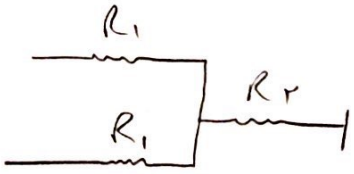
تمرین شماره ۱ — بسمه تعالی — مهدی جوادا

۱) الف) هنگامی که دو خط به یکدیگر نزدیک می‌شوند خازن موجود بین خطوط زیاد می‌شود و از آنجایی که حاصل ضرب مقدار سلف و خازن عددی ثابت است ($LC = \mu\varepsilon$) مقدار سلف کاهش می‌یابد و هنگامی که فاصله دو خط زیاد می‌شود مقدار خازن موجود کم می‌شود و مقدار سلف نیز افزایش می‌یابد. البته این روابط در حد تقریب مانند استریپ لاین مشهودتر است.

ب) خازن - خازن - کم‌تلفات ($RLC$) - پرتلفات ($RLGC$)

ج) می‌دانیم که بیشتر جریان بازگشتی از زیر خود سیم رد می‌شود و بازمی‌گردد. هنگامی که در زیر خط بریدگی ایجاد شود، مسیر بازگشت مسدود شده و جریان بازگشتی مجبور به دور زدن تشکاف می‌شود، این امر باعث ایجاد سلف‌های بزرگ منتشره می‌شود. هنگامی که این سلف‌ها به وجود می‌آیند به دلیل افزایش سلف سری در مسیر همشوایی نیز افزایش می‌یابد.

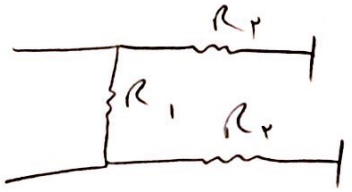
T روش:




د)
$R_1 = R_{odd} = 40\,\Omega$

$R_2 = \frac{1}{2}(R_{even} - R_{odd}) = \frac{1}{2}(60-40) = 10\,\Omega$

P روش:




$R_1 = R_{even} = 60\,\Omega$

$R_2 = 2\left(\frac{R_{even}R_{odd}}{R_{even}-R_{odd}}\right) = 2\left(\frac{60\times 40}{20}\right) = 240\,\Omega$

ه) با فرض شکل موج سینوسی در حالت کلی معادلات عمومی خط انتقال:

$$\frac{dV(x)}{dx} = -(R+j\omega L)I(x) \qquad \frac{dI(x)}{dx} = -(G+j\omega C)V(x)$$

$$\frac{d^2V(x)}{dx^2} = -(R+j\omega L)\frac{dI(x)}{dx}$$

$$\frac{d^2V(x)}{dx^2} = -(R+j\omega L)\times -(G+j\omega C)V(x)$$

$$\gamma = \alpha + \beta \qquad \gamma = \sqrt{(R+j\omega L)(G+j\omega C)}$$

Scanned with CamScanner

در خط انتقال ایده آل $R$ و $G$ برابر صفر است

$$\gamma = \sqrt{LC(jw)^2} = jw\sqrt{LC} \Rightarrow \alpha = 0 \text{ و } \beta = w\sqrt{LC}$$

$$V = \frac{w}{\beta} = \frac{w}{w\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Z_0 = \frac{V(x)}{I(x)} \Rightarrow Z_0 = \frac{\frac{dV(x)}{dx}}{\frac{dI(x)}{dx}} = \frac{(R+jwL)I(x)}{(G+jwC)V(x)}$$

$$Z_0 = \frac{V(x)}{I(x)} = \frac{R+jwL}{G+jwC} \Rightarrow Z_0^2 = \frac{R+jwL}{G+jwC}$$

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R+jwL}{G+jwC}} \Rightarrow \underset{\text{بی تلفات}}{Z_0} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

و/ $\beta$ تغییر فاز در فاصله است، اگر فرض کنیم تغییر فاز $2\pi$ است فاصله‌های طول موج می‌شود.

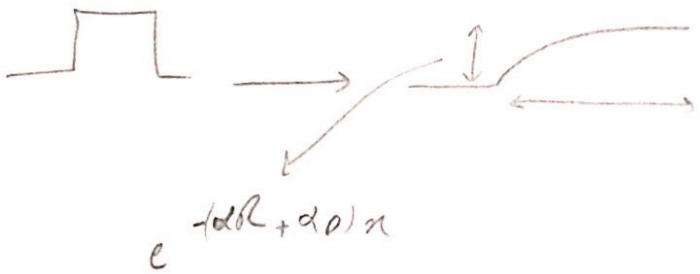
$$\lambda = \frac{V}{f} \text{ و } \beta = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \frac{2\pi}{\beta} = \frac{V}{f} \rightarrow V = \frac{2\pi f}{\beta} = \frac{w}{\beta}$$

ح/ در فرکانس‌های بالا سیگنال به صورت موج الکترومغناطیس منتشر می‌شود چون در غیر این صورت تلفات و مقاومت نشتی بسیار زیادی خواهد داشت لذا با ایجاد زمین در کنار خط انتقال نوعی موجبر تولید می‌کنیم.
از طرفی در فرکانس‌های بالا تلفات خط به شدت زیاد می‌شود و خط دیر سلف و خازن بزرگ می‌شود و این امر همگنواری را بسیار افزایش می‌دهد. بنابراین با اضافه کردن خطوط زمین در کنار خط انتقال به نوعی خطوط را ایزوله می‌کنیم و تا حد خطوط بر یکدیگر را کاهش می‌دهیم در نتیجه همگنواری کاهش می‌یابد.

ط/ پراکندگی در خطوط انتقال باعث کاهش سرعت خط در فرکانس‌های بالا می‌شود که این امر باعث خمیدگی و کم شدن لبه‌های سیگنال می‌شود و در نتیجه پاسخ دیجیتال خراب می‌شود.

Scanned with CamScanner

ی) یک حجش اولیه و یک دم نمایی. حجش اولیه به خاطر تضعیف تضعیف اندازه‌ای کمتر از حجش سیگنال ابتدایی دارد. درحالت واقعی تضعیف دی الکتریک وجود ندارد و تضعیف مقاومتی نیز فقط ناشی از مقاومت هادی است، پس درحالت واقعی فقط به دیاگرام چشم افت دامنه داریم.



$e^{-(\alpha R + \alpha D)x}$

ک) عمق پوست با افزایش فرکانس کاهش می‌یابد و آن را با نمایش می‌دهیم. اثر پوستی همانی است که $\sigma$ از شعاع خط انتقال کوچک شود.

تلفات دی الکتریک به صورت هدایت $\sigma$ مدل می‌شود. نسبت ادمیتانس $\sigma$ با ادمیتانس خازن موازی ثابت است. هرچه این مقدار کمتر باشد تلفات دی الکتریک کمتر است.

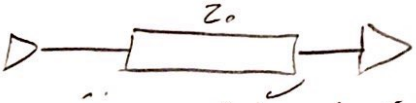
$$\tan\delta = \frac{\sigma}{\omega C}$$

برای سیم های PCB در فرکانس های بالای ۱۰۰ تا ۲۰۰ مگا هرتز باید $\sigma$ لحاظ شود.

مهمترین تلفات مقاومت پوستی و تلفات دی الکتریک به فرکانس وابسته بوده و با افزایش فرکانس افزایش می‌یابد.

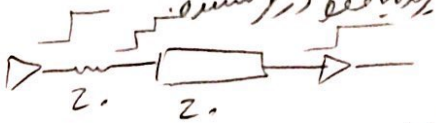
ل) اندازه آن مستقل از طول خط است و اندازه آن مستقل از نرخ لبه‌ی مجاهم است و مفهوم علامت یا جامع است یعنی

خ) الف) بدون پایانده‌ی



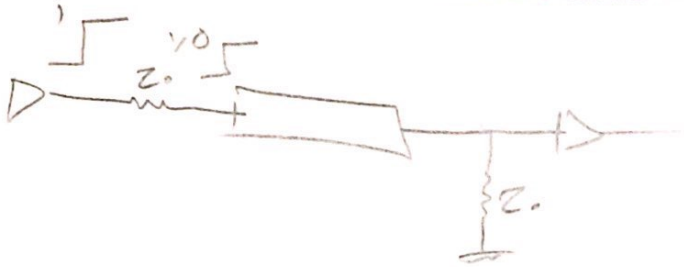

خط در تماس با زمان معدود نزدیک سیگنال باید خیلی کوتاه باشد تا رفت و برگشت حس نشود. ممکن است باعث نوسان خط شود.

ب) پایان دهی فقط در گیرنده یا فقط در فرستنده




در سرعت های متوسط قابل قبول است، البته باید دقت شود گسستگی امپدانس در میان خط باعث انعکاس می‌شود.

Scanned with CamScanner




۶) پایان دهی در دو سمت مناسب و کاهش های بالا با سوئیچینگ نصف می شود.

۲) الف) برای آنکه سرعت در مود زوج و فرد یکسان باشد، بایستی تغییرات ساو ساخط انتقال در این دو مود به یک نسبت باشد، عوامل مؤثر باعث می شود امپدانس مود زوج و فرد در محیط های همگن یکسان نباشد. در دو ابر تیر نشان می دهیم امپدانس مود زوج بیشتر است. پس خط با رنگ مود زوج است.

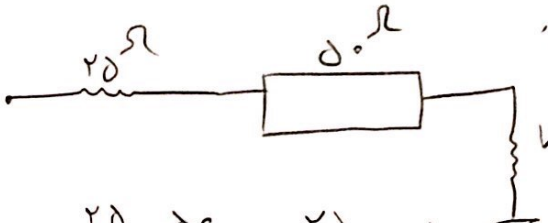
$$K_m = \frac{L_m}{\sqrt{L_1 L_2}} \qquad K_C = \frac{C_m}{\sqrt{C_1 C_2}}$$

$$L_1 = L_2 \Rightarrow K_m = \frac{L_m}{L_1} \quad \text{and} \quad C_1 = C_2 \Rightarrow K_C = \frac{C_m}{C_1}$$

$$K_m = K_C = K \quad \text{and} \quad \gamma = \pm j\omega\sqrt{L_1 C_1}\sqrt{1-K^2}$$

ب) در استریپ لاین خطوط میدان الکتریکی و مغناطیسی در دو مود زوج و فرد در مسیرهای با نفوذ پذیری برابر حرکت می کنند. بنابراین نفوذ پذیری وابسته به مود زوج و فرد نیست. این موضوع در همه ی محیط های همگن برقرار است، چون در این محیط ها، نفوذ پذیری الکتریکی و مغناطیسی موثر در دو مود زوج و فرد یکسان است. در این شکل هر چه مقدار $\varepsilon_r$ بیشتر می شود محیط به سمت همگن شدن پیش می رود در نتیجه امپدانس دو مود زوج و فرد تقریباً یکسان می شود.

۳)

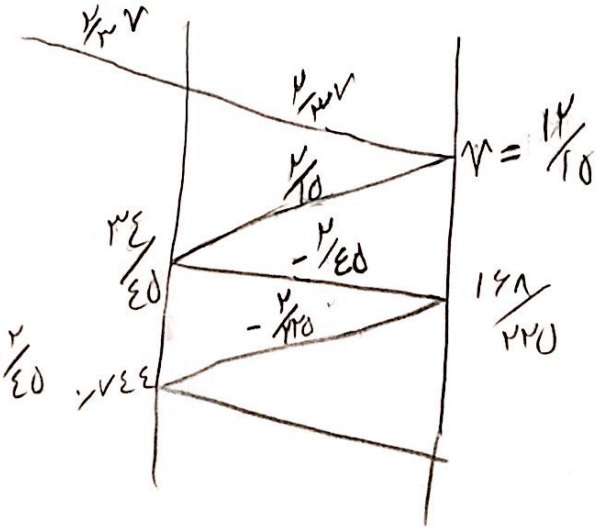



$$K_1 = \frac{25-50}{25+50} = \frac{-25}{75} = -\frac{1}{3}$$

$$K_2 = \frac{75-50}{75+50} = \frac{25}{125} = \frac{1}{5}$$

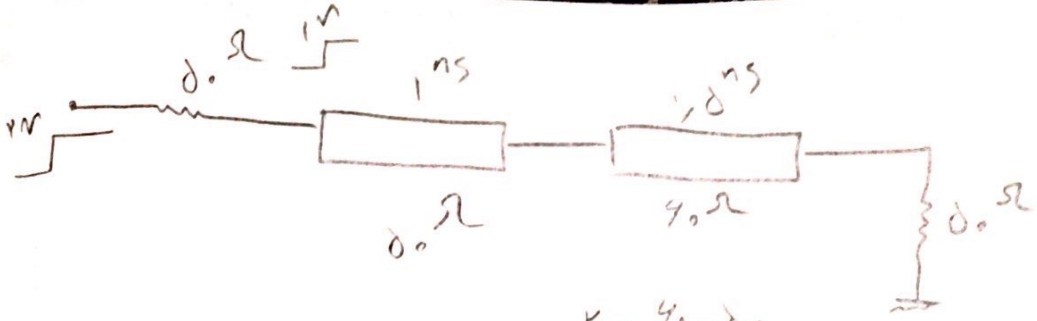
$$1 \times \frac{50}{25+50} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{2}{15} \times -\frac{1}{3} = -\frac{2}{45} \approx -0.044$$

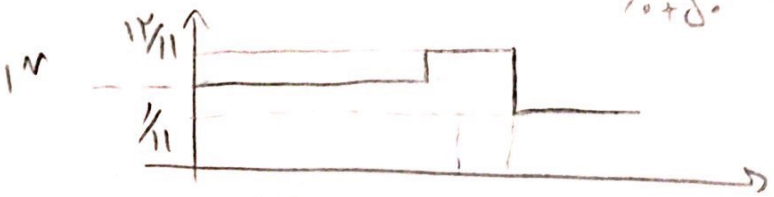



Scanned with CamScanner

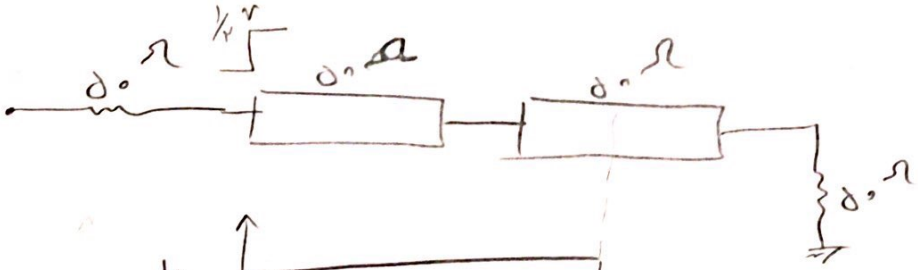
(٤



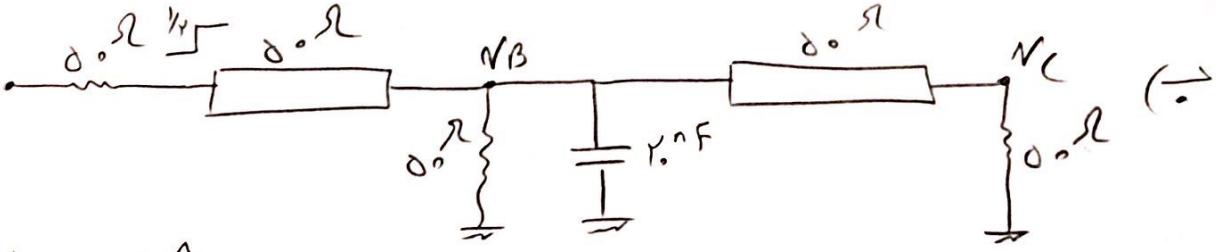

$K = \frac{۷۰-۵۰}{۷۰+۵۰} = \frac{۱۰}{۱۱۰} = \frac{۱}{۱۱}$

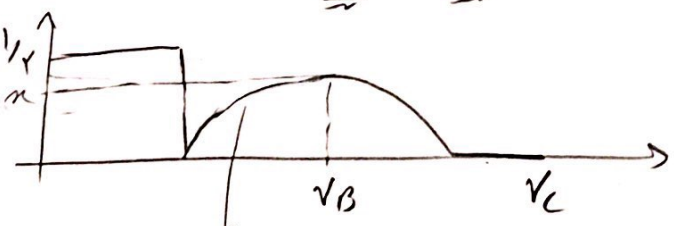



(٥ (أ



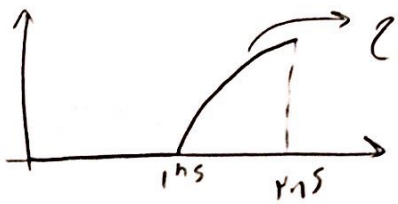
(ب




$\tau = ۱/۲ \times ۵۰ \times ۲۰^{n} = \frac{۱۰۰۰}{۴} = ۲۵۰\ ns$

$x = ۱/۲ (۱ - e^{-t/\tau}) \Rightarrow t = ۵\ ns$



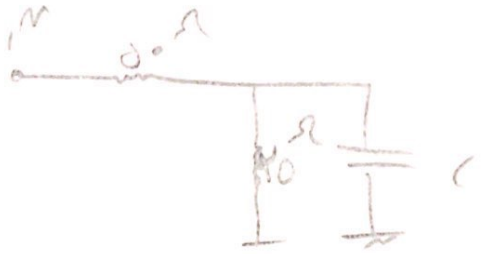

$\tau = RC = \frac{۵۰}{۴} \times ۲۰^{n} F = \frac{۱۰۰۰}{۴}\ ns = ۲۵۰\ ns$

$\Rightarrow V_C = ۱/۲ \times (۱ - e^{-۴/۲۵۰})$

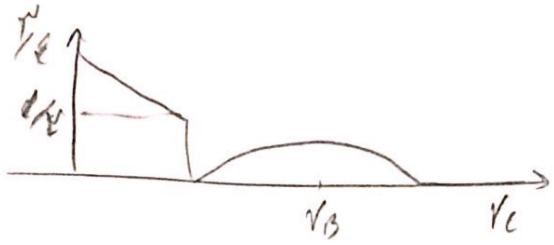
Scanned with CamScanner

$t = \infty \Rightarrow V_C = 1 \times \frac{10}{10+10} = \frac{1}{2}$ (2.

$I_R = \frac{\frac{1}{2}}{10} = 1 \cdot 2^{-1}\ mA$




4 dB $\longrightarrow \frac{1}{4} \longrightarrow t = 1^{ns} \Rightarrow V_B = \frac{1}{2} V$ (2




Scanned with CamScanner