



## パソコンでアナログ回路の設計に挑戦 やってみよう！ 電子回路シミュレーション

### ③ トランジション・タイム・コンバータの設計 ～高速パルス信号の立ち上がりを思いのままに～

川田 章弘 Akihiro Kawata

不要な周波数成分をカットする帯域制限フィルタとしては、第1回、第2回で解説したバターワースやベッセルが有名です。しかし、これらのフィルタはパルス波形に若干の乱れを加えてしまいます。

今回紹介するのは、パルス波形に乱れが生じないようにして、立ち上がりだけ鈍らせるフィルタ「トランジション・タイム・コンバータ」です。パルス波形の整形にとっても便利な回路です。  
(編集部)

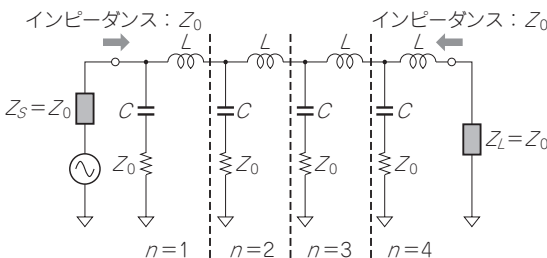
#### ● トランジション・コンバータとは

図3-1に示すのは、トランジション・タイム・コンバータ(transition time converter)の基本形( $n=4$ )です。特徴は、「定抵抗回路」を使っていることです。

周波数によらず抵抗値が一定になる理由を図3-2に示します。

トランジション・タイム・コンバータは、アジレント・テクノロジーの信号の立ち上がり時間を調節できるモジュールの製品名です。ライズ・タイム・リミッタと書いている文献もあります。

トランジション・タイム・コンバータの回路を知ったのは文献(1)を通してです。文献(1)が発表された頃はまだ大学生でした。その後、社会人となり高速パル



インピーダンス:  $Z_0$       インピーダンス:  $Z_0$

$Z_0 = R$ として、  
 $R = \sqrt{\frac{L}{C}}$   
となるように $L$ と $C$ を決めると定抵抗回路になる

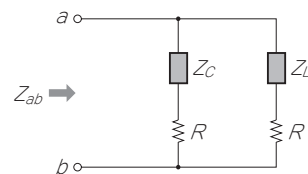
図3-1 トランジション・タイム・コンバータの基本形( $n=4$ )

ス信号を扱うにあたってアジレント・テクノロジーのトランジション・タイム・コンバータを使うこともありました。文献(4)で紹介している実験の一部にもトランジション・タイム・コンバータを使っています。

#### どんなメリットがあるの？

● メリット1…乱れた波形に含まれる高調波を取り除いてくれる

計測器には、低ジッタな(タイミングのゆらぎが少ない)クロック回路にECL(Emitter-Coupled Logic; エミッタ結合論理)デバイスが使われています。このECLデバイスが出力する立ち上がり時間が数百psの高速パルス信号を、良質な波形のまま伝送するには高度な回路技術が必要です。というのは、ほんの少し線



上図において端子 $a, b$ から見たインピーダンス $Z_{ab}$ は、

$$Z_{ab} = \frac{(Z_C + R)(Z_L + R)}{Z_C + Z_L + 2R}$$

$$= \frac{Z_C Z_L + R^2 + R(Z_C + Z_L)}{Z_C + Z_L + 2R}$$

ここで、 $Z_C Z_L = R^2$ ならば、

$$Z_{ab} = \frac{2R^2 + R(Z_C + Z_L)}{Z_C + Z_L + 2R}$$

$$= \frac{R(Z_C + Z_L + 2R)}{Z_C + Z_L + 2R} = R$$

となり、 $Z_{ab}$ は定抵抗 $R$ となる。

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C}, \quad Z_L = j\omega L \text{ とすると、}$$

$$R^2 = \frac{j\omega L}{j\omega C} \quad \therefore R = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

とすればよい

図3-2 トランジション・タイム・コンバータの原理(定抵抗回路)  
周波数特性はもつが、入出カインピーダンスが一定の回路網

#### ● 連載もくじ

- 第1回 ベッセル型ロー・パス・フィルタの設計
- 第2回 バターワース型ロー・パス・フィルタの設計