

其の12

プリント・パターンはRLC回路網! 電子回路シミュレータで解説せよ

本稿では其の11で説明したアナログ回路とデジタル回路の2つのグラウンド・パターン構成を、抵抗とインダクタンスでモデル化し、電子回路シミュレータLTspiceで実験してみます。

共通グラウンド・モデルの作り方

■ グラウンドの電圧降下の計算

技 デジタル回路のリターン電流が大きく、その変動速度が速くなると、グラウンドでの電圧降下は大きくなる

共通グラウンドの寄生インピーダンスに、デジタル回路のリターン電流 I_G が流れると、グラウンドでの電圧降下 $V_{GND}[V]$ が生じます。

$$V_{GND} = I_G R_P + L_P \frac{d}{dt} I_G(t) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 R_P : 共通グラウンドのプリント・パターンに存在する寄生抵抗 $[\Omega]$ 、 L_P : 同じく寄生インダクタンス $[H]$ 、 d/dt : リターン電流 I_G の変化速度

アナログ信号のリターン電流は、 I_G と比べて微小なので無視できます。デジタル回路のリターン電流 I_G が大きく、また変動が速くなるにしたがい、 V_{GND} が大きくなります。高精度/高SNRシステムの実現が難しくなることに気がつきます。

■ 例題

図1に共通グラウンドになっている改善前の回路モデル、図2にデジタル回路のグラウンド(リターン電流の経路)を分離した改善後の回路モデルを示します。図1は其の11の図4、図2は同章の図6と同じ構成です。

それぞれ電流が流れる信号/グラウンドのプリント・パターン寸法は、其の2の図1と同じとし、抵抗 $120\text{m}\Omega$ と寄生インダクタンス 133nH による寄生インピーダンスが生じるものとしてモデル化します。

技 共通グラウンドで電圧降下がクロストークになることをモデルから考える

図1では、アナログ信号とデジタル回路の各リタ

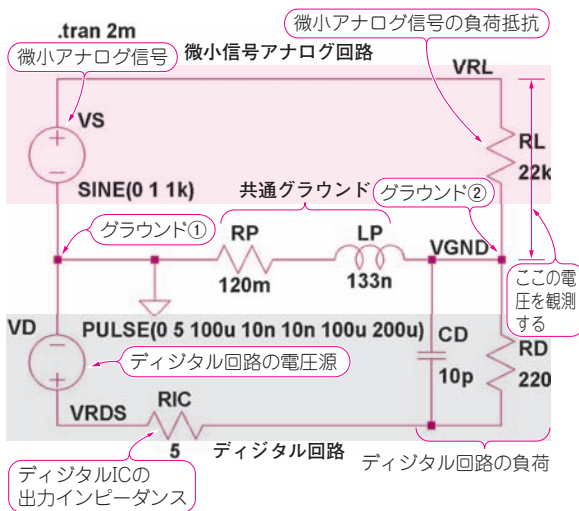


図1 アナログ回路とデジタル回路の電流が同じグラウンド(共通グラウンド)に流れ込むプリント・パターンの等価回路(改善前) 其の11の図3の回路をLTspiceで作成した。デジタル回路の負荷として 220Ω も接続している。アナログ回路の出力波形がデジタル回路の動作電流で乱される(図3)

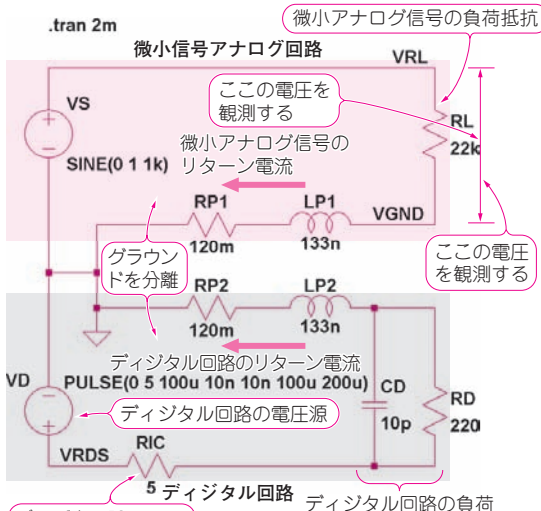


図2 アナログ回路のリターン電流とデジタル回路のリターン電流の経路を分離した等価回路(改善後) 其の11の図5の回路をLTspiceで作成した