

# بررسی گرافیکی خطوط انتقال با امپدانس مشخصه غیر $Z_0$

دانشجو: علیرضا کاوسی

استاد راهنما: دکتر جلیل اقا راشد محصل

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران



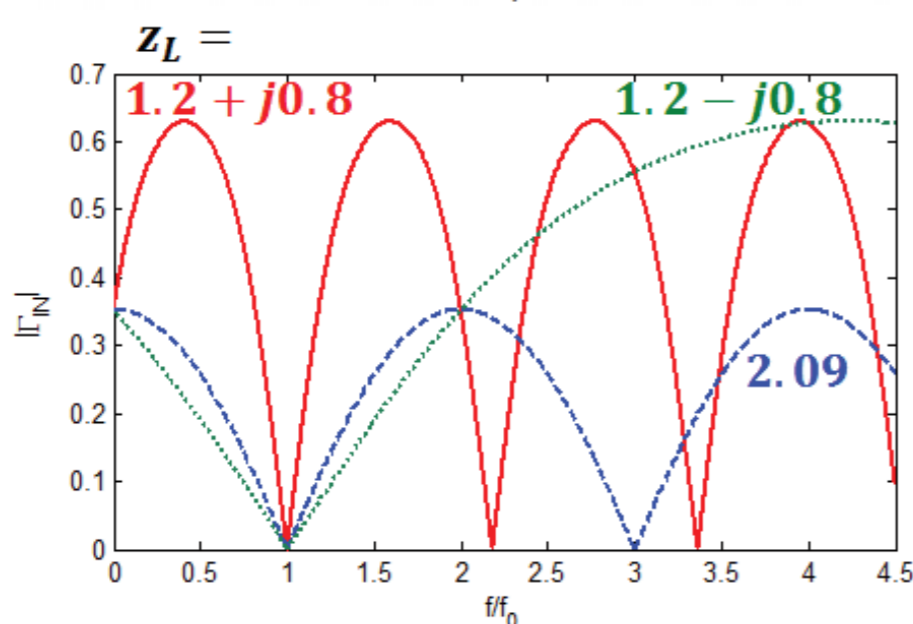
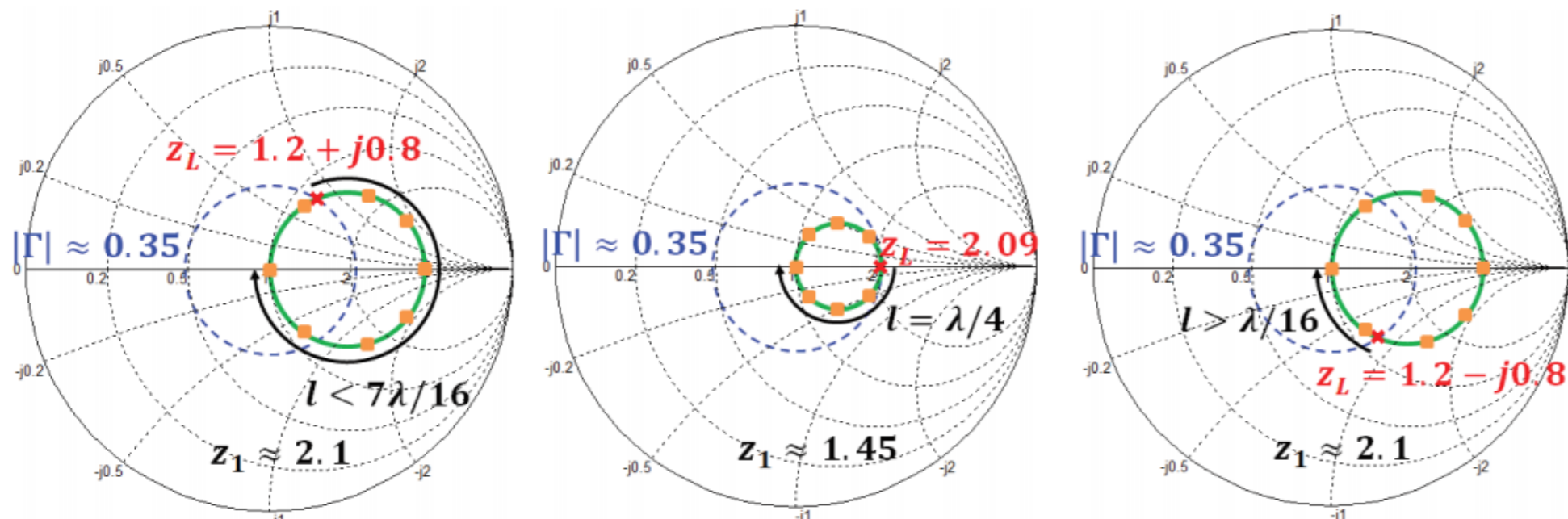
## نتایج

مرکز دایره مورد نظر همواره بر روی محور حقیقی و بین مرکز Smith chart و نقطه  $Z_1$  خواهد بود.

اگر مقدار امپدانس بار  $Z_L$  به امپدانس مشخصه خط  $Z_1$  نزدیکتر باشد، دایره کوچکتری تشکیل میشود (مکان هندسی) و اگر خط انتقال با یک بار open یا short ختم بشود میتوان گفت که مرکز دایره مورد نظر همان مرکز اسمیت چارت است و دایره تمام صفحه را در نظر میگیرد.

پهنای باند مدار تطبیق:

پس از آشنایی با نحوه رسم مکان هندسی در صفحه Smith chart، با در گرفتن مکان نقطه امپدانس به عنوان تابعی از فرکانس میتوان به بررسی پهنای باند یک مدار تطبیق پرداخت



## مقدمه / خلاصه

اصولاً مطالعه و بررسی مسائل مربوط به خطوط انتقال به دو روش آنالیز محاسباتی و آنالیز گرافیکی ممکن خواهد بود. در بعضی از موارد استفاده از ابزار گرافیکی تاثیر بسزایی در ساده سازی و قابل فهم کردن مسائل خط انتقال دارد و از این رو در آموزش خطوط انتقال به دانشجویان تاکید زیادی بر استفاده از این ابزار در حل مسائل مختلف میشود.

معمولاً در بررسی گرافیکی خطوط انتقال با استفاده از Smith chart فرض میکنیم امپدانس مشخصه خط مورد نظر برابر  $Z_0$  است و با توجه به اینکه صفحه اسمیت چارت نیز بر  $Z_0$  نرمالایز میباشد، محاسبات مربوطه به اسانی انجام خواهد شد.

در این تحقیق قصد داریم به حالتی بپردازیم که بخش از خط انتقال دارای امپدانس مشخصه ای به صورت  $Z_1 \neq Z_0$  باشد که در این صورت روش بررسی آن در اسمیت چارت متفاوت خواهد بود.

پس از ارائه روش پیشنهادی برای این نوع مسائل به بررسی ویژگی ها و نتایج به دست آمده خواهیم پرداخت.

## روش پیشنهادی

میدانیم در حالتی که داشته باشیم  $Z_1 = Z_0$ ، با استفاده از صفحه اسمیت چارت نرمالایز شده به  $Z_0$ ، میتوان به سادگی و با حرکت بر روی دایره ای به مرکز صفحه و شعاعی به اندازه  $|\Gamma_L|$ ، خط انتقال مربوطه را تحلیل کرد. همچنین میدانیم که با تغییر در فرکانس (به طور معادل تغییر در طول الکتریکی خط) مکان هندسی  $Z_L$  نیز بر روی دایره به طور متناسب تغییر پیدا میکند.

حال میخواهیم به بررسی حالتی بپردازیم که در آن  $Z_1 \neq Z_0$  باشد. مزیت روش پیشنهادی آن است که نه تنها توانایی یافتن مرکز و شعاع دایره مورد نظر در صفحه اسمیت چارت (نرمالایز شده به  $Z_0$ ) را میدهد، بلکه نحوه و مقدار تغییر در مکان هندسی امپدانس بر روی دایره به ازای تغییر در طول الکتریکی خط را نیز بیان میکند. باید این نکته را در نظر گرفت که در این حالت بر خلاف حالت خاص قبل، مقدار تغییر زاویه با تغییر در طول خط نسبت مستقیمی ندارد.

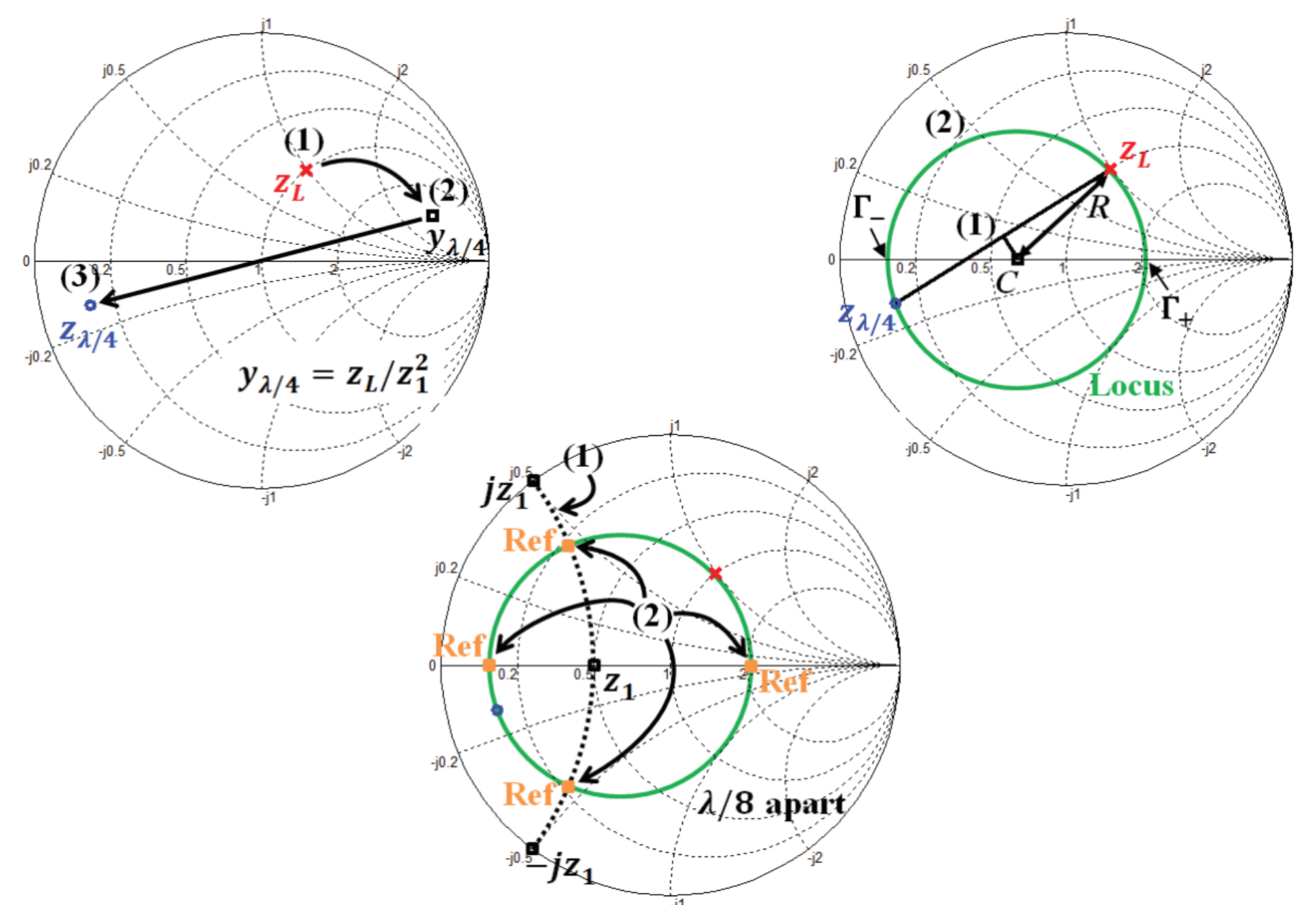
در سه مرحله این روش را بیان میکنیم

- قدم اول: یافتن نقطه  $\lambda/4$

$$Z_L \rightarrow y_{\lambda/4} \equiv \frac{Z_L}{Z_1^2} \rightarrow Z_{\lambda/4}$$

- قدم دوم: تعیین مکان هندسی، مرکز، شعاع

- قدم سوم: تعیین Reference Points



## جمع بندی

در این تحقیق سعی کردیم که با نگاهی روشمند و به صورت مرحله به مرحله موضوع خطوط انتقال با امپدانس مشخصه غیر از  $Z_0$  را شرح دهیم. همچنین به بررسی پهنای باند مدار های تطبیق با استفاده از Smith chart پرداختیم.

در مجموع هدف از این تحقیق آشنایی دانشجویان و علاقمندان به مباحث خطوط انتقال در حالت خاصی بود که معمولاً در دروس پایه دانشگاهی به آن اشاره نمیشود (موضوع تحلیل گرافیکی خطوط انتقال با امپدانس غیر از  $Z_0$ ) و امید است که در آینده و با توجه به اهمیت این موضوع، شاهد فراگیر شدن آموزش آن به دانشجویان دوره کارشناسی باشیم.

## مراجع اصلی

1. D. M. Pozar, Microwave Engineering, Third Edition, Somerset, NJ, John Wiley & Sons, 2005.
2. W. N. Allen and D. Peroulis, "A visual approach to investigating the bandwidth of transmission lines with non- $Z_0$  impedance," IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 55, no. 6, pp. 220-235, December 2013.