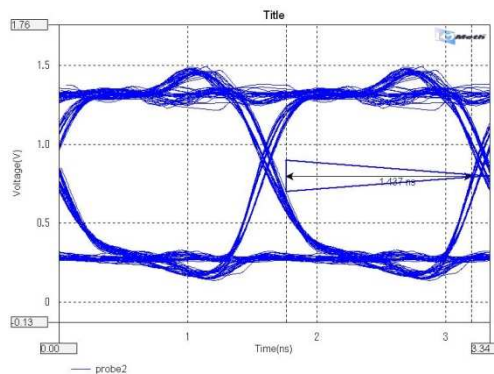


PCBsim™ (HSPICE™ 互換) による IBISモデルの使用方法

シグナル工房

野田 敦人

2011年1月



www.signalkhobho.com

IBISモデルとは

- 入力/出力バッファーの情報に関する仕様です
- ANSI/EIA-656 -A委員会で検討されている標準化活動です
- IBISスタンダードは入出力バッファーのアナログビヘイビア特性をデータで表現する方法を与えるものです

[注:IBISのパッケージモデル及びインターコネクションモデルについては、EIAであまり詳細な検討がなされていないので、ここではあまり言及しません]



まずIBISデータ見てみる(テキストファイル)

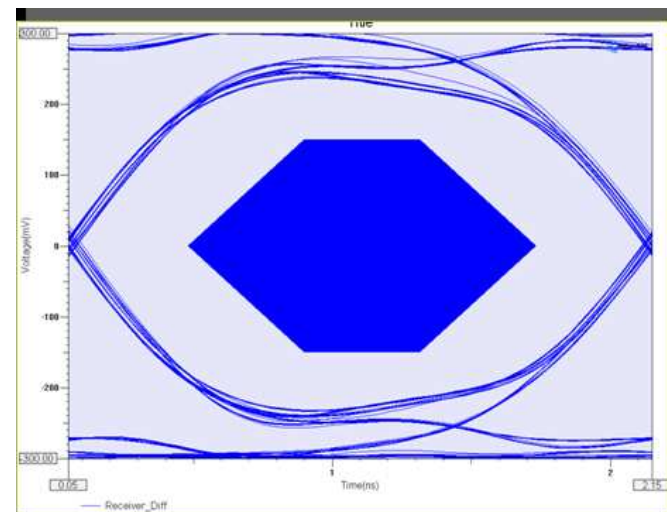
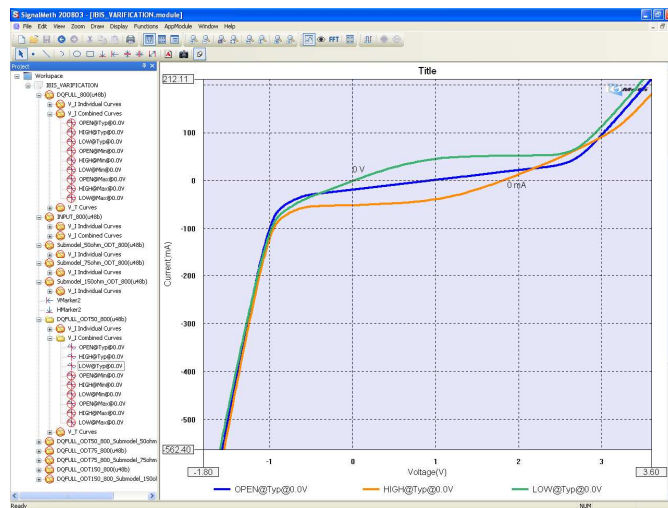
添えつけのio.ibsをお好みのテキストエディタで見てください

The screenshot shows the IBIS viewer interface. The main window displays a table of data with the following columns: Voltage, I(typ), I(min), and I(max). The data is organized into sections: [Pullup Reference], [Power Clamp Reference], [GND Clamp Reference], [Pullup], [Power Clamp], [Ramp], [Falling Waveform], [Rising Waveform], and [End]. A green box highlights a section of the table with the text "なんだか数字がたくさん羅列されています".

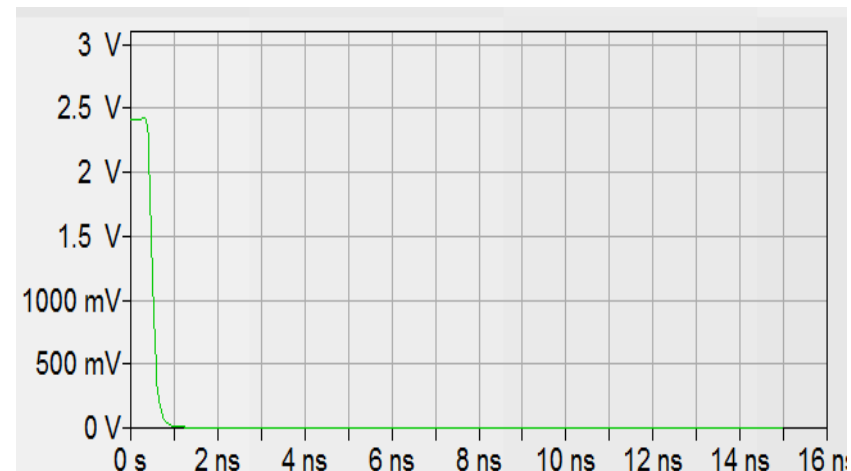
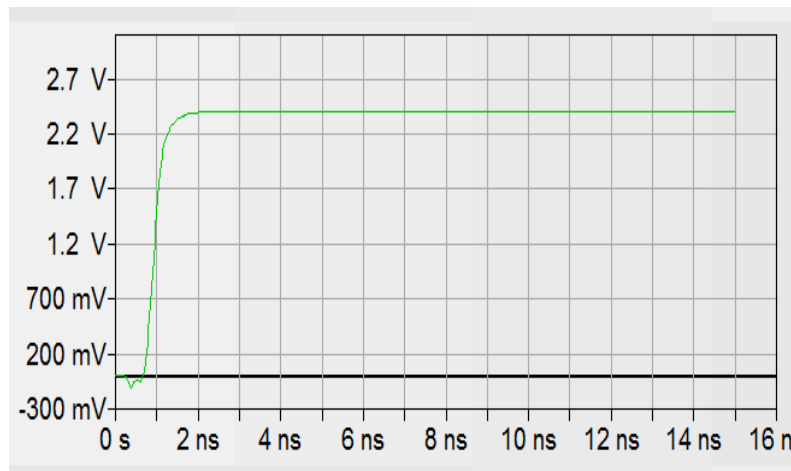
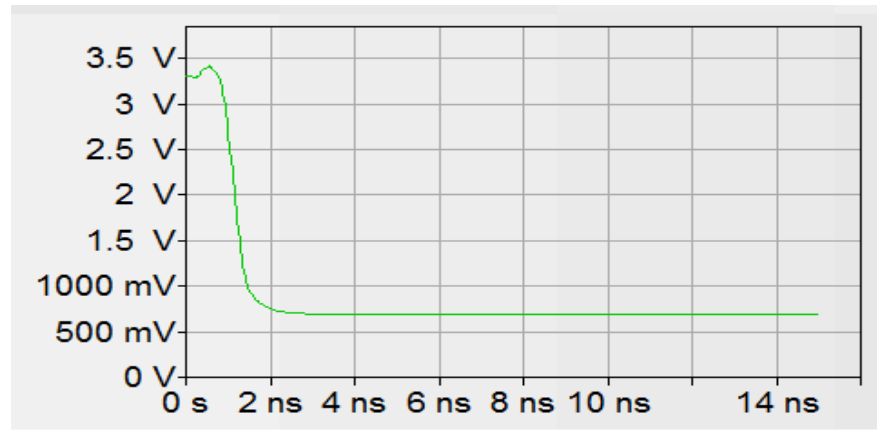
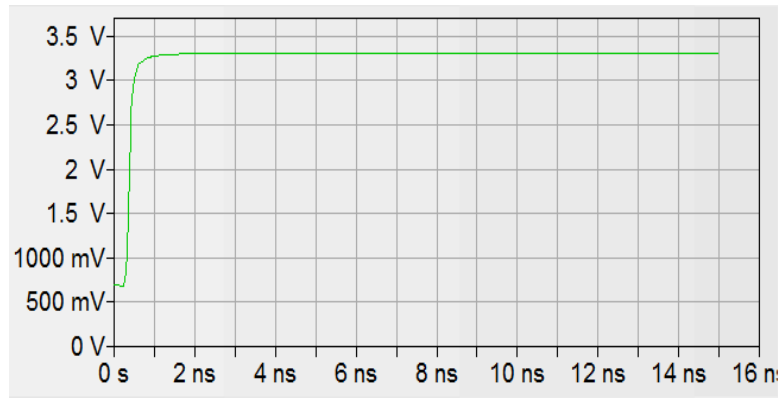
| | Voltage | I(typ) | I(min) | I(max) |
|-------------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|
| [Pullup Reference] | 0 | 0 | 0 | 0 |
| [Power Clamp Reference] | 3.3 | 3.135 | 3.465 | |
| [GND Clamp Reference] | 0 | 0 | 0 | |
| [Pullup] | -3.3 | -0.000786217 | -0.000487124 | -0.00128593 |
| [Power Clamp] | -1.74422 | -0.00195012 | -0.00236488 | -0.00341085 |
| [Ramp] | -1.74075 | -0.00195271 | -0.00236911 | -0.00343364 |
| [Falling Waveform] | -1.7127 | -0.00197369 | -0.00240332 | -0.00363018 |
| [Rising Waveform] | -1.2903 | -0.00369525 | -0.00291857 | -0.00658983 |
| [End] | -1.07201 | -0.00557979 | -0.00318484 | -0.0117989 |
| | -1.06854 | -0.0056097 | -0.00318907 | -0.0119877 |
| | -1.06508 | -0.00563962 | -0.0031933 | -0.0121765 |
| | -0.9933 | -0.00625925 | -0.00328085 | -0.0170922 |
| | -0.99 | -0.00632445 | -0.00328487 | -0.0173182 |
| | -0.9867 | -0.00638966 | -0.0032889 | -0.0175443 |
| | -0.961125 | -0.00702431 | -0.0033201 | -0.0192958 |
| | -0.9075 | -0.00835504 | -0.00338551 | -0.0276294 |
| | -0.898755 | -0.00895782 | -0.00339618 | -0.0289884 |
| | -0.89529 | -0.00919666 | -0.0034004 | -0.0301777 |
| | -0.891825 | -0.0094355 | -0.00340463 | -0.0317345 |
| | -0.876845 | -0.0104818 | -0.00342315 | -0.038555 |
| | -0.87351 | -0.0106979 | -0.00345901 | -0.0399635 |
| | -0.870375 | -0.010914 | -0.00349487 | -0.0413721 |
| | -0.81213 | -0.0149288 | -0.00431994 | -0.067542 |

PCBsim™の標準ビューワーSignalMeth™ を使ってIBISファイルを波形として見てみます

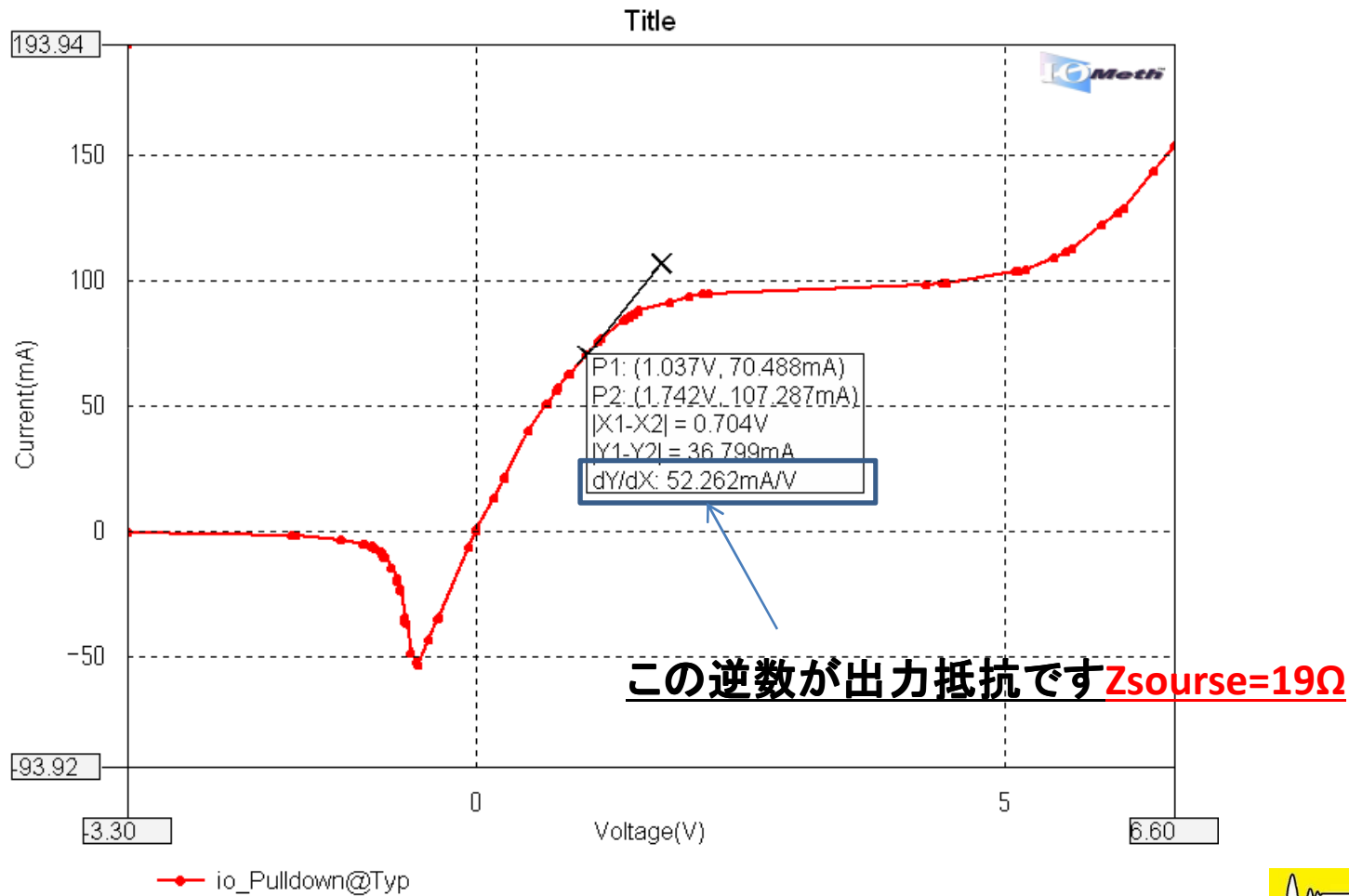
- IBISビューワー
- Touchstone (Sパラメータ)ビューワー
- トランジエントデータ波形ビューワー
- アイパターン/マスク評価



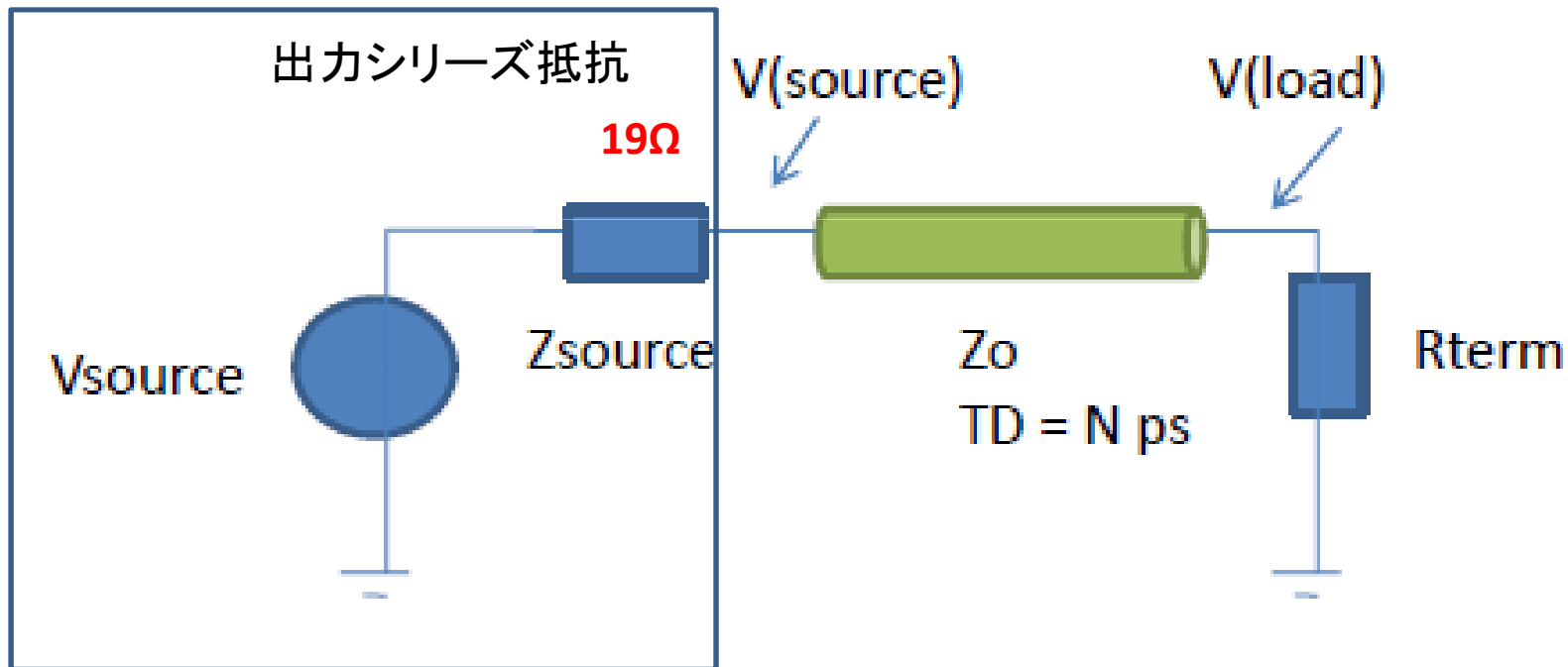
IO.IBSのV-TカーブのTypeのRisingtimeとFallingtime を見てみましょう



Pulldownデータから出力シリース抵抗の計算 (SignalMeth™で傾き計算)

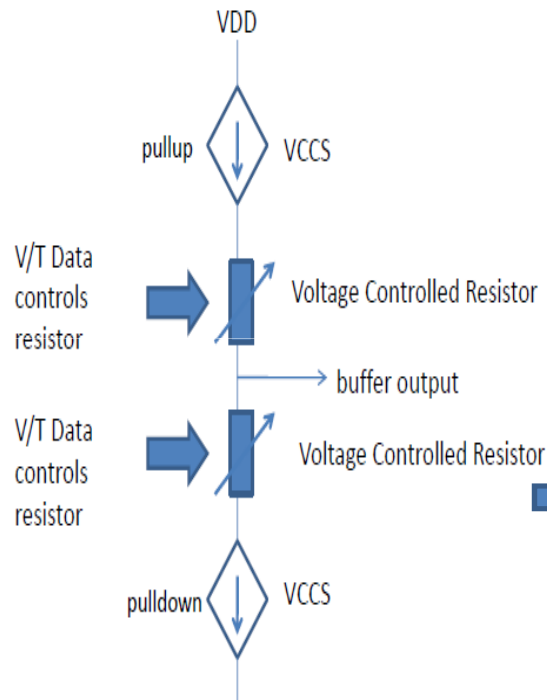


V/Iカーブの傾きによりソースの 出カシリーズ抵抗が決定されます



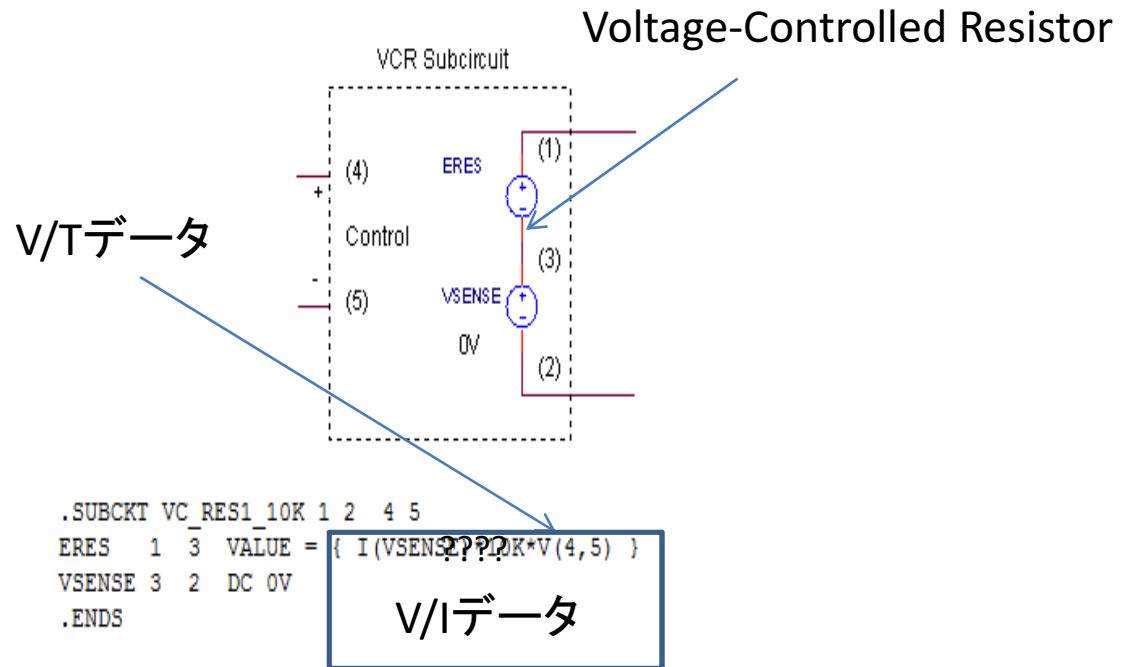
Voltage(V/T)-Controlled Resistor(V/I)

つまりV/Tカーブの電圧によりV/Iカーブのインピーダンスを動的に制御しています



A VOLTAGE-CONTROLLED RESISTOR

A simple addition to the above resistor model gives you a voltage-controlled resistor. All you need is a controlling voltage to multiply the resistor value: $V = I \times R \times V_c$. Here's a subcircuit for this device.



As you can see, the voltage applied to nodes 4 and 5 scales the resistance value.

MSIMネットリスト

*Example File to Use IBIS model in PCBsim

* SignalKhoBho A.Noda 2011

Vin in 0 pulse (0 3.3 0 200p 200p 5n 10n)

Ven en 0 Dc 0

Rout out 0 1meg

*Call IBIS

Bout pu pd out in en nd_out_of_in

+file='io.ibs'

+model='io'

+typ=typ

+power=on

.tran 10p 20ns

.option delmax=10p

.option post

.probe v(out)

.end

* 100MHz Pulse

* V enable=low

* Termination 1meg(High)

* B element input/output model

* 20ns transient simulation



MSIM-PCB内蔵のIBIS parserでPulldown/Pullupのデータの一部に
non-monotonicのデータが含まれているようです

```
*****  
*** Binary: msim  
*** Options: -hsp shark01.sp  
  
*** Input file: shark01.sp  
  
Checking io.ibs for IBIS 3.2 Compatibility...  
  
NOTE - Pulldown for Model: io Typical data is non-monotonic  
NOTE - Pullup for Model: io Typical data is non-monotonic  
NOTE - Pulldown for Model: io Minimum data is non-monotonic  
NOTE - Pullup for Model: io Minimum data is non-monotonic  
NOTE - Pulldown for Model: io Maximum data is non-monotonic  
NOTE - Pullup for Model: io Maximum data is non-monotonic  
WARNING - Combined Pulldown for Model: io Typical data is non-monotonic  
WARNING - Combined Pullup for Model: io Typical data is non-monotonic
```

-0.6V付近の変曲点のところのようなので無視して進めます

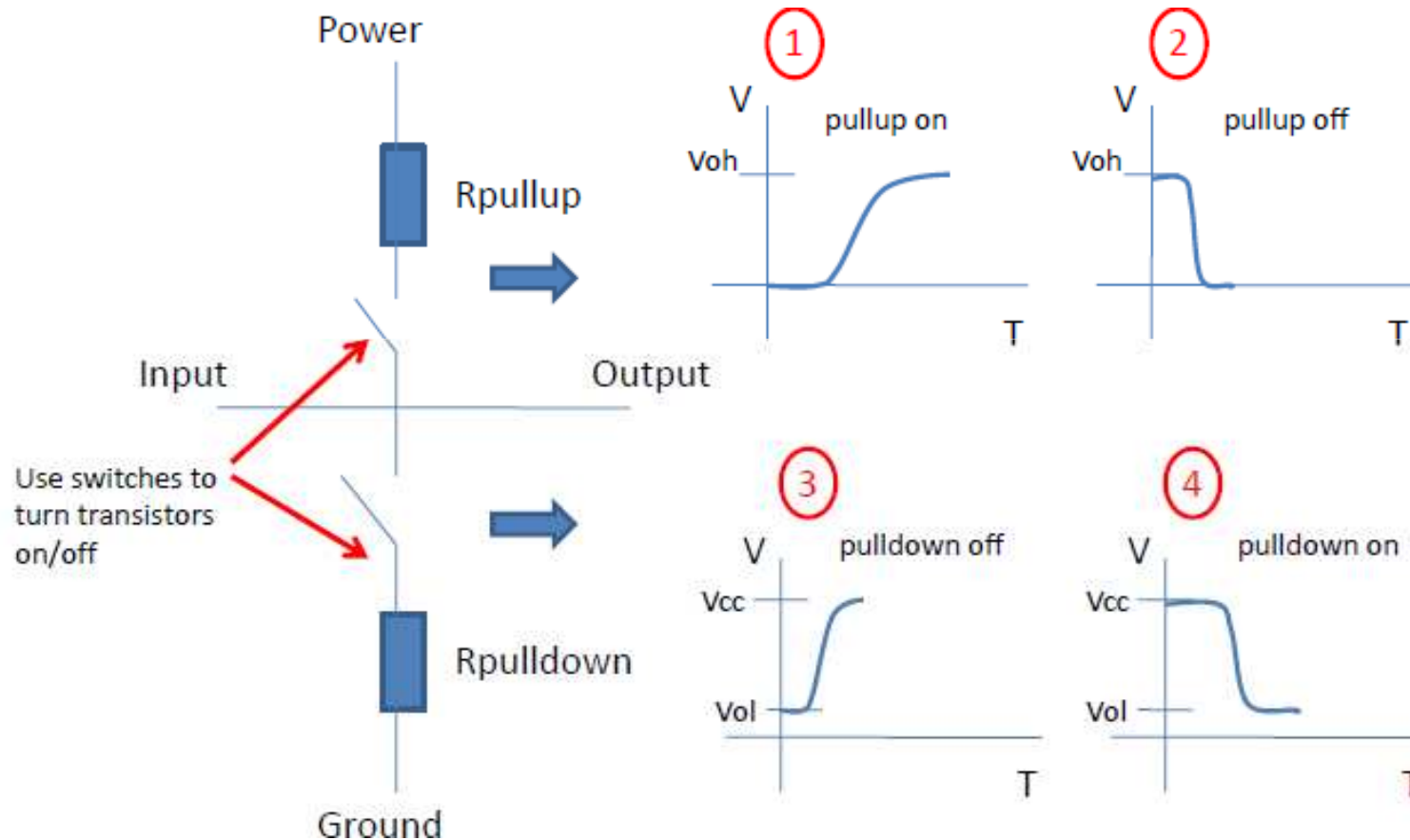
[Pulldown]

| Voltage | I(typ) | I(min) | I(max) |
|-----------|--------------|--------------|-------------|
| -3.3 | -0.000786217 | -0.000467124 | -0.00128593 |
| -1.74422 | -0.00195012 | -0.00236488 | -0.00341085 |
| -1.74075 | -0.00195271 | -0.00236911 | -0.00343364 |
| -1.7127 | -0.00197369 | -0.00240392 | -0.00363018 |
| -1.2903 | -0.00369525 | -0.00291857 | -0.00658883 |
| -1.07201 | -0.00557979 | -0.00318464 | -0.0117989 |
| -1.06854 | -0.0056097 | -0.00318907 | -0.0119877 |
| -1.06508 | -0.00563962 | -0.0031933 | -0.0121765 |
| -0.9933 | -0.00625925 | -0.00328085 | -0.0170922 |
| -0.99 | -0.00632445 | -0.00328487 | -0.0173182 |
| -0.9887 | -0.00638966 | -0.0032889 | -0.0175443 |
| -0.961125 | -0.00702431 | -0.0033201 | -0.0192958 |
| -0.9075 | -0.00835504 | -0.00338551 | -0.0276294 |
| -0.898755 | -0.00895782 | -0.00339618 | -0.0289884 |
| -0.89529 | -0.00919666 | -0.0034004 | -0.0301777 |
| -0.891825 | -0.0094355 | -0.00340463 | -0.0317345 |
| -0.876645 | -0.0104818 | -0.00342315 | -0.038555 |
| -0.87351 | -0.0106979 | -0.00345901 | -0.0399635 |
| -0.870375 | -0.010914 | -0.00349487 | -0.0413721 |
| -0.81213 | -0.0149288 | -0.00431994 | -0.067542 |
| -0.7524 | -0.0190459 | -0.00516605 | -0.108658 |
| -0.7491 | -0.0195941 | -0.0052128 | -0.11093 |
| -0.746295 | -0.02006 | -0.00525254 | -0.11286 |
| -0.7458 | -0.0201422 | -0.00525955 | -0.112888 |
| -0.728165 | -0.0234038 | -0.00553789 | -0.113977 |
| -0.7227 | -0.0239793 | -0.00569258 | -0.114169 |
| -0.683925 | -0.0343501 | -0.00742592 | -0.116321 |
| -0.68046 | -0.0352788 | -0.00758081 | -0.115843 |
| -0.676995 | -0.0362035 | -0.00773571 | -0.115314 |
| -0.67353 | -0.0371303 | -0.0078906 | -0.114784 |
| -0.6303 | -0.0486925 | -0.00982308 | -0.107385 |
| -0.57255 | -0.05251 | -0.0124048 | -0.0974544 |
| -0.5577 | -0.0534916 | -0.0136738 | -0.0949059 |
| -0.45342 | -0.0434907 | -0.0225658 | -0.0770096 |
| -0.450285 | -0.04319 | -0.022522 | -0.0764716 |
| -0.368775 | -0.0353798 | -0.0208879 | -0.082483 |

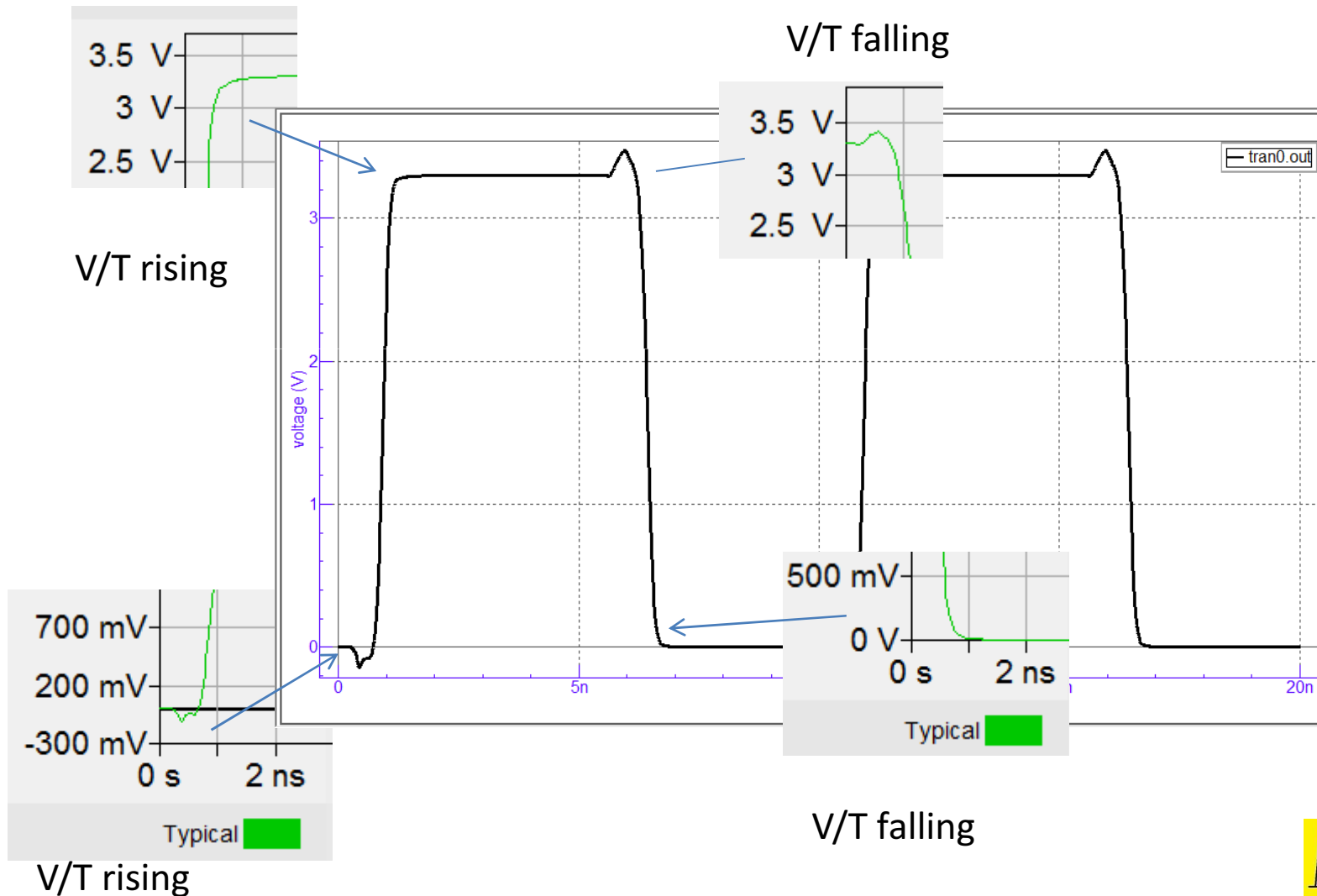


Pulldown特性

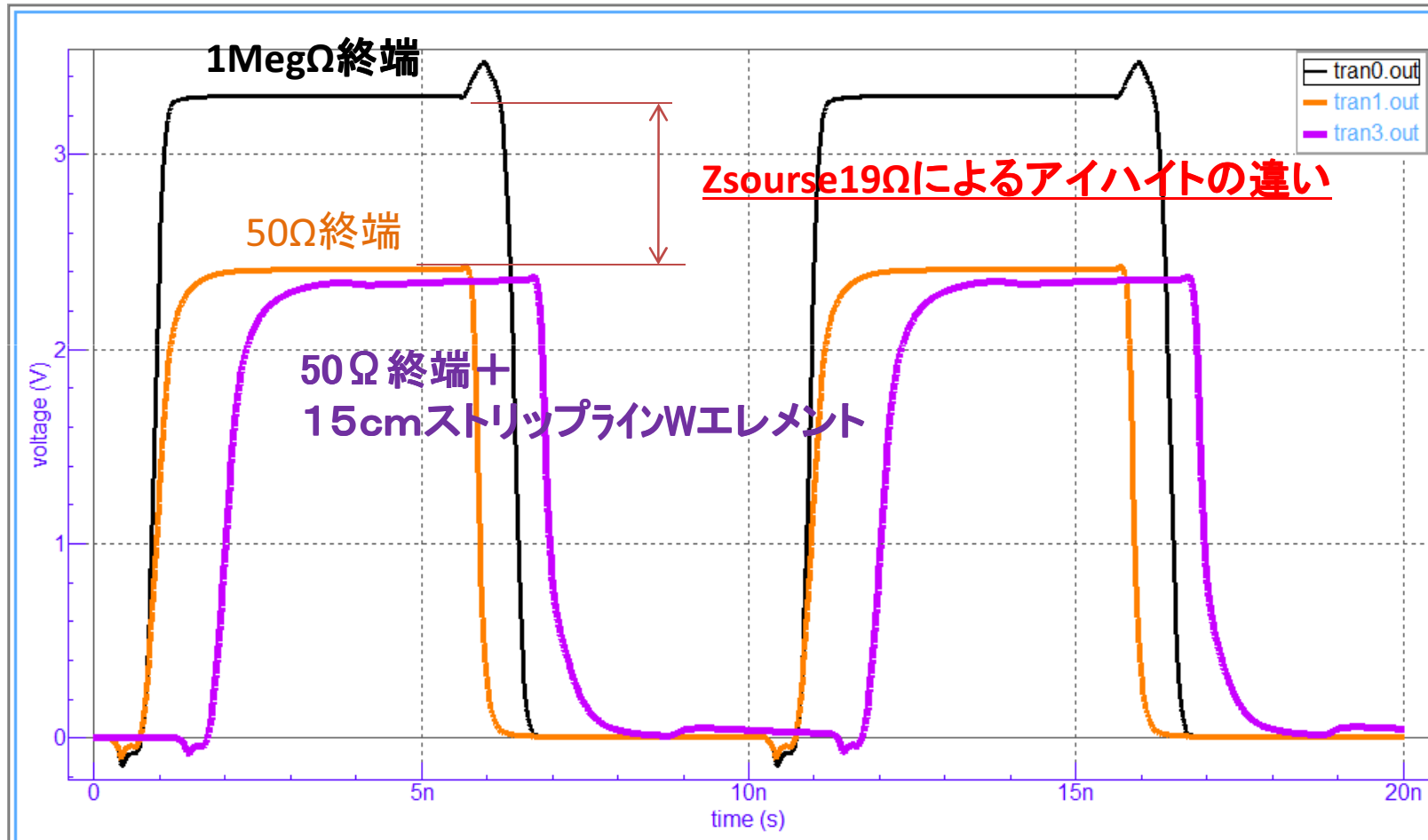
どのようにスイッチングを定義するか



MSIM-PCB™の出力結果とV/Tカーブ



終端の違いとソースの出カシリーズ抵抗の影響



まとめ

- IBISバッファモデルはV/TカーブとV/Iカーブによりバッファの入出力特性を表わすフォーマットです
- PCBsim™ (MSIM-PCB)ではHSPICE™の互換のBエレメントとしてIBISファイルを直接扱えます
- MSIM-PCBの内部アルゴリズムではBエレメントはV/T特性のV/I特性の電圧制御可変抵抗として扱われています
- ツールによっては解析収束性を良くするためV/T特性をRamp特性で代表させているものもあるようです(確認済み)
- プルアップ/プルダウンのV/Iカーブの立ち上がりの傾きが出力のシリーズ抵抗として影響します
- PCBsim™では他のIBISモデルを扱えるツールよりはるかに低価格で高速なシミュレーションが行われます
- 世の中に出回るIBISモデルのほとんどがHSPICE™でシミュレーションされた結果から作成されたものであると言われています。したがってHSPICE™互換のPCBsimであれば作成元のエンジンと同じアルゴリズムでIBISファイルのデータを扱うことができるので、信頼性のある解析結果が得られます