

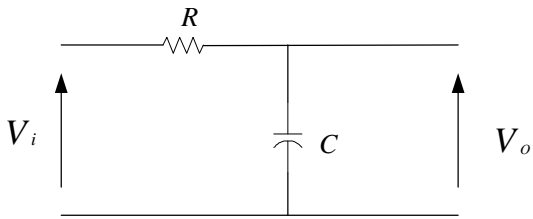
گزارش کار آزمایشگاه اندازه‌گیری و مدار

آزمایش شماره‌ی ۲

فیلتر پایین‌گذر

به نام خدا

تئوری آزمایش



مدار شکل روبرو یک فیلتر پایین گذر می باشد. بدین معنا که، تنها فرکانس هایی پایین تر از مقدار معینی را از خود گذر می دهد و برای فرکانس های بالاتر، همانند مدار قطع عمل می کند.

بررسی کیفی کارکرد مدار:

$$f \rightarrow 0 \Rightarrow Z_c = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow \infty \Rightarrow V_o = V_i \quad f \rightarrow \infty \Rightarrow Z_c = \frac{1}{j\omega C} \rightarrow 0 \Rightarrow V_o = 0$$

بررسی کمی کارکرد مدار:

هنگامی که یک موج سینوسی با دامنه V_{im} را به ورودی این مدار اعمال می کنیم، ولتاژ خروجی نیز یک موج سینوسی با همان فرکانس، ولی با دامنه متفاوت و اختلاف فاز نسبت به ورودی خواهد بود. یعنی، اگر ولتاژ ورودی را $V_i(t) = V_{im} \sin \omega t = V_i \mathbf{R}^0$ در نظر بگیریم، در خروجی خواهیم داشت $V_o(t) = V_{om} \sin(\omega t + f) = V_o \mathbf{R}^0$ طبق تقسیم ولتاژ داریم $V_o = \frac{Z_c}{R + Z_c} V_i$ و نسبت تابع خروجی به ورودی که «تابع انتقال» نامیده می شود، بدین روی به دست می آید:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{j\omega C}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{1}{1 + j\omega RC} \quad |V_o| = \frac{|V_i|}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} \quad f = \text{Arc tan}(-\omega RC)$$

در این روابط کاملاً آشکار است، چنانچه فرکانس ورودی ناچیز باشد، (چون $\omega RC = 1$ ، $f \rightarrow 0 \Rightarrow \omega RC = \omega p f R C \rightarrow 0$ ، و $V_o \approx V_i$ و $f \approx 0$ و اگر فرکانس ورودی زیاد باشد، $V_o \approx 0$ و $f \approx -90^\circ$. همچنین روشن این مدار فرکانس های بالا را به شدت تضعیف می کند، بنابراین آن را فیلتر پایین گذر (Low Pass Filter) می نامند.

- فرکانس قطع (نصف قدرت): به فرکانسی که در آن $|V_o|_{f \text{ cut off}} = \frac{|V_i|}{\sqrt{2}}$ ، فرکانس قطع گفته می شود. با توجه به این تعریف و رابطه ای بالا می توان رابطه ای برای به دست آوردن این فرکانس نوشت؛ که بدین ترتیب است: همچنین با دانستن اینکه توان با مجذور ولتاژ رابطه ای مستقیم دارد ($P = \frac{V^2}{R}$)، می توانیم دلیل نام گذاری «فرکانس نصف قدرت» به این فرکانس را دریابیم؛ چراکه، $P_o = \frac{P_i}{2}$.

روش آزمایش

در این آزمایش، ما می‌خواهیم رابطه‌ی بین فرکانس و گین خروجی و اختلاف فاز ورودی و خروجی را بررسی کنیم. بنابراین نیاز به اندازه‌گیری V_o و ϕ داریم. به ورودی مدار یک موج سینوسی با دامنه ۲ ولت اعمال می‌کنیم و خروجی، مدار را به یک کانال اسیلوسکوپ و ورودی مدار به کانال دوم آن می‌زنیم و بدین روش هر دو پارامتر را اندازه‌گیری می‌کنیم.

داده‌ها و محاسبات

$$V_i = 2 \sin \omega t, \quad R=10 \text{ K}, \quad C=100 \text{ nF}, \quad f_c=159/15 \text{ Hz}$$

| f (Hz) | عملی | | تئوری | |
|--------|-------------|------------|-------------|------------|
| | $ V_o $ (V) | ϕ (°) | $ V_o $ (V) | ϕ (°) |
| ۱۰۰ | ۱/۸ | ۲۰/۴۹ | ۱/۷۰ | -۳۲/۲۱ |
| ۱۳۰ | ۱/۷ | -۲۵/۹۵ | ۱/۴۹ | -۳۹/۲۵ |
| ۱۵۰ | ۱/۶ | -۳۳/۹۷ | ۱/۴۴ | -۴۳/۳۲ |
| ۱۶۰ | | | | |
| ۲۰۰ | ۱/۲ | -۳۸/۵۶ | ۱/۳۰ | -۵۱/۵۰ |
| ۳۰۰ | ۱ | -۴۶/۶۷ | ۱/۱۳ | -۶۲/۰۶ |
| ۵۰۰ | ۰/۸ | -۶۳/۳۲ | ۰/۹۸ | -۷۲/۳۴ |
| ۱۰۰۰ | ۰/۶ | -۶۷/۹۶ | ۰/۷۴ | -۸۰/۹۵ |
| ۲۰۰۰ | ۰/۳۵ | -۷۴/۳۶ | ۰/۵۴ | -۸۵/۴۵ |
| ۳۰۰۰ | ۰/۲ | -۸۳/۳۷ | ۰/۴۴ | -۸۶/۹۶ |
| ۵۰۰۰ | ۰/۰۸ | -۹۰ | ۰/۳۵ | -۸۸/۱۸ |
| ۱۰۰۰۰ | ۰/۰۴ | -۹۰ | ۰/۲۴ | -۸۹/۳۱ |

پایان