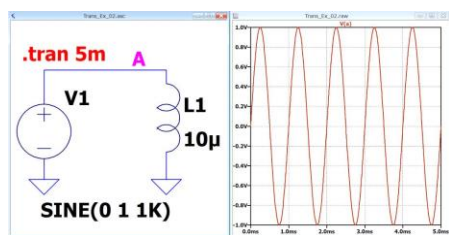


トランスの作り方

LTspiceに限らず、基本的な回路要素としての「トランス」はない。トランス・メーカーから「SUBCKT」として提供されることはあっても、簡単な回路チェックでは自分でトランスを構成できることが必要になる。

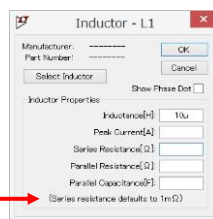
ここでは、簡単な線形トランスを構成する手法を紹介する。現実的な非線形のトランスのモデルを自作するのは極めて困難なので、トランス・メーカーが提供するモデルを利用することが推奨される。

トランスを作る前に、コイルに交流電圧を印加するシミュレーションをする。



左図の用に回路をキャプチャーし、シミュレーションを実行すると、期待通りの結果が得られる。SPICEのシミュレーション上、本来であれば、コイルに電圧源を並列に接続することは（物理的に）許されない。しかしLTspiceではコイルのデフォルト・パラメータに1mΩのDCRが設定されている。

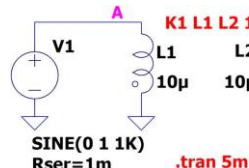
コイルの上で、マウスの右クリックをすると、右図のようなダイアログボックスが開き、内部パラメータを設定できる。一番下に「デフォルトの直列抵抗は1mΩ」と注意書きがある。この値を明示的に入れなくても、シミュレーション開始の時に直列抵抗=1mΩが設定される。このため、電圧源を並列にしてもエラーにならないようになっている。



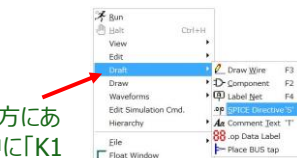
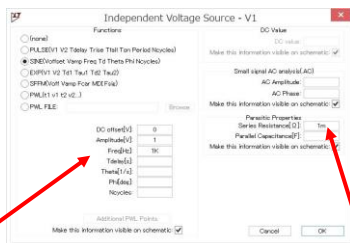
2つのコイルを組み合わせる

トランスを作るにはコイルが2つ以上必要である（当然）。また、この2つのコイルを磁気的に結合させるための「相互インダクタンス：Mutual Inductance」を設定しなければならない。まず、回路図中にコイルを2つ配置する。図柄の向きはいつでもよいが結合したときに表示される「Phase dot」（巻き始め記号の丸印）は重要である。

SPICEで相互インダクタンスを示すパラメータは「K」で始めなければならない。回路図中（部品や文字など何もないところ）でマウスの右クリックから「Draft」→「SPICE Directive」をクリックする（ホットキー：「S」、あるいはメニューバーの右の方にあるop.アイコン「.op」をクリック）。「Edit Text on the Schematic」の編集窓の中に「K1 L1 L2 1」と入力する。結合係数は1以下である。



電源記号の上で右クリックすると、パラメータ設定の窓が開くので、「SIN」波や内部抵抗のパラメータを設定する

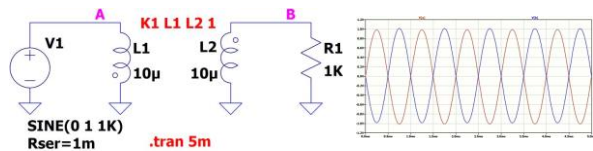


SPICE directive のラジオボタンにチェックが入っていることを確認

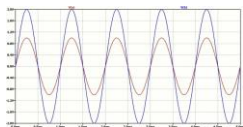
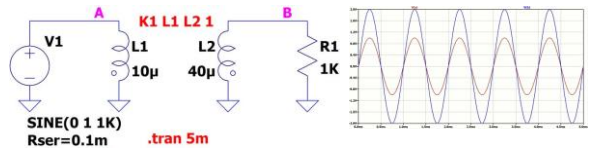


K1 ... の行を回路図中に配置すると、2つのコイルにはPhase dotの丸印が表示される。コイルを結合すると、デフォルトで設定してあったDCRはなくなるので、電源側に直列抵抗を設定する（たとえば1mΩ）。

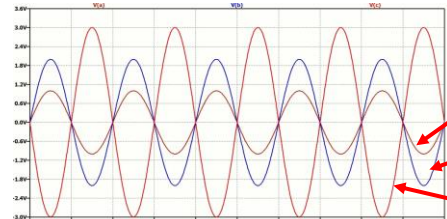
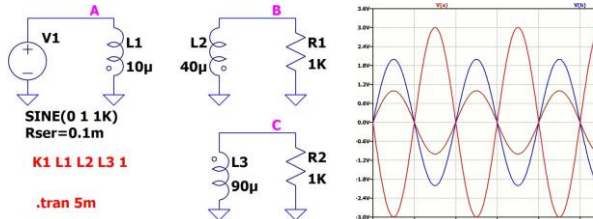
トランスのシミュレーション例



トランス結合で気をつけることは、結合の向き (Phase dot (巻き始め記号) がコイルのどちら側についているか) と巻き線比である。それぞれのコイルのインダクタンス値は巻き数の2乗に比例するので、たとえば1:2のトランスを構成するときは、それぞれのインダクタンス値が1:4になるようにする。

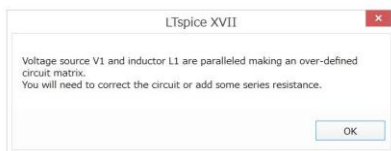
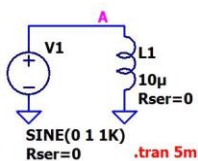


上段: 巻き線比は1:1で結合は逆位相。
 中断: 巻き線比は1:2で結合は同位相。
 下段: 3つのコイルを使い、すべての結合係数を1に設定した (この場合、2つのコイル同士の結合係数を個別に設定しなくても、3つのコイルの結合をまとめて書くことができる)。L1とL2は同相、L3は逆相結合で、巻き線比は1:2:3にした。

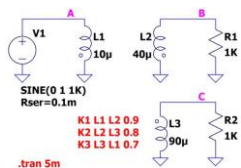


A: 1次巻き線
 B: 2次巻き線
 C: 3次巻き線

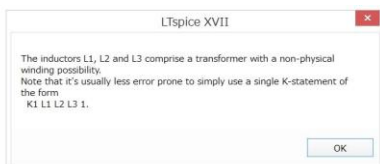
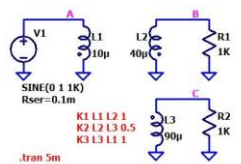
エラーの例



一つのコイルの場合でも、左図のように電圧源にもコイルにも直列抵抗を0に設定すると、「直列抵抗を設定するように・・・」というエラーメッセージが表示される。



巻き線が3個以上の場合、それぞれの巻き線間の結合係数を別々に設定することができる (左図)。結合係数によって、巻き線に伝達される電圧はその結合係数倍されて振幅は小さくなる。



相互インダクタンスの結合係数を3つのコイルの組み合わせで3種類設定するとき、それぞれの結合係数が物理的な構成としてあり得ないような条件ではエラーになる (左図)。