

Bee Style:

Oct 2010:Bee Technologies

セミナー情報

LTspiceを使いこなそう
スパイスモデル解説:ダイオード

トランジスタ技術

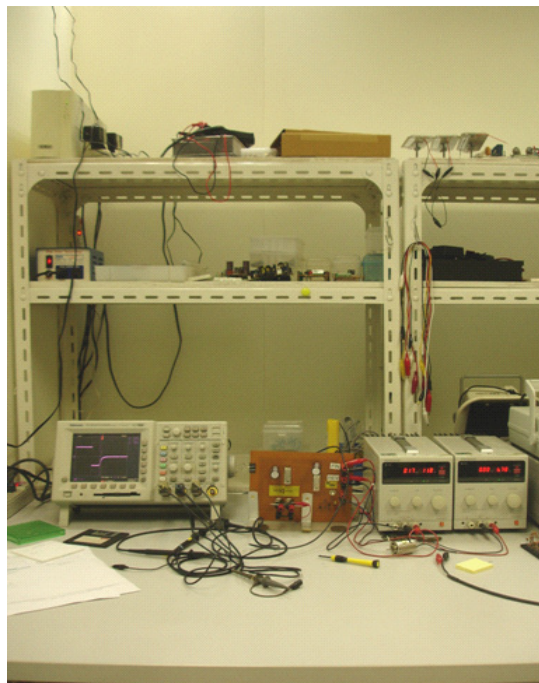
2010年10月号

等価回路モデリング
フォトカプラ

フォトカプラの最新モデル

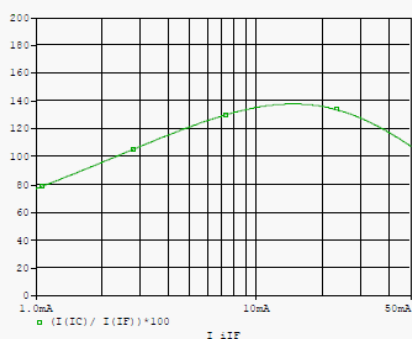
アイパターン・シミュレーション

道具箱
MARUDUINO

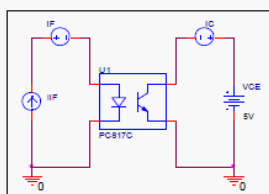


CTR (Current Transfer Ratio) Characteristics

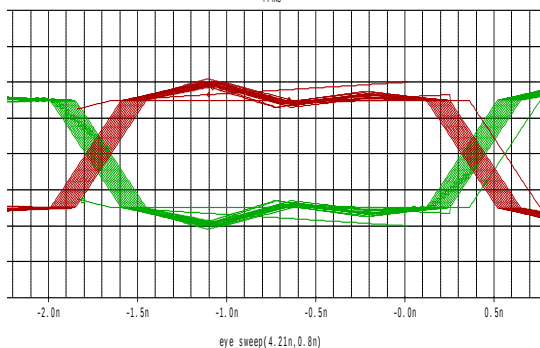
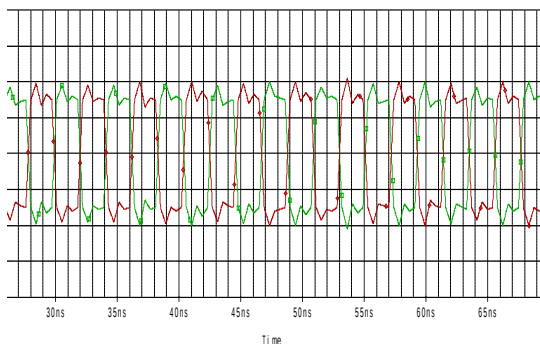
Simulation result



Evaluation Circuit



株式会社ビー・テクノロジー



セミナー情報(1)

LTspiceを使いこなそう
太陽電池モデルをケース・スタディ

有料セミナー(東京)

2010年11月5日開催

2010年11月5日に「LTspiceを使いこなそう」のセミナーを開催致します。LTspiceを使用しながら体験型学習をしていきます。LTspiceの基本操作、応用操作も含め、太陽電池シミュレーションをケース・スタディとし、少人数で学習していきます。事例は太陽電池ですが、LTspiceの色々な機能をフル活用する事が主たる目的です。LTspiceを始めて使う方もご参加下さい。この機会にLTspiceの使い方も含めモデルの取り扱い方など、習得してみても如何でしょうか。

特に、下記の方にお奨めです。

- (a) 太陽電池シミュレーションに関心のある方
- (b) LTspiceを体験してみたい方
- (c) LTspiceにて任意パラメータを組み込みたい方
- (d) LTspiceにて外部ファイルとの連携をさせたい方

プログラム:

1. 太陽電池シミュレーション
出力特性
2. SOLパラメータの組み込み
任意のパラメータの活用方法
3. 外部ファイルとの連携方法
日射量のデータとLTspiceを連携させ、シミュレーションを行う。
4. タイムスケール機能をモデルに取り込む
計算時間の短縮のさせかた
5. 質疑応答
今回のプログラムの内容及びデバイスモデリング、シミュレーション全般について

開催日: 2010年11月5日(金曜日)13:30-15:30

場所: IAI会議室

住所: 〒105-0012

東京都港区芝大門二丁目2番7号

7セントラルビル4階 (地図)

電話: 03-5401-3851

定員: 3名

持参: ノートPCにLTspiceをセットアップしてきて下さい。

下記URLからダウンロード出来ます。

<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/software/ltspice.jsp>

受講料: 5,250円(消費税込み)

お申し込み先(メールアドレス):

info@bee-tech.com

皆様のご参加、お待ちしております。

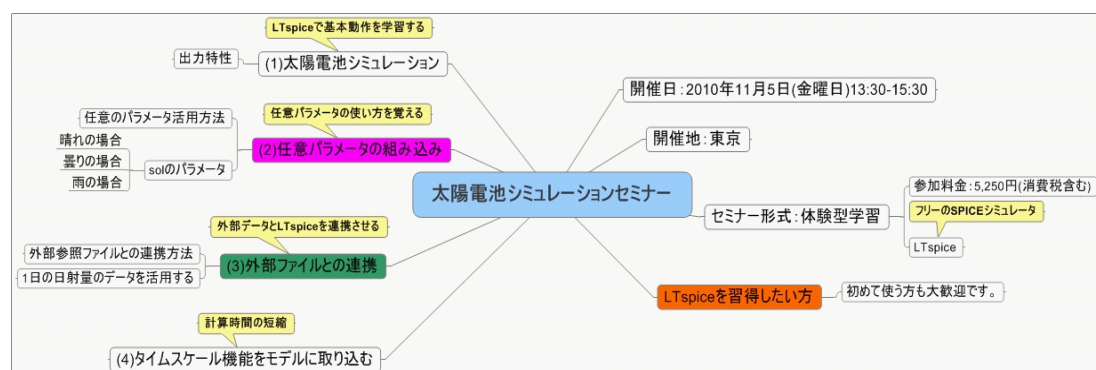


Fig.1 マインドマップ

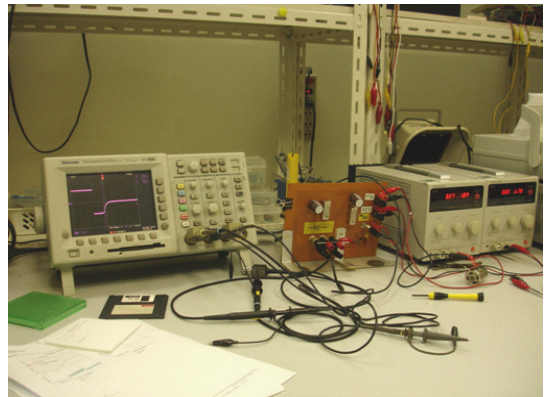
LTspiceは素子数の制限も無く、回路図エディタもあり、使い方も覚えれば、非常に便利な回路解析シミュレータです。CQ出版社からも実務書が提供されています。また、トランジスタ技術の2008年7月号の別冊付録にも解説書があります。最初に別冊付録を読んでから、実務書が必要に応じて参照すればオペレーションで戸惑う事は殆どありません。これからLTspiceを習得したい方も是非、ご参加をご検討下さい。

セミナー情報(2)

新企画：
無料セミナー(東京)

「スパイスモデル解説：ダイオード」

2010年10月21日開催



回路解析シミュレータ(PSpice, LTSpice等)の導入すると自分が使用するデバイスのスパイス・モデルを準備しなければなりません。最近では、半導体メーカーからも供給され、スパイスモデルが流通されています。

ビー・テクノロジーもスパイス・パークを通じて、スパイスモデルのご提供を行っております。

「回路解析シミュレーションの解析精度」＝「スパイスモデルの解析精度」

ですので、各デバイスのスパイスモデルの基礎は実務上、把握しておいた方がベターです。今回は第一弾として、「ダイオード・モデル」についての解説を行います。セミナーは座学形式(デバイスモデリングセミナーではありません)です。是非、スパイスモデルのご理解に、この機会をご活用下さい。

プログラム：

1. ダイオードのスパイスモデル
 - 1.1 スタンダードモデル(パラメータモデル)
 - 1.2 プロフェッショナルモデル(trrを考慮した等価回路モデル)
 - 1.3 スペシャルモデル(電流減少率モデル)
2. ショットキバリアのスパイスモデル
 - 2.1 スタンダードモデル(パラメータモデル)
 - 2.2 SiCショットキバリアダイオード

開催日：2010年10月21日(木曜日)13:30-15:30

場所：IAI会議室

住所：〒105-0012

東京都港区芝大門二丁目2番7号

7セントラルビル4階 (地図)

電話：03-5401-3851

定員：5名

受講料：無料

お申し込み先(メールアドレス)：

info@bee-tech.com

皆様のご参加、お待ちしております。

トランジスタ技術

2010年10月号

記事紹介(224-225ページ)

2010年10月号のトランジスタ技術に株式会社ビー・テクノロジーが紹介されています。224 - 225ページをご参照下さい。今後、電子回路シミュレータ、デバイスモデリング及びシミュレーションで記事を掲載する予定です。2010年9月号は、パワーデバイスの特集でした。体系的な学習には良い記事でした。2010年10月号の

2010年10月21日から始まる新企画は、電子回路シミュレータ(PSpice, LTSpice)を活用してデザインをする回路設計者向けのセミナーです。目的は、ブラックボックスを少しでもなくし、スパイスモデルの長所、弱点、使い方、スパイスモデルの種類、注意点等、盛りだくさんの情報公開でわかりやすく解説します。これからシミュレーションをしたい方もベテランも是非、ご参加下さい。

写真は、Fig.2に掲載します。トランジスタ技術との出会いは大学時代でした。小学生時代、中学生時代は、「初歩のラジオ」を購読していました。現在は、初歩のラジオは廃刊になり、電子回路関係は、トランジスタ技術が情報源となっています。

等価回路 モデリング

ケース・スタディ
フォトカプラ



Fig.2 2010年10月号のトランジスタ技術

デバイスモデリングの開発のプロセスの slides を、Fig.3に掲載します。これは、良く使う slides です。デバイスモデリング開発とは何か?一言で言えば、等価回路開発です。ビー・テクノロジーのコア技術は、等価回路技術にあります。解りやすい事例として、フォトカプラ

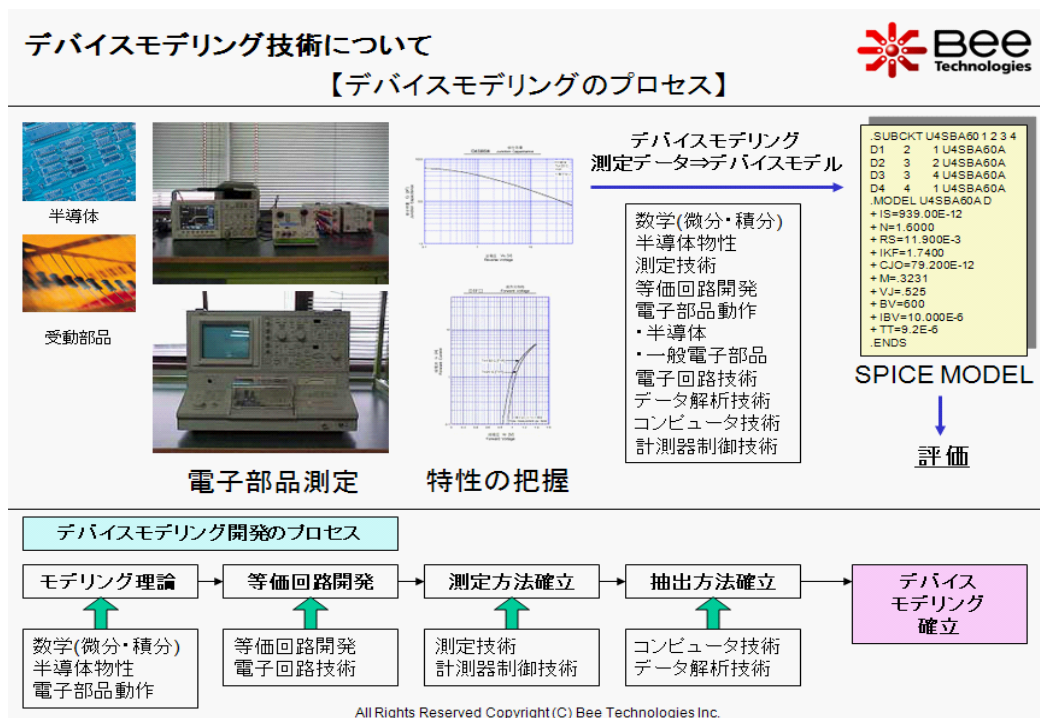


Fig.3 デバイスモデリング開発のプロセス

創業者は、ビー・テクノロジー設立前、半導体メーカーに勤務していました。パワーデバイスを扱うメーカーです。在籍機関の半分が、半導体事業部、残り半分が研究開発本部回路開発センターです。職場ではトランジスタ技術は定期購読していますが、個人で購入している技術者が多かった事を思い出します。埼玉県飯能市の本屋さんには、「トランジスタ技術」が結構山積みですが、1週間程で売れぎれていました。

あります。流れは、モデリング理論、等価回路開発、測定方法確立、抽出方法確立で評価検証という順になります。

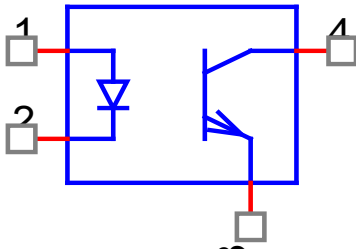


Fig.4 フォトカプラのシンボル図

フォトカプラ(シンボル図はFig.4の通り)の場合、3つの理論を考えますが、既存理論の為、理論の選択を行う事になります。

- (1)入力側ダイオードの理論
- (2)出力側トランジスタの理論
- (3)伝達特性の理論

(1)の理論は、ダイオードのデバイスモデリング理論をそのまま適応させます。ダイオードの理論は、デバイスモデリング教材(ダイオードモデル編)をご活用下さい。(2)はトランジスタのモデリング理論です。これは、2つしかありません。

Evers-Mollモデル
Gummel-Poonモデル

上記の2モデルから選択します。出力トランジスタで表現した電氣的特性は2つあります。

Transistor Saturation Characteristics
Switching Time Characteristics

フォトカプラのデバイスモデルを考えた場合、機能要件、回路に組み込んだ場合での収束性も踏まえて、Evers-Mollモデルを採用します。お客様のご依頼の仕様要件によっては、Gummel-Poonモデルを採用する事もしばしばあります。通常は、Evers-Mollモデルで問題はありません。

Gummel-Poonモデルは有名すぎますので、説明は省略します。学習したい方は、デバイスモデリング教材(バイポーラ・ジャンクション・トランジスタ編)をお奨めします。Evers-Mollモデルについて、簡単に解説します。古いモデルですが、簡易的なモデルであり、厳密さを要求しない場合には、活用出来ます。また、物理動作との関係性も良く、外部端子からの測定による抽出がしやすい為、現在でも使われている事もあります。しかし、寸法の微細化により、改良型であるGummel-Poonモデルが主流になっています。株式会社ビー・テクノロジーでは、フォトカプラの出力トランジスタに、Evers-Mollモデルを採用しています。Evers-Mollモデルの弱点は2点あります。

- (1)2次的効果が表現出来ない。
- (2)容量モデルが加味されていない。

理論の採用及び把握をした後に、等価回路開発に入ります。今回の等価回路の中心は、CTR特性、つまり、伝達特性をどうするかです。

- (1)入力側ダイオード
- (2)出力側トランジスタ

ダイオードとトランジスタの間は絶縁されています。その間の電氣的振る舞いは、伝達特性で表現されています。

$$CTR(\%) = \frac{I_c}{I_f} \times 100$$

Eq.1 伝達特性の関数

伝達特性はEq.1です。この関数をSPICEのネットリストに落とし込みます。先ず、この現象を等価回路で考えます。数式を回路に置き換えていきます。この考え方にはある程度の訓練(実務経験)が必要です。アイディア次第という側面も持っています。ある程度のブロック図と等価回路図の関係が頭に入っていれば発想が

沸いてきます。解答はFig.5の通りです。伝達特性の立ち上がりとしち下りに分割して、関数を考え、最終的には連続性を持たせるように2つの関数を繋げます。等価回路で表現すると、Fig.5になります。また、増幅度を表現した

等価回路図がFig.6になります。これらの2つの等価回路図が連携され、最終的な等価回路図になります。D1が重複していますので、気を付けて下さい。構成は、ダイオード、等価回路(伝達特性:CTR)、トランジスタになります。

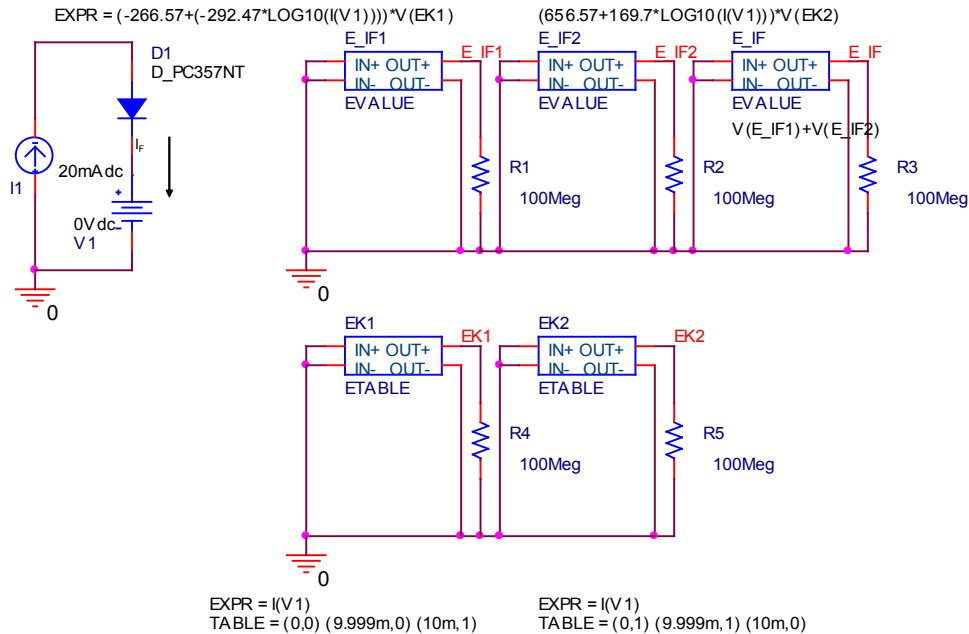


Fig.5 伝達特性の等価回路図

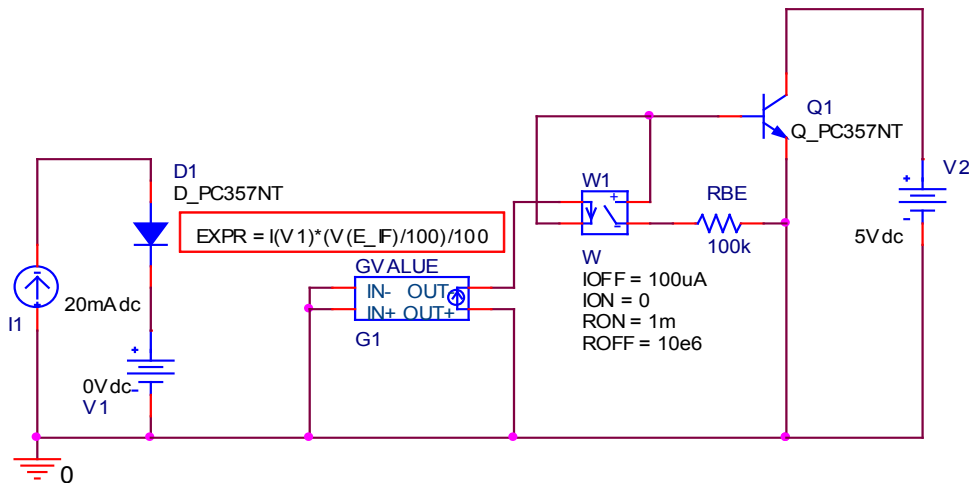


Fig.6 増幅度を表現する等価回路図

もう1つの工夫点は、Fig.6にあるRBEの抵抗です。この役割は、出力トランジスタの蓄積時間を考慮しています。下記に纏めてみます。

蓄積時間の表現

- (1)電流が流れるとRBEが動作する。
- (2)Q1にある蓄積された電荷をRBEで逃がすようにする。
- (3)RBEのパラメータで蓄積時間を変更出来るようにする。

次に測定方法の確立ですが、測定方法も既存の方法が代用出来ますので、省略します。そして、抽出方法の確立です。抽出方法は、どのように各種パラメータを決定していくと、デバイスの機能要件を満足させるかという最適化を行います。つまり、デバイスモデリングの手順を決定していきます。

フォトカプラのデバイスモデルのプロセスは、25あり、これらの順序を、誤ると、最適解には辿り着く事が出来ません。経験則と試行錯誤で、プロセスを決定します。場合によっては抽出方法の確立に多くの時間を割り当てる事もあります。その理由として、パラメータが、各種電気的特性において、独立している場合は、問題はありません。現実のデバイスでは、それぞれの電気的特性において、パラメータが相関関係を持っているため、プロセスの最適化が、重要になります。

ほぼ、共通して言える事は、IV特性、CV特性、スイッチング特性の順番にデバイスモデリングのワークフローを構築していけば間違い無いという事です。そして、最後に評価検証です。評価検証は、入力側のダイオード、出力側のトランジスタ、伝達特性の電気的特性を評価回路を作成し、回路解析シミュレータで1つ1つ検証していきます。ビー・テクノロジーの場合、%ERRORを5%以内を目指しており、実際にそのようなスパイスモデルをご提供しております。世の中に流通しているデバイスの等価回路モデルのご提供は、大体、2-7週間でご提供しております。また、次世代デバイスの場合、8-14週間でご提供しております。また、最近では、PSpice独自のABMが他のSPICE系シミュレータでも使用できるケースが多々あります。

是非、お問い合わせ下さい。

電源回路シミュレーション、インバータ回路シミュレーション等でフォトカプラのスパイスモデルの需要は多く、人気のスパイスモデルです。

フォトカプラの最新モデル

2010年9月17日より
ご提供開始

CTR特性を大幅に改善

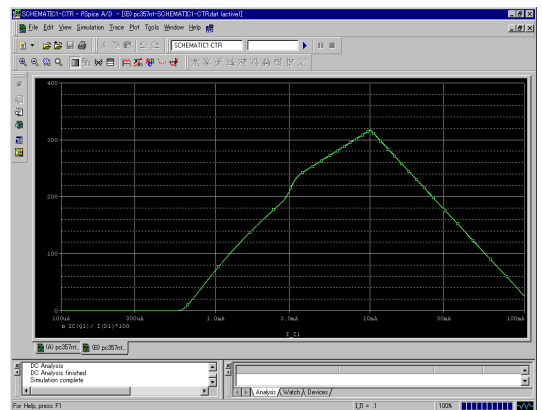


Fig.7 旧モデルのCTR特性

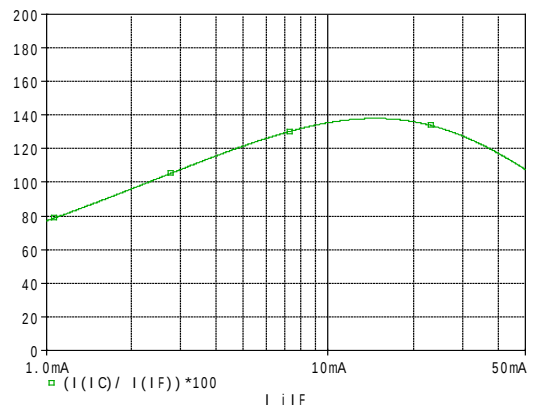


Fig.8 新モデルのCTR特性

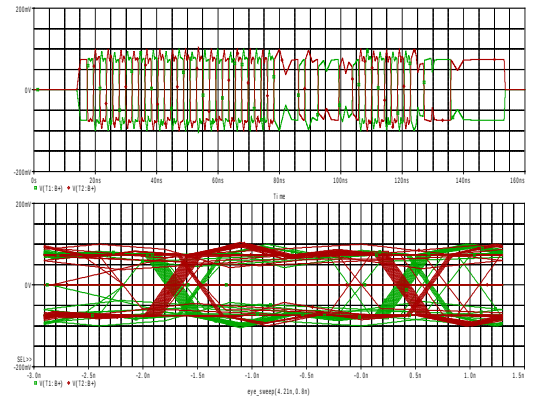
説明よりもFig.7及びFig.8を比較して頂ければ改善度が解ると思います。この結果、電源回路、インバータ回路に組み込んでもこのモデルが原因となる収束性で問題となる事は無くなりました。是非、お問い合わせ下さい。

アイパターン・シミュレーション

PSpiceで解析

アイパターンの回路実験をする場合、測定機器の準備、治具(Test Fixture)の準備も含め多くの費用と労力が必要となります。また、高速信号であればあるほど、対象となる測定物以外の信号も拾ってしまう事も多く、結果として何のアイパターンなのか?と考えさせられる時もあります。

回路解析シミュレーションの場合、差動信号も簡単に表現出来ます。また、DUTにスパイスモデルを置き換えるだけで、直ぐにシミュレーションが出来ます。また、入力信号もEXCELデータ、CSV形式のデータがあれば、規定のフォーマットのファイルを作成し、外部参照ファイルにてPSpiceと連携させる事も出来ます。



デバイスの容量における影響もシミュレーションで解析する事が容易です。PSpiceの場合、1クリックでアイパターン表示をしてくれる良いのですが、自分自身でマクロを組む必要があり、急に敷居が高くなりますが、方法論さえ、覚えておけば、便利な道具となります。

これから解説するのは、PSpiceの場合です。事例は、USB2.0の差動信号のアイパターンをシミュレーションにて表示させることを行います。先ず、Fig.9の回路図を作成します。過渡解析すると、Fig.10の画面になります。後は、アイパターンの表示です。マクロ機能を使います。Fig.11はマクロ機能の場所を示しています。Fig.12の画面になりますので、アイパターン

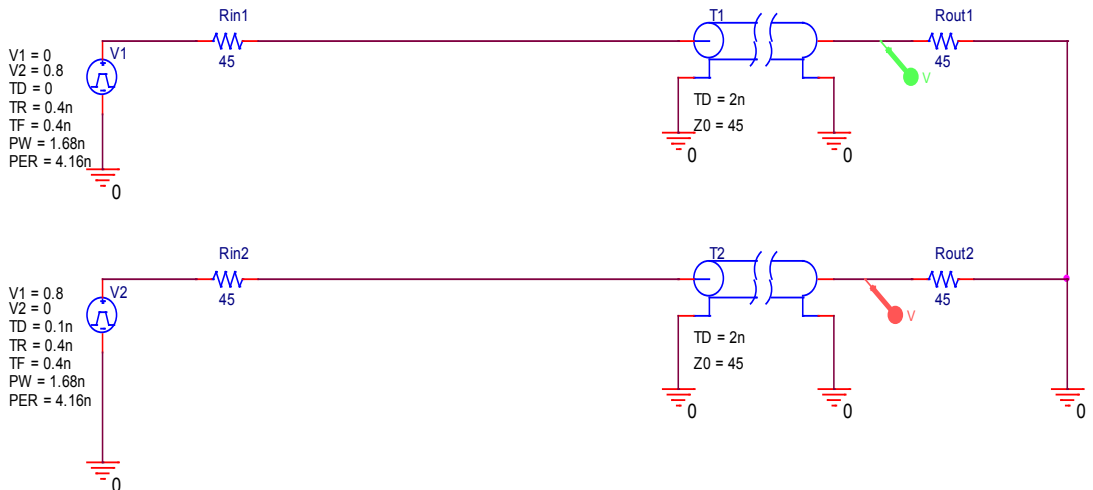


Fig.9 USB2.0差動信号回路(PSpice)

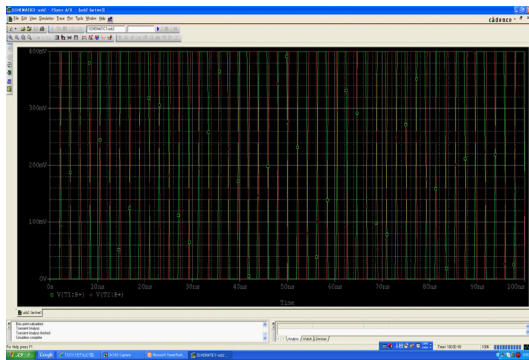


Fig.10 過渡解析 (PSpice)

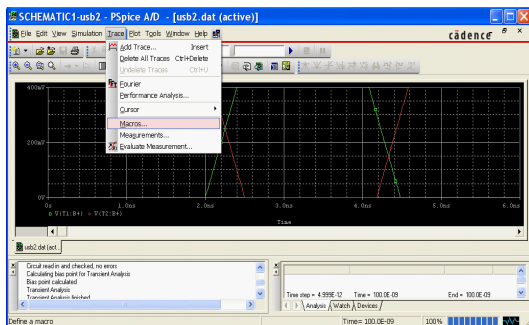


Fig.11 Macro (PSpice)

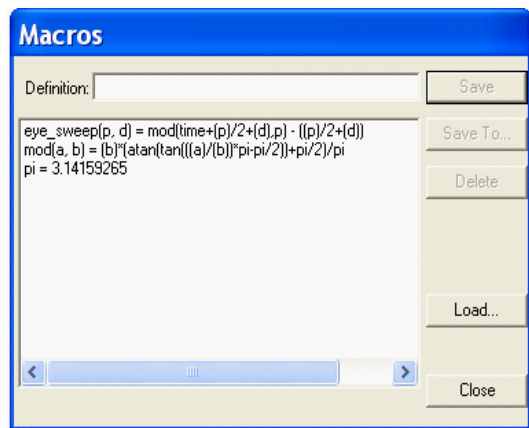


Fig.12 Macro記述方法 (PSpice)

の表示用のマクロのプログラム(コード)を書いていきます。

Add

$\text{mod}(a, b) = (b) * (\text{atan}(\tan(((a)/(b)) * \pi - \pi/2)) + \pi/2) / \pi$

and click "Save"

Then add

$\text{eye_sweep}(p, d) = \text{mod}(\text{time} + (p)/2 + (d), p) - ((p)/2 + (d))$

and click "Save"

Then "Close"

入力項目は水色文字です。その後、Plot>Axis Settings>Axis Variableにて、Fig.13の通り、詳細設定をします。これでFig.14の通りのアイパターン表示をする事が出来ます。

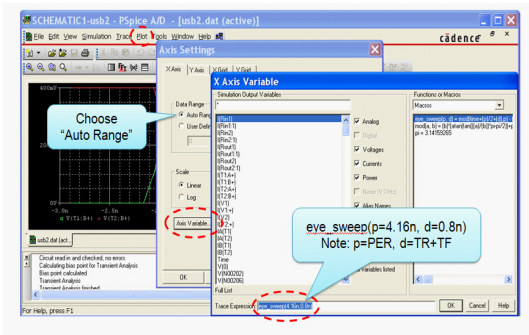


Fig.13 詳細設定 (PSpice)

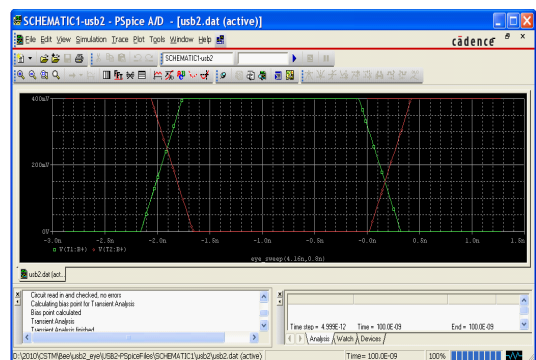


Fig.14 表示 (PSpice)

今回の事例はUSB2.0ですが、USB3.0の規格の信号を入れれば、USB3.0のシミュレーションになります。実際には差動信号のところに、任意のデバイス、スパイスモデルが入ります。

実際にUSB用デバイスがDUTとして挿入された場合のアイパターン・シミュレーションの事例をFig.15に掲載します。

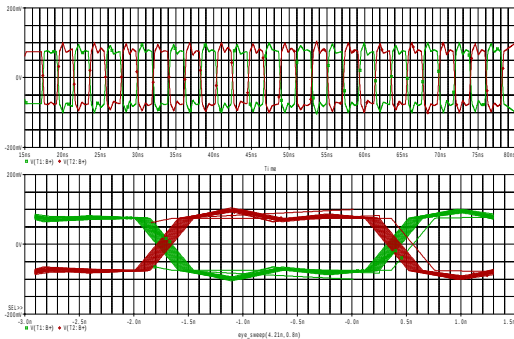
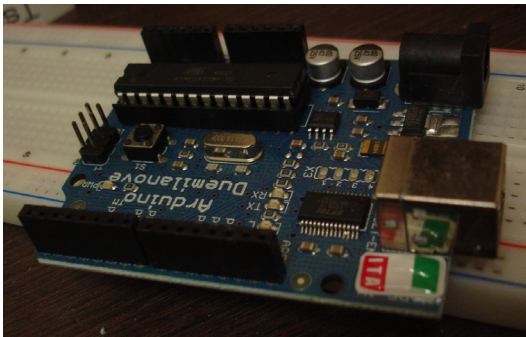


Fig.15 事例 (PSpice)

コラム Arduino

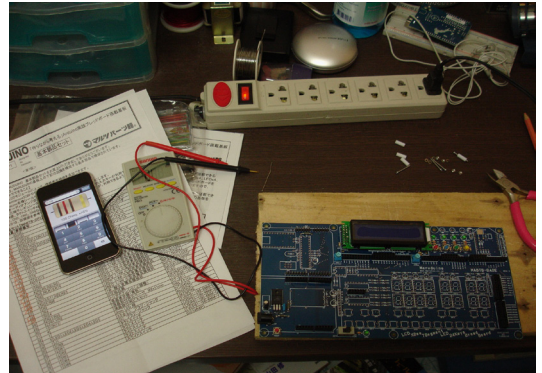
ライブラリー豊富で面白いマイコン



開発環境も良く作られており、ユーザーが多いため、多種多様なライブラリーがあります。回路実験においても開発時間が大幅に短縮できるので社内では、Arduinoの出番が増えてきています。

道具箱 MARUDUINO

Arduino実践ブレッドボード搭載基板



マルツパーツ館より、「作りながら考える」Arduino学習ボードが発売になりました。Arduinoのボード単体でもかなりの事は実現出来ます。基本機能を学習するには、MARUDUINOは回路機能ブロックごとに纏まっており良いアイデアだと思います。ベースのキット(MABTB-BASE)と、基本部品セット(MABTB-OP1)を入手し、実装しました。現在、センシング及びセンサー関連のデバイスモデリング、シミュレーションが増えており、センサーの動作をみるのにマイコンでの制御は欠かせません。また、センサーからの入力値を読み取り、出力信号を取り出し、それらを等価回路モデルで回路解析シミュレータに取り込めば、全体シミュレーションが出来ます。シミュレーション、デバイスモデリング業務のほぼ70%は、デバイス実験、測定、回路実験が多く、短納期業務には回路実験のスピード化も大きなテーマです。マイコンが絡む業務では、Arduinoは時間短縮に貢献し、MARUDUINOは日々の訓練(技術的遊び)には良いかも知れません。

Bee Style: Volume 018

2010年9月22日 発行

編 者:株式会社ビー・テクノロジー

発行人:堀米 毅

郵便番号105-0012 東京都港区芝大門二丁目2番7号 7セントラルビル4階

Tel (03)5401-3851 (代表)

Fax (03)5401-3852

電子メール info@bee-tech.com

All Rights Reserved copyright (C) 2010 Bee Technologies Inc.