

دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی
دانشکده برق - گروه کنترل

آزمایشگاه کنترل سیستمهای خطی

گزارش کار نمونه

تابستان ۱۳۸۳

به نام خدا

گزارش کار آزمایش اول

عنوان آزمایش:

آشنایی با نحوه پیاده سازی الکترونیکی فرایندها
و کنترل کننده ها

شماره گروه: ۱۳۴

نویسنده گزارش: احمد حیدری آشتیانی

تاریخ انجام آزمایش: ۸۲ / ۷ / ۱۴

تاریخ تحویل گزارش کار: ۸۲ / ۷ / ۲۸

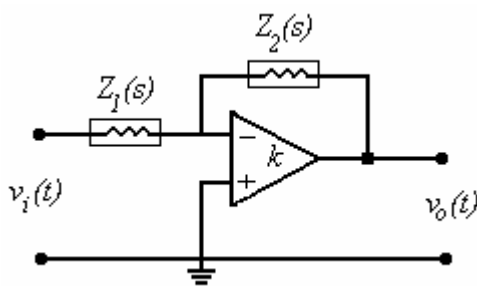
۱- هدف از انجام آزمایش:

در این آزمایش هدف آشنایی با نحوه پیاده سازی الکترونیکی فرایندها و چگونگی شناسایی و بررسی مشخصه های آنها زمانی و فرکانسی آنها می باشد.

۲- شرح آزمایش:

همانطور که می دانیم در صورتی که تقویت کننده عملیاتی را مانند شکل زیر در مدار به کار ببریم، نسبت v_o به v_i بصورت زیر بدست

می آید:

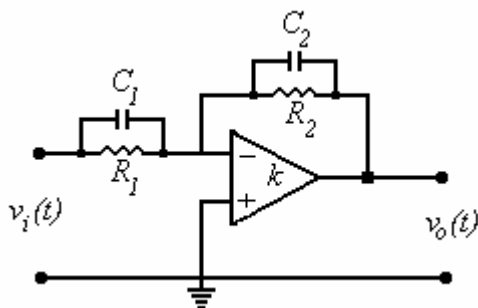


$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

در ادامه تحقق الکترونیکی دو تابع تبدیل $G(s) = \frac{1}{0.1s+1}$ خواسته شده است. به منظور طراحی مناسب Z_1 و Z_2 برای ایجاد تابع تبدیل

$\frac{1}{0.1s+1}$ در ابتدا لازم است تا مدار کلی را به شکل پارامتری طراحی نمائیم. به جای مقادیر Z_1 و Z_2 یک خازن و یک مقاومت موازی به

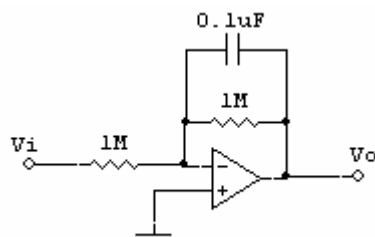
شکل زیر در نظر می گیریم. پس از انجام محاسبات مربوطه نسبت v_o به v_i بصورت زیر بدست می آید،



$$\frac{v_o}{v_i} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R_2}{R_1} \times \frac{1+R_1C_1s}{1+R_2C_2s}$$

به کار گیری مدل سری خازن و مقاومت در اینجا جواب نمی دهد، زیرا خازن ها در حالت DC مدار باز بوده و مدار عملاً قطع خواهد بود.

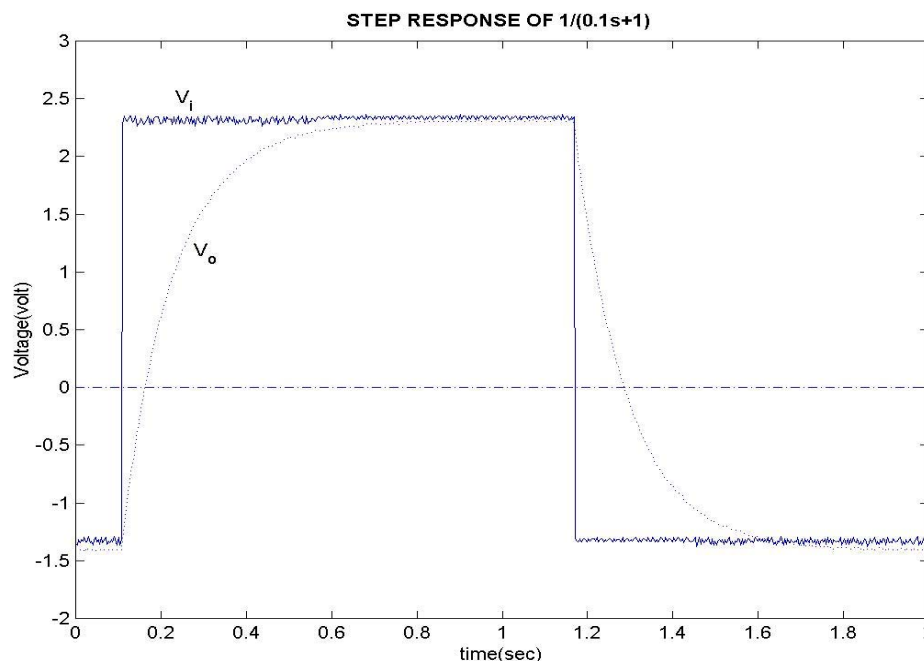
برای تشکیل تابع تبدیل $\frac{1}{0.1s+1}$ مقادیر C_2, C_1, R_2, R_1 را با توجه به قطعاتی که در اختیار داریم انتخاب می کنیم.



$$C_1 = 0 \quad C_2 = 0.1 \mu f \quad R_1 = R_2 = 1M\Omega$$

حال برای بررسی پاسخ زمانی سیستم، پاسخ پله را مشاهده می کنیم که در واقع ساده ترین پاسخ زمانی بوده و اطلاعات زیادی در آن وجود دارد. بدین منظور ورودی موج مربعی را به سیستم اعمال می کنیم (دقت می کنیم که دوره تناوب این موج مربعی به گونه ای باشد که سیستم به حالت

ماندگار رسیده باشد و عملاً موج مربعی در حکم پله تلقی شود) و خروجی که همان پاسخ پله است مشاهده خواهد شد. خروجی سیستم در شکل (۱) آورده شده است.



شکل (۱) - پاسخ پله سیستم $1/(0.1s+1)$

در شکل (۱) فرکانس ورودی ۰٫۵۵ هرتز در نظر گرفته شده است. در ادامه مقدار ثابت زمانی و بهره سیستم را به طور عملی حساب می کنیم. به صورت کلی تابع تبدیل درجه اول به صورت $G(s) = \frac{k}{\tau s + 1}$ می باشد که در آن k بهره ماندگار سیستم (نسبت ورودی و خروجی در حالت ماندگار) و τ ثابت زمانی سیستم (مدت زمان رسیدن خروجی به ۰٫۶۳ مقدار ماندگار) می باشد. به عنوان مثال پس از انجام محاسبات برای شکل (۱) مقدار بهره ماندگار تقریباً یک و ثابت زمانی ۰٫۱۲ ثانیه خواهد بود که با مقایسه مقدار تئوری ($\tau = 0.1 \text{ sec}$) قابل قبول می باشد.

در ادامه جهت مشاهده پاسخ فرکانسی مدار، ورودی سینوسی به سیستم اعمال می کنیم و خروجی را مشاهده می نمایم. دلیل اینکه ورودی را سینوسی انتخاب می کنیم آن است که شکل موج سینوس تک فرکانس می باشد و ما در تحلیل های خود می خواهیم پاسخ سیستم را در فرکانس خاص مشاهده نمایم، بنابراین باید ورودی را تک فرکانس یعنی سینوسی انتخاب کنیم. در تحلیل پاسخ فرکانسی، هدف، دیدن پاسخ فرکانسی سیستم (دامنه و فاز) در فرکانسهای مختلف می باشد. به این منظور چندین شکل موج سینوسی با فرکانسهای مختلف به ورودی اعمال می کنیم و مقدار دامنه و فاز را برای هر کدام محاسبه می کنیم. لیکن در پاسخ فرکانسی نواحی وجود دارند که حاوی اطلاعات بیشتری هستند. این فرکانسها، آنهایی هستند که در حول و حوش نقاط شکست قرار دارند. بنابراین ابتدا فرکانس شکست سیستم را بدست می آوریم. سیستم یک قطب در $\omega = 10 \text{ rad/sec}$ دارد. بنابراین فرکانس شکست سیستم بر حسب هرتز خواهد شد،

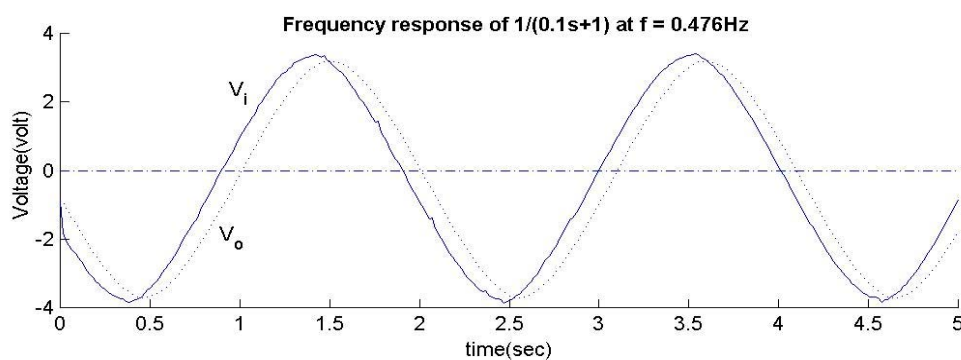
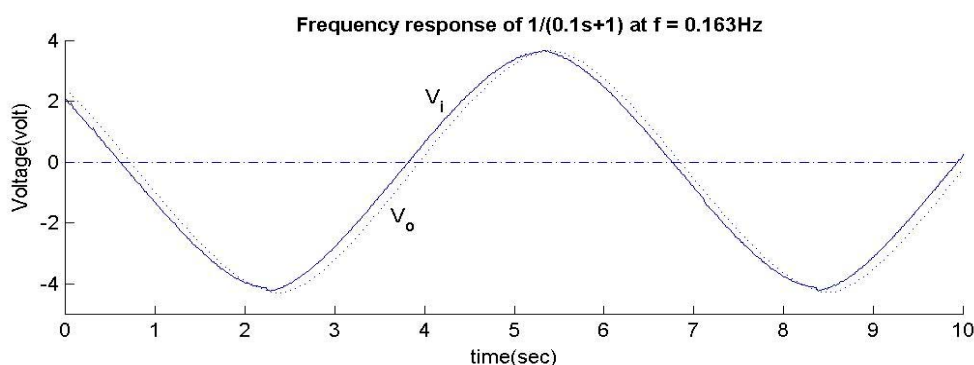
$$2\pi f = 10 \longrightarrow f = \frac{10}{2\pi} \approx 1.6 \text{ Hz}$$

برای بدست آوردن پاسخ فرکانسی، فرکانس ورودی را از فرکانس های قبل و بعد فرکانس شکست تغییر می دهیم و خروجی را مشاهده می کنیم. از لحاظ تئوری باید از کمتر از ۰٫۱ تا بیشتر از ۱۰ برابر فرکانس شکست را بررسی کنیم $0.16 < f < 16$ بطور مثال در اینجا شش فرکانس مختلف برای ورودی در نظر گرفته شده است.

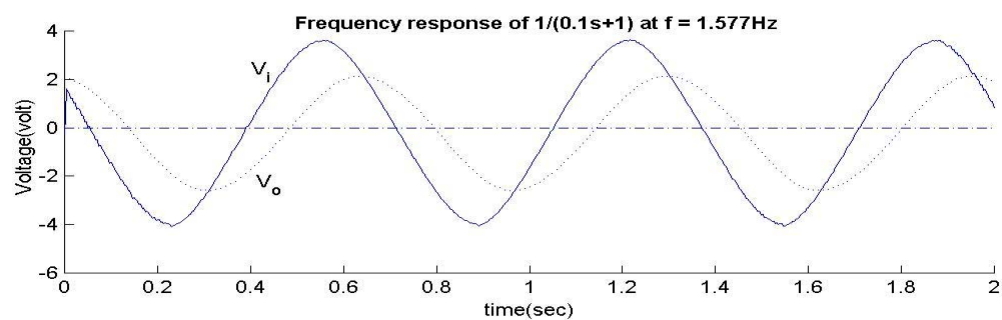
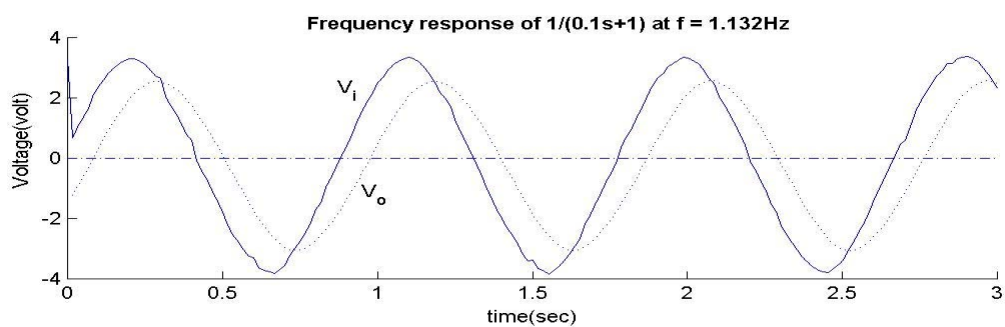
$$f = 0.163, 0.476, 1.132, 1.577, 2.068, 4.001, 4.998, 9.680, 23.981 \text{ (Hz)}$$

برای هر شکل ورودی مقدار دامنه ورودی و خروجی را بر حسب ولت یادداشت کرده سپس نسبت دامنه خروجی به ورودی را حساب می کنیم. برای تعیین اختلاف فاز نیز دوره تناوب را در 360° درجه در نظر می گیریم و مقدار تأخیر را بر حسب زاویه بدست می آوریم، سپس نمودارهای $|G(s)|$ و $\angle G(s)$ را رسم می کنیم که همان نمودار بود خواهد بود. می توان جهت مقایسه با تئوری یک بار نیز نمودار بود را با استفاده از نرم افزار MATLAB رسم نمود.

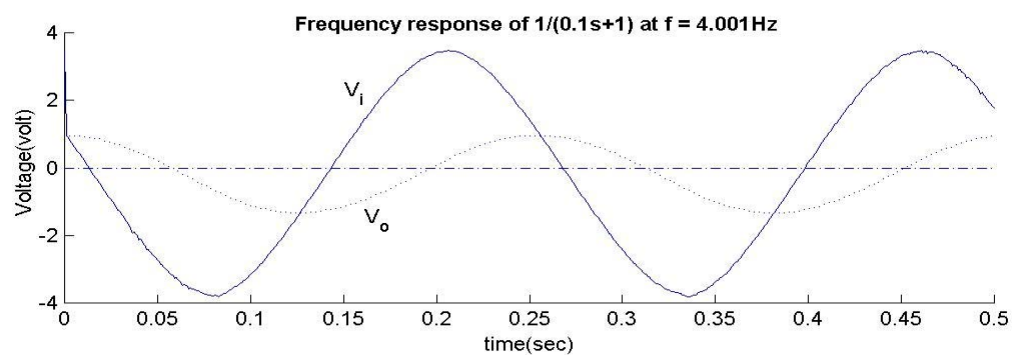
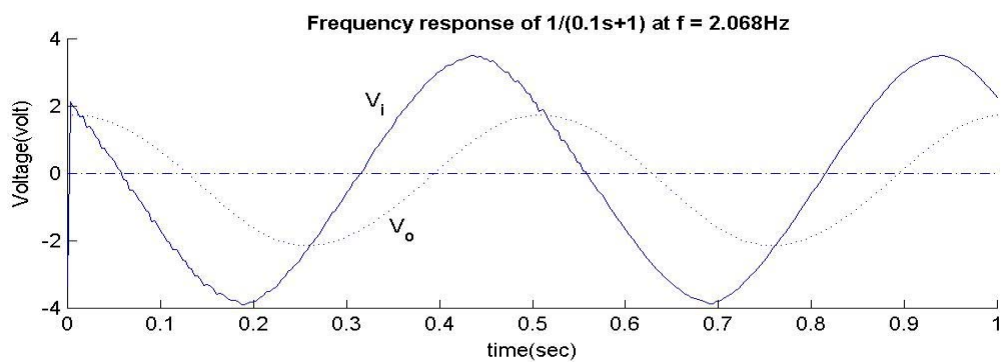
در شکل های (۲) تا (۸) موجهای ورودی و خروجی در فرکانسهای نام برده رسم شده اند.



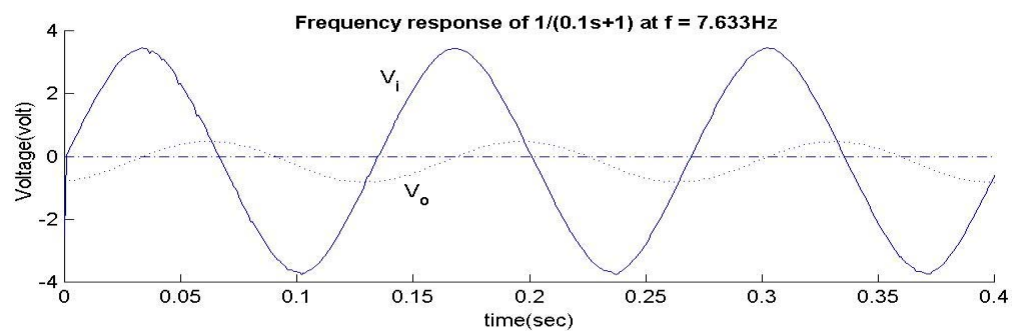
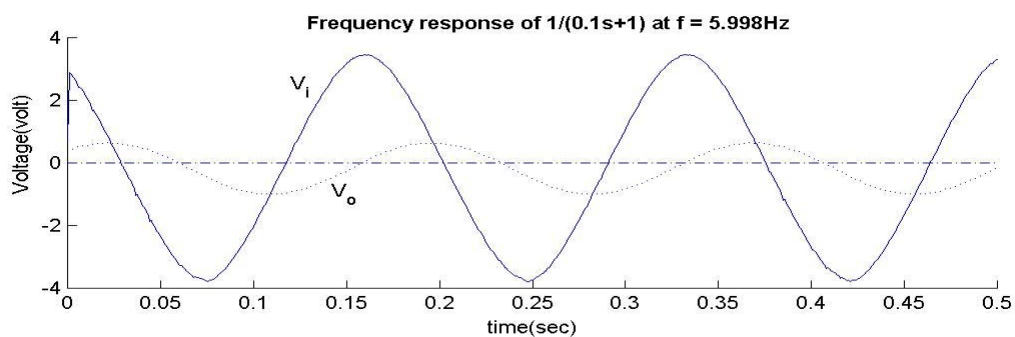
شکل (۲) - پاسخ فرکانسی سیستم $1/(0.1s+1)$ در $f=0.163\text{Hz}$ و $f=0.476\text{Hz}$



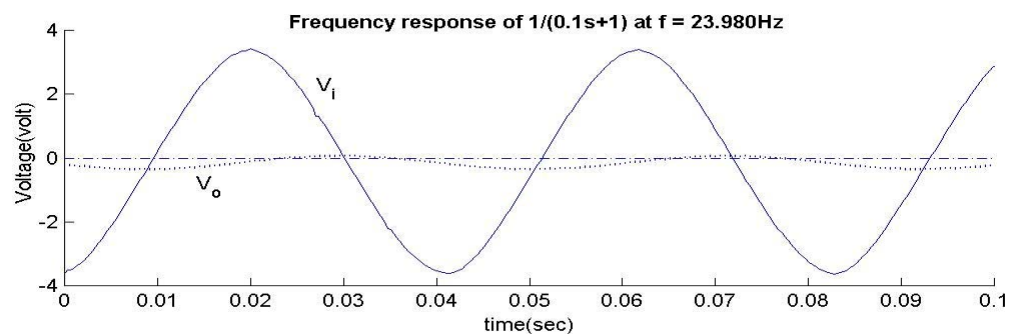
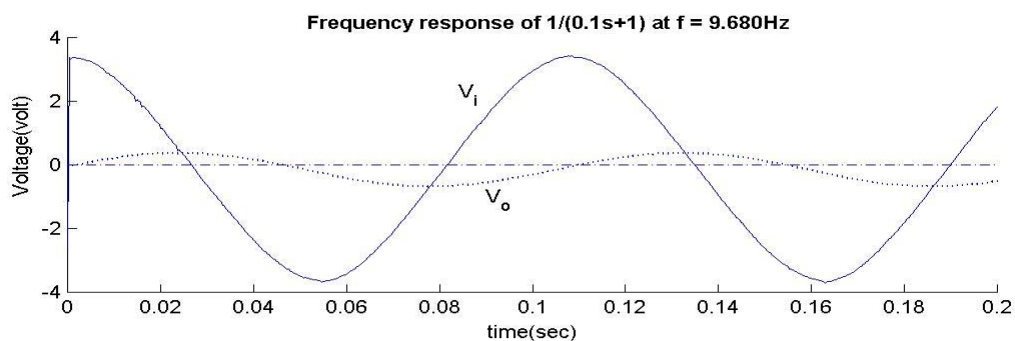
شکل (۳) - پاسخ فرکانسی سیستم $1/(0.1s+1)$ در $f=1.132\text{Hz}$ و $f=1.577\text{Hz}$



شکل (۴) - پاسخ فرکانسی سیستم $1/(0.1s+1)$ در $f=2.068\text{ Hz}$ و $f=4.001\text{Hz}$



شکل (۵) - پاسخ فرکانسی سیستم $1/(0.1s+1)$ در $f=5.998\text{ Hz}$ و $f=7.633\text{ Hz}$

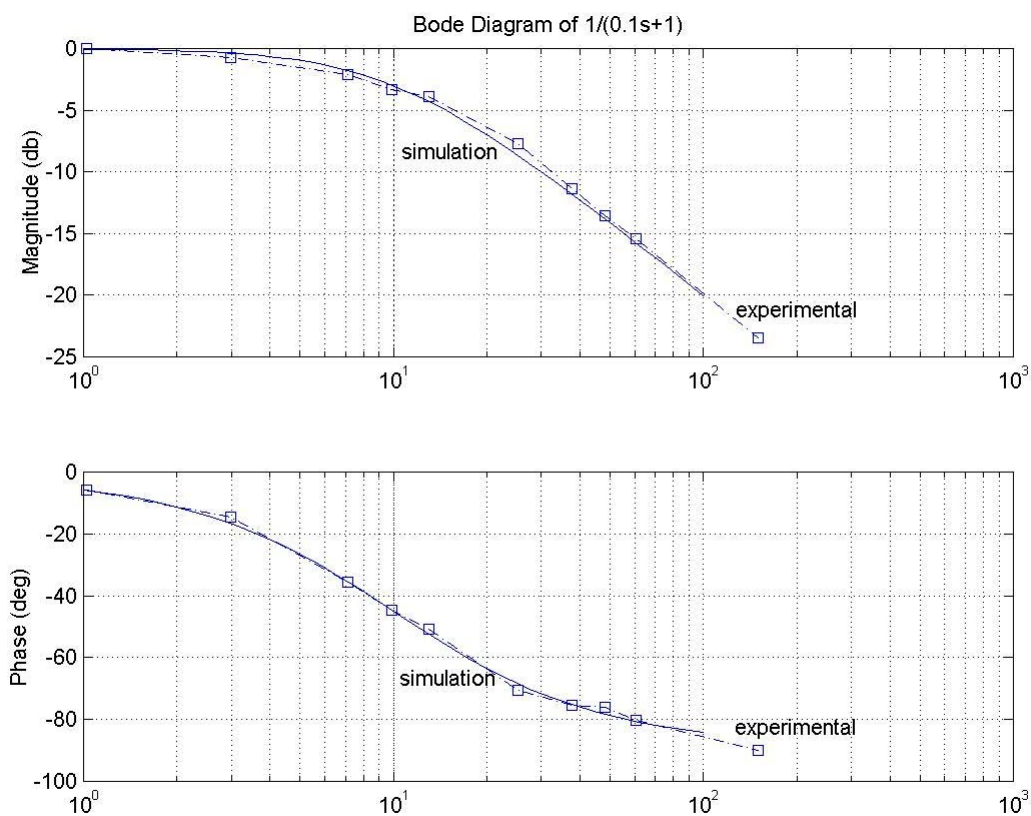


شکل (۶) - پاسخ فرکانسی سیستم $1/(0.1s+1)$ در $f=9.680\text{ Hz}$ و $f=23.981\text{ Hz}$

مقادیر عددی مربوط به فرکانس، نسبت اندازه دامنه ها و اختلاف فاز در جدول زیر خلاصه شده است،

فرکانس (Hz)	۰,۱۶۳	۰,۴۷۶	۱,۱۳۲	۱,۵۷۷	۲,۰۶۸	۴,۰۰۱	۵,۹۹۸	۷,۶۳۳	۹,۶۸۰	۲۳,۹۸۱
نسبت دامنه (Vo/Vi)	۱	۰,۹۱۶	۰,۷۸۷	۰,۶۸۴	۰,۶۴۰	۰,۴۱۰	۰,۳۱۰	۰,۲۰۹	۰,۱۷۰	۰,۰۶۷
اختلاف فاز (deg)	-۵,۹۵	-۱۴,۴۳	-۳۵,۷۵	-۴۴,۵۸	-۵۰,۶۷	-۷۰,۵	-۷۵,۳	-۷۶,۱	-۸۰,۴	-۹۰,۰

در شکل (۷) نمودار بود با استفاده از مقادیر حساب شده در جدول بالا رسم شده است. علاوه بر این نمودار بود اصلی سیستم نیز جهت مقایسه آورده شده است،



شکل (۷) - نمودار بود سیستم $1/(0.1s+1)$ با استفاده از نتایج آزمایش و شبیه سازی