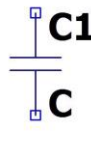
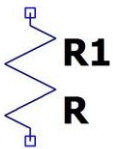


R,L,C にも向きがある

2端子素子のホット・ノードとコールド・ノード 電流プローブの向き(符号)

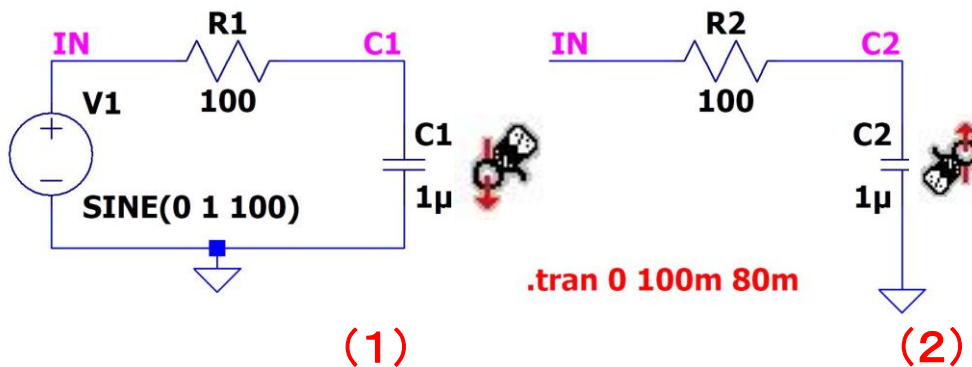


抵抗、コイル、コンデンサは、回路図中に部品を配置するときに、最初に表示された向き（縦長に部品が表示されている）の上側は「ホット」、下側が「コールド」になっている。

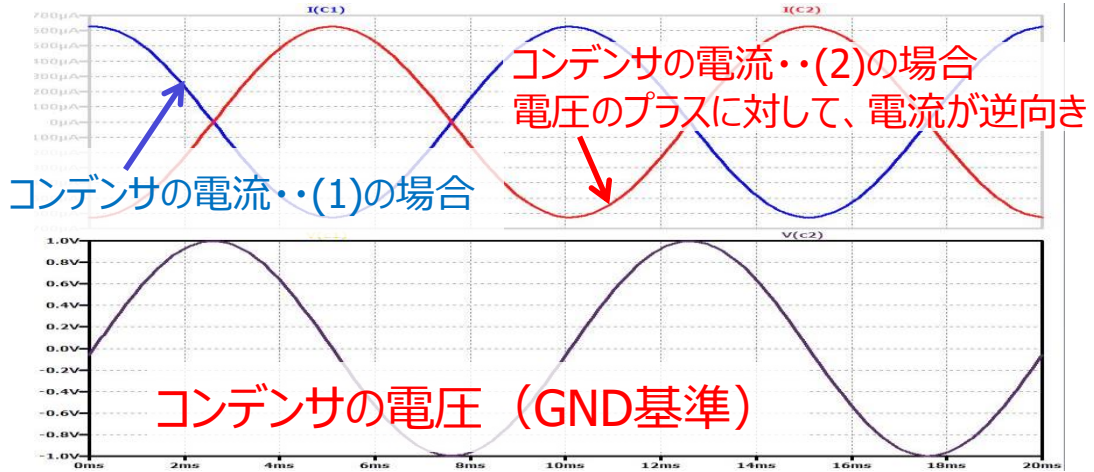
電流プローブは、配置された部品の「ホット」端子から「コールド」端子に向かって流れる向きを「プラス」方向と決めている。

部品は、回転（ホット・キーはCtrl+Rで90度ごと・時計回り方向）することができ、また、左右の反転（鏡面：ホット・キーはCtrl+E）もできる。このとき、初めの「ホット & コールド」の端子の関係は、回転や反転とともに追従していく。

コンデンサの例：配置するときの向きにより 電流プローブの (+) 方向が変わる



電流プローブの向きが違くと 当然 波形グラフも違う



<補足説明> 電圧位相と電流位相の関係

位相の進み・遅れ・・・時間が進んだり遅れたりするわけではない。

そもそも「ディメンジョン」が違う。「位相」は「ディメンジョン・レス(無名数)」、「時間」は基本単位「時間」のディメンジョン。

位相の進み遅れを、時間の前後関係と勘違いして、「因果関係(因果律)」と結びつけている人を見かけるが、大いなる勘違い。

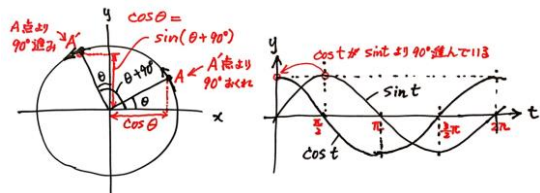
$$V_L = L \frac{dI_L}{dt}, \quad V_C = \frac{1}{C} \int I_C dt$$

または

$$I_L = \frac{1}{L} \int V_L dt, \quad I_C = C \frac{dV_C}{dt}$$

上述の式で示すように、電圧と電流はコイルやコンデンサによって微分あるいは積分の演算でつながっている。回路中のさまざまなリアクタンス成分によって位相が進んだり遅れたりする。

I_L, I_C を I として周波数を考慮しなければ
 $I = a \sin t$ とおくと
 インダクタの電圧は電流位相から90度進み
 $V_L = L \frac{d}{dt} (a \sin t) = L \cdot a \cdot \cos t = L \cdot a \cdot \sin(t + 90^\circ)$
 $V_C = \frac{1}{C} \int (a \sin t) dt = \frac{a}{C} (-\cos t) = \frac{a}{C} \sin(t - 90^\circ)$
 コンデンサの電圧は電流位相から90度遅れ



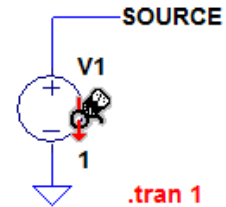
電圧源内部の電流の向き

電源素子内の「電流プローブのプラス方向」は通常の電子回路の概念とは異なっている。

すなわち、電源の「プラス端子」から出ていった電流は負荷回路を経て「マイナス端子」に戻ってきて、電源内部ではマイナス端子からプラス端子に向かって電流が流れている・・・という風に考え、電流が一巡している。ところが、SPICE（LTSpiceに限らず）の基本的な方程式の解法では、どんな回路要素も、何らかの形で「ホット・ノード」と「コールド・ノード」を定義しており、その回路要素の外部と内部でノードの意味合いを変えることはしない。

すなわち、電源の内部でもプローブするときの電流の向きは「ホットからコールドへ」という原則は変わることがなく、電源内部では（電池などを考えた場合の実際の電流のプラスの向きとは・・・）逆向きにプローブが表示される。その結果、グラフ・ペインに表示される電流は「マイナス」の値になって表示される。

シミュレーションでは、プローブの矢印の向きに注意が必要だ。



FETやICの端子の電流の向き

FETやICなどで、端子にマウスカーソルを近づけると右図のような、電流の向きを示す赤い矢印のない「電流プローブ」を表示する。

この状態で、マウスをクリックすると、その端子の電流をグラフ表示する。この時の電流の向きは、素子に流れ込む方向を「プラス」としてグラフ表示をする。

