اسیلوسکوپ برای جریان شبکه غیرخطی اندازه می‌گیرید، بر ۱۰۰ تقسیم کنید.

♣ مدار شکل (۲-۴) تقریباً برای مشاهده منحنی جریان-ولتاژ هر عنصر دلخواهی روی اسیلوسکوپ قابل استفاده می‌باشد، فقط ممکن هست با توجه به عنصر مورد نظر مجبور باشید مقدار مقاومت ۱۰۰ اهمی را کاهش یا افزایش دهید.



شکل (۲-۴)

♣ از آنجایی که چند راهی‌های برق موجود در آزمایشگاه همه ارت‌دار هستند و به زمین برق شهر متصل می‌باشند، لذا یکی از سرهای پروب (سر مشکی پروب) فانکشن ژنراتور (منبع ac) و نیز سر مشترک پروب‌های اسیلوسکوپ (سر سوسماری پروب‌ها) از طریق دوشاخه این دو دستگاه به زمین برق شهر متصل بوده و تقریباً همه یک گره هستند. در نتیجه اتصال به شیوه شکل (۲-۴) باعث می‌شود که دو سر مقاومت ۱۰۰ اهمی یا دو سر مقاومت غیرخطی به طور تقریبی اتصال کوتاه شود و نتوانید ولتاژ دو سر یکی از آن‌ها را روی اسیلوسکوپ ببینید. لذا برای حل این مشکل باید دوشاخه برق دستگاه فانکشن ژنراتور (منبع ac) و نیز اسیلوسکوپ را توسط سهراهی بدون ارت از زمین برق شهر ایزوله کنید. برای این کار می‌توانید از مسئولین آزمایشگاه نیز کمک بگیرید. (یک نمونه سهراهی بدون ارت به طور مجزا روی میز کارتان قرار گرفته است).



۲- حال مدار شکل (۲-۴) را ببندید و در گام اول به جای مقاومت غیرخطی از مدار شکل (۴-۱-الف) استفاده کنید. دقت کنید که سر مثبت شبکه غیرخطی به سر قرمز رنگ پروب فانکشن ژنراتور متصل شود تا منحنی همه گروه‌ها به صورت یکسان روی اسیلوسکوپ دیده شود. توسط منبع ac یک ولتاژ سینوسی با دامنه‌ی ۹ ولت و آفست صفر ولت با فرکانس تقریبی 390 Hz اعمال کنید.

♣ مشخصه $I-V$ (جریان بر حسب ولتاژ) که در لحظه اول مشاهده می‌کنید، نسبت به محور x قرینه می‌باشد. زیرا مطابق شکل (۲-۴) شما ضربی از منفی جریان شبکه غیرخطی را به پروب کانال ۲ متصل نموده‌اید و در واقع نمودار $(-I)$ بر حسب V را مشاهده می‌کنید. برای رفع این مشکل باید توسط اسیلوسکوپ منحنی را نسبت به محور x معکوس کنید. صفر محورهای مختصات را نیز تنظیم نمایید.

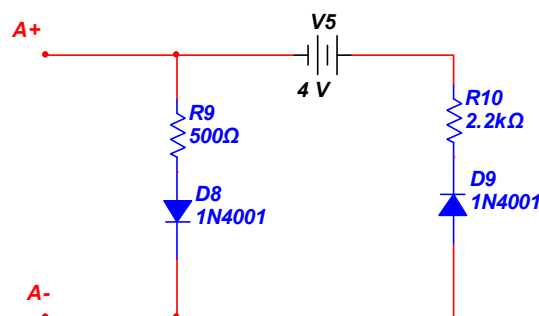
۳- حال مشخصه $I-V$ اصلاح شده را به کمک اسیلوسکوپ مشاهده و آن را رسم نمایید. روی منحنی حاصل، در قسمت ولتاژهای مثبت و منفی عکس شیب منحنی را به دقت اندازه بگیرید و گزارش دهید. آیا اعداد حاصل با تئوری به دست آمده در بند ۱ همخوانی دارد؟ توضیح دهید.

۴- نقاط شکستگی که روی منحنی دیده می‌شود ناشی از چیست؟ به طور تقریبی مقادیر ولتاژ نقاط شکستگی را اندازه بگیرید و روی شکل گزارش دهید.

۵- دستگاه فانکشن ژنراتور (منبع ac) و اسیلوسکوپ را از حالت ایزوله خارج کنید و بار دیگر منحنی مورد نظر را رسم کنید، چه تفاوتی حاصل می‌شود؟ چرا؟ (به منظور مشاهده بهتر منحنی، مقدار $Volt/Div$ کانالی که تنظیم کننده مقیاس محور عمودی می‌باشد را در مقادیر کمتر قرار دهید تا منحنی به اندازه کافی روی صفحه اسیلوسکوپ در راستای عمودی گسترش داده شود.) دستگاه فانکشن ژنراتور (منبع ac) و اسیلوسکوپ را بار دیگر ایزوله و منحنی را مجدد ملاحظه کنید.

۶- (بند ۶ نمره مثبت دارد و انجام آن اختیاری می‌باشد). در این قسمت یک منبع ولتاژ dc به مقدار ۴ ولت مانند شکل (۳-۴) به شاخه مورد نظر اضافه کنید و منحنی جریان-ولتاژ مقاومت غیرخطی جدید را روی اسیلوسکوپ ببینید. برای منبع ولتاژ ۴ ولتی از منبع dc که روی میز آزمایشگاه قرار دارد استفاده کنید و به قرارگیری صحیح سر مثبت و منفی آن در مدار مطابق شکل (۳-۴) دقت کنید.

منحنی جدید چه فرقی با منحنی قبلی کرده است؟ رسم کنید. مقدار منبع ولتاژ را به آرامی تا ۸ ولت تغییر دهید و اثرش را روی منحنی حاصل ببینید و توضیح دهید. به کمک روابط تئوری مشاهده خود را توجیه کنید.



شکل (۴-۳)

۷- در این قسمت منحنی جریان-ولتاژ مقاومت‌های غیرخطی شکل (۴-۱-ب) و (۴-۱-ج) را که یکی با دیود معمولی و دیگری با دیود زنر با ولتاژ شکست ۶٫۸ ولت طراحی شده است، را با اسیلوسکوپ مشاهده کنید. دقت کنید که سر مثبت شبکه غیرخطی به سر قرمز رنگ پروب فانکشن ژنراتور متصل شود. همچنین مقدار آفست فانکشن ژنراتور باید به گونه‌ای تنظیم شود تا منحنی‌های جریان-ولتاژ مقاومت‌های غیرخطی مورد نظر در محدوده $-12 < V < +6$ روی اسیلوسکوپ رسم شود. در مورد اینکه چه مقدار آفستی برای فانکشن ژنراتور تنظیم کردید و چگونه به این مقدار رسیدید توضیح دهید.

منحنی‌های جریان-ولتاژ مقاومت‌های غیرخطی شکل (۴-۱-ب) و (۴-۱-ج) را با هم مقایسه کنید (با رسم شکل). در مورد علت تفاوت آنها بحث کنید.

۸- مقدار آفست فانکشن ژنراتور را صفر کنید. حال منحنی $I-V$ دیود معمولی، دیود زنر ۶٫۸V و دیود زنر ۲۷ را به کمک اسیلوسکوپ در محدوده $-9 < V < +9$ مشاهده و رسم نمایید؟ نقاط شکست زنرها و ولتاژ آستانه هر سه دیود را اندازه‌گیری کرده و روی منحنی‌ها مشخص کنید.

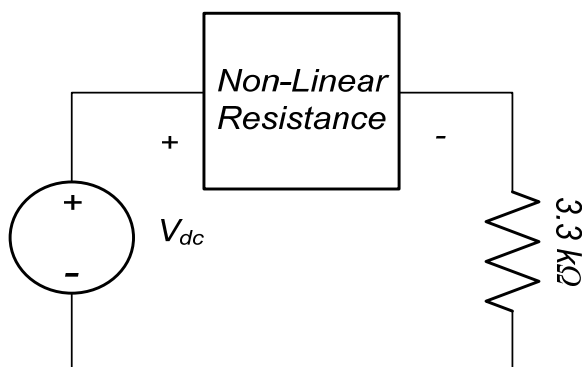
دیود معمولی و دیود زنر چه تفاوتی با هم دارند؟ کدام یک از منحنی‌های $I-V$ دیود زنر ۶٫۸V و دیود زنر ۲۷ به منحنی دیود زنر ایده‌آل نزدیک‌تر است؟ توضیح دهید.

✓ اندازه‌گیری نقطه کار شبکه غیرخطی در یک مدار

۹- با استفاده از عنصر غیرخطی شکل (۴-۱-الف) مدار شکل (۴-۴) را ببندید. منبع ولتاژ dc را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید. دقت کنید که حتماً پایه مثبت مقاومت غیرخطی را به سر مثبت منبع dc متصل نمایید. نقطه کار (مقدار جریان و ولتاژ دو سر) مقاومت غیرخطی را در این مدار اندازه بگیرید؟

۱۰- آیا این نقطه کار در منحنی جریان-ولتاژ بند ۳ صدق می‌کند؟ روی منحنی نشان دهید.

۱۱- نقطه کار را به صورت تئوری محاسبه کنید. آیا با مقادیر بند ۹ هم‌خوانی دارد؟



شکل (۴-۴)

♣ در پایان آزمایش حتماً دو شاخه دستگاه فانکشن ژنراتور (منبع ac) و اسیلوسکوپ را از سه راهی بدون ارت (حالت ایزوله) خارج کرده و کانال ۲ اسیلوسکوپ را از حالت *inverse* در آورید. مقدار آفست فانکشن را صفر نموده، دامنه و فرکانس آن را کم کنید. مقدار $Volt/Div$ کانال دو اسیلوسکوپ را روی مقادیر بزرگ قرار دهید.