

Step-function（階段波形） stp(x) と U(x) の意味

Step function（階段波形）を生成する関数は U(x) または stp(x) である。この2つは全く等価である。この関数の意味は、引数xが正（0を含まず）のときに出力が1でそれ以外は0である。

<注意> 関数名は「stp」で「step」ではないので、綴りに注意する。

すなわち、U(x) と $\text{if}(x > 0, 1, 0)$ は等価である。

条件判別が true のとき 戻り値=1、falseのとき、戻り値=0 である。

.tran 0 2u 0 1p

unit

B1

$V = 5 * U(V(V-PWL) - 5)$

V-PWL が5Vを超えたとき（U関数ではその5をオフセットと考え引き算している）に1を出力し、それを5倍している。

V-PWL

V1

PWL(0 0 1u 0 {1u+100n} 10 2u 0)

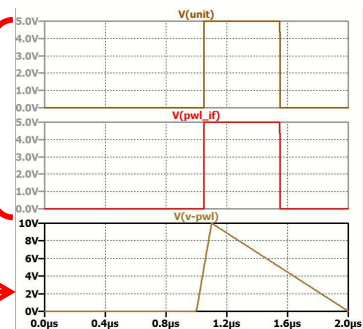
PWL_if

B2

$V = \text{if}(V(V-PWL) > 5, 5, 0)$

U関数とif文で作ったB-sourceが同じ出力であることを確認できる。

PWLで作っている折れ線波形



SANKYOSHA

FAE : Michio Shibuya

2020/06/11... 渋谷道雄

Step-function（階段波形） PWLよりも便利 !?

Step function（階段波形）を生成するとき、V-sourceの波形選択でPWL（折れ線波形）あるいはPULSEを回路図上に置いている例が多いかもしれない。

階段波形を生成する関数は U(x) または stp(x) である。この2つは全く等価である。この関数の引数には、一般的には置換の予約変数「time」を使って立ち上がりの時間を決めることが多いが、階段（波形）関数は「if文」の機能を内包しているので、立ち上がりの条件が成立したところで階段波形をスタートさせる方法にも利用できる。

timeはシミュレーション時間に対応した予約変数。-1uとすることで、スタート時間を1μs遅らせている。

.tran 0 2u 0

step

B2

$V = 5 * \text{stp}(\text{time} - 1u)$

V-PULSE

V2

PULSE(0 5 1u 1n 1n 50m 100m)

unit

B1

$V = 5 * U(\text{time} - 1u)$

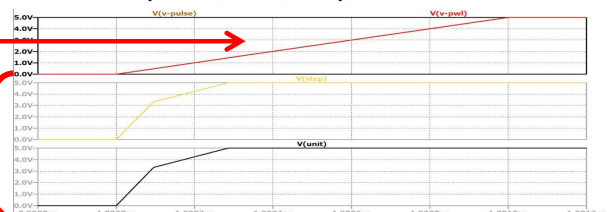
V-PWL

V1

PWL(0 0 1u 0 {1u+1n} 5)

PWL が PULSE 0Vから5Vまで1nsで立ち上がる波形

右の2つの波形で、上が「stp()関数」、下が「U()関数」である。これ等の関数を1つの回路図中に配置して、同じ時間でスタートさせようとする、立ち上がり始めは一致しないことが起きるが、それはシミュレーションにおける誤差の範囲と考える

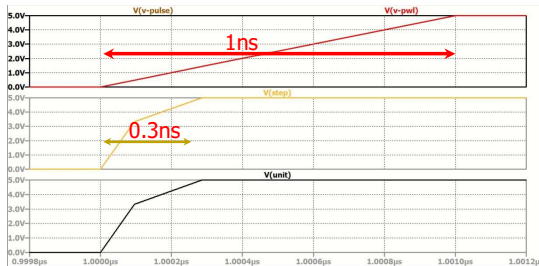


SANKYOSHA

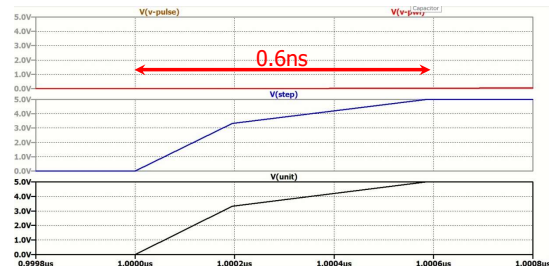
FAE : Michio Shibuya

Step-function（階段波形）の立ち上がり時間の速さは？（１）

U(x) または stp(x) 関数が興味深いふるまいをするのは、回路図中の他の波形の変化の速さに応じてその立ち上がり時間（速さ）が変化することである。これは、.TRAN解析のオプション設定にある「Maximum Timestep」に何も設定しない、デフォルトの条件でシミュレーションした場合に特に顕著になる。



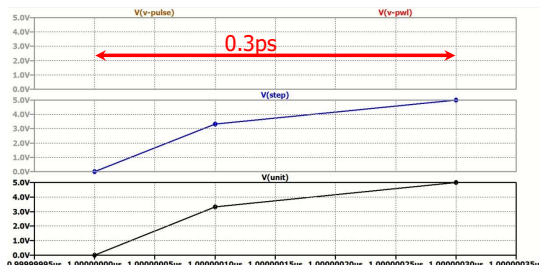
PWL が 1nsで立ち上がる設定の場合、U(x)とstp(x)、ともに0.3nsで立ち上がっている。



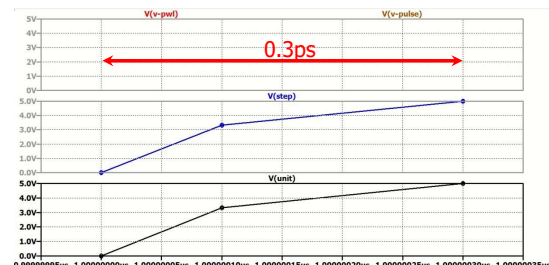
PWL が 100nsで立ち上がる設定の場合、U(x)とstp(x)、ともに0.6nsで立ち上がっている。
グラフの一番上段はPWLの立ち上がり初めの部分だが、100nsで 5 Vまで立ち上がる波形のため、この時間間隔では変化が判別できない。

Step-function（階段波形）の立ち上がり時間の速さは？（２）

U(x) または stp(x) を利用するとき、.TRAN解析のオプション設定にある「Maximum Timestep」に1psを設定した場合、どのようなになるかシミュレーションして確認する。シミュレーション結果を下に示す。デフォルトの設定よりも、急峻に立ち上がっており、PWL電源の立ち上がりスピードとは関係なくなることがわかる。



PWL が 1nsで立ち上がる設定の場合、.TRANの Maximum Timestep を1psに設定すると、U(x)とstp(x)、ともに0.3psで立ち上がっている。



PWL が 100nsで立ち上がる設定の場合、.TRANの Maximum Timestep を1psに設定すると、U(x)とstp(x)、ともに0.3psで立ち上がっている。