

幾つかのスピーカー ボックス SPICE モデル:

(同じクロードボックスまたはポートボックスを共有する 2 つの異なるドライバーのモデルを追加。2005 年 10 月 12 日、AFP)

(ウーファー間の偏位の違いを誇張していた 2 つのドライバーのシリーズおよび並列バージョンに関するエラーを修正。2005 年 10 月 13 日、AFP)

(RMS ではなくピーク値を表示するようにエクスカッション プロットを作成しました。エクスカッションは、無限バッフルに対して計算された SPL を達成するためのオープン スペースに対するものであることに注意してください。言い換えれば、AcousticOutput 曲線が 90db を示している場合、それは無限バッフル負荷に対するものです。ただし、エクスカッション レベルは 2.828V 駆動レベルの 2 倍のピーク値であり、全空間で 90db に達します。2005 年 10 月 13 日、AFP)

以下のリンクから、いくつかのスピーカー ボックス用の SPICe モデルをダウンロードできます。

[SpeakerSpiceModels.zip](#)

私は、www.linear.com から入手可能な無料の SPICE プログラムである LTspice/SwitcherCADIII (SwCADIII) を使用して、スピーカー ボックスの一部をモデル化する SPICE ネットを生成しました。上記のリンクされた zip ファイルには、SwCadIII で開くことができる .ASC ファイルが含まれており、GUI で回路モデルを表示します。zip ファイルには、回路の SPICE NET リストを含む .NET ファイルも含まれているため、他の SPICE モデルで使用できますが、SwCADIII 以外の SPICE プログラムではこれらを試していません。私は GUI エディターを使用しているため、NETList ファイル内のノードとコマンドのフローは必ずしも論理的に従うわけではありません。.ASC ファイルごとに .PLT ファイルもあります。これらにはプロット定義が含まれており、SWCadII で実行すると、3 つのペインでプロット ビューが自動的に表示されます。1 つはインピーダンス ($V(\text{In})/I(\text{Re})$)、もう 1 つは mm 単位のコーン エクスカッション、最後のペインは感度プロットです。2pi (無限バッフル) 放射に変換します。システムの群遅延もこの感度プロットに表示され、システムの位相を表示するように切り替えることができます。1 つの注意点として、エクスカッション プロットは、感度プロットに示されている感度に到達するために 4pi (オープン スペース) までの必要なエクスカッションを示しています。したがって、表示される偏位は、無限バッフル放射に必要な偏位の 2 倍になります。

SPICE 回路モデルは、[Marshall Leach, Jr](#) 著の書籍「Intro. to Electroacoustics and Audio Amplifier Design」と JAES の論文「Computer-Aided Electroacoustic Design with SPICE」に基づいて作成されています。

すべてのモデルに共通の注意事項:

回路には 4 つのセクションがあります。最初は電気セクション、2 番目は機械セクション、3 番目は音響セクション、4 番目は音響セクションに到達するために必要な変換と変換を行うために使用される任意の回路要素です。表示される SPL 値。電気セクションは、標準 8 オーム負荷に 1 ワットである 2.828 ボルトの AC 電源である V_{in} で駆動されます。電圧源 V_{in} に直列に 0.1Ω の値の R_{source} 抵抗があります。これは、xover インダクタの DCR、ケーブル抵抗、アンプのソース抵抗などの追加の直列抵抗をカウントするためにそこに追加されます。

シミュレーションの周波数スパンは、「.ac oct 20 10 2000」SPICE 指令によって決定されます。これは、シミュレーションがオクターブあたり 20 の周波数ポイントで 10Hz から 2000Hz まで実行されることを意味します。これは必要に応じて変更できます。

ファイル内には、複数の「.param ...」ディレクティブのセクションがあります。これらは、ドライバー (およびボックス) パラメーターを入力する (実際に編集する) 場所です。重要な点の 1 つは、これらはすべて MKS 単位であることです。つまり、長さにはメートル、体積には m^3 、質量には kg を入力します。「計算パラメータ」というコメントが付いたセクションもあります。モデルが間違っていることがわかっていない限り、これを編集すべきではありません :)。そのようなものを見つけた場合は、pirimoglu@hotmail.comまでお知らせください。一部のモデルには、「.measure ...」ディレクティブを含むセクションも含まれています。これらは、シミュレーションの実行後に SPICE ログ ファイルに出力される計算値です。クロズドボックスの F_c や Q_{tc} などがこのように出力されます。これらの結果を確認するには、ログ ファイルを確認する必要があります。正確な理由はわかりませんが、SwCADII は値をデシベル単位でログ ファイルに出力していたため、.Measure ディレクティブのそれらの場所に変換ハッキングを行いました。たとえば、ポート付きボックスのポートの長さはログ ファイルではデシベル単位で表示されますが、実際には cm 単位です。(これが私が使用した MKS 規則に違反していることはわかっています…)

「.step ...」 SPICE ディレクティブ パラメーターを追加すると、パラメーターの値の範囲にわたって応答がどのように変化するかを簡単に確認できます。直接的な例の 1 つは、次のディレクティブを追加して、クローズド ボックス モデルのボックス ボリュームをステップ実行することです。

```
.step param Vb 10e-3 20e-3 5e-3
```

これにより、Vb の値が 10.0lts で始まり 20.0lts で終わるようになります。5.0lts ステップ増分。これにより、3 つの曲線が同時にプロットされます。Vb のステップ値ごとに 1 つずつ。

次の SPICE モデルが zip ファイル内に存在します。

無限バッフル (InfiniteBaffle.asc):

これは無限バッフル上のドライバーのモデルで、派手なものはありませんが、単純であるため、SPICE モデリングの仕組みの良い例を提供します。

閉じたボックス (ClosedBox.asc): 無限バッフル バージョンに閉じたボックスを追加します。Vb はボックスの体積であり、RairLeak はボックス内の空気漏れ損失をモデル化することになっています。この抵抗は、たとえ非常に高い値であっても存在する必要があります。そうしないと、SPICE の実行が失敗します。入力できる Qmc パラメータもありますが、デフォルトでは、ファイル内にあるように計算されたパラメータです。Qmc は、ボックスの Q です。つまり、充填や壁の動きなどによる損失がどの程度あるかを表します。高い Qmc は、ボックスの損失が非常に低いことを意味しますが、Qmc は、計算されたスパイス パラメーターでもある QmcMax を超える値を持つべきではありません。そこで。Fc と Qtc は、シミュレーションの実行後にログ ファイルで確認できます。

クローズド ボックス、2 つの並列ドライバー (ClosedBox2DriversParallel.asc): これは、2 つの異なるドライバーが並列接続されたクローズド ボックスです。これにより、ドライバーの T/S パラメーターが異なるものの、同じボックス内で動作する場合に、各ドライバーのエクスカージョンなどに関して何が起こるかを観察できます。

クローズド ボックス、直列の 2 つのドライバー (ClosedBox2DriversSeries.asc): 上記と同じですが、ドライバーは直列に接続されています。Ported Box (PortedBox.asc):

これはポートボックスをモデル化します。Boc ボリューム (V_b)、ボックス同調周波数 (F_b)、ボックス Q (Q_L)、およびポート半径 (RadP) は、使用するドライバーの T/S パラメーターとともに編集する必要があります。ポートとウーファーが同じバッフル上にあると仮定すると、ポートの中心からウーファーの中心までの距離パラメータもあります。このパラメータは、ポートとウーファー間の相互音響放射負荷のモデル化に使用されます。kwUp および kpUw に依存する電流源は、このパラメータを使用して相互放射をモデル化します。必要なポートの長さは cm 単位でログ ファイルに出力されます。

ポートボックス、2 つの並列ドライバー (PortedBox2DriversParallel.asc): これは、2 つの異なるドライバーが並列に接続されたポートボックスです。これにより、ドライバーの T/S パラメーターが異なるものの、同じボックス内で動作する場合に、各ドライバーのエクスカージョンなどに関して何が起こるかを観察できます。

Ported Box、2 Drivers in Series(PortedBox2DriversSeries.asc): 上記と同じですが、ドライバーは直列に接続されています。

Ported Box 2 (PortedBox2.asc): このモデルは PortedBox.asc と同じですが、ボックス調整周波数を入力として取り込む代わりに、ポート長を入力として取り込み、最後にボックス調整を出力する点が異なります。ログファイル内の実行の記録。

Ported Box 2- 2 Parallel Drivers(PortedBox2DriversParallel2.asc): 上記と同じです。つまり、ポートの長さを入力パラメーターとして受け取りますが、2 つの異なるドライバーが並列に接続されています。

Ported Box 2- 2 Drivers in Series(PortedBox2DriversSeries2.asc): 上記と同じですが、ドライバーは直列に接続されています。

MAPD ボックス (MAPDBox.asc): これは、www.northcreekmusic.com/MAPD1.htm で見つけた、マルチチャンバー非周期的プロGRESSIVE ダンピング (MAPD) ボックス設計をモデル化する試みです。ドライバーが直接操作する最初のチャンバーのパラメーター ($Vb1$ 、 $RairLeak1$ 、 $Qmc1$) と、抵抗ベントを介して最初のチャンバーに接続される 2 番目のチャンバーのパラメーター ($Vb2$ 、 $RairLeak2$ 、 $Qmc2$) があります。これらのボックス パラメーターは、閉じたボックスのボックス パラメーターに似ています。これらに加えて、抵抗ベント (別名「Variovent」) のパラメータもあります。これらのパラメータは、バリオベントの音響抵抗 ($RVarVent$)、バリオベントの半径 ($RadVarVent$)、およびバリオベントの長さ ($LVarVent$) です。本当の問題は正しい答えを見つけることです

$RVarVent$ の値。ScanSpeak によって製造された VarioVent が市販されていますが、その音響抵抗に関する仕様は見つかりませんでした。ほとんどのバックチャンバー (別名デュアルチャンバー) ツイーターには MAPD が搭載されています。ツイータードームのすぐ後ろにチャンバーがあります。このチャンバーは、ポールピース上の通気口を介してバックチャンバーに接続されており、通常、通気口には流れ抵抗性の繊維またはフォームが充填されています。このモデルは、通気孔の長さから通気孔の音響質量を考慮します。入力パラメータをいじることで、ほとんどのツイーターと同じようなインピーダンスと周波数応答曲線を生成できます。二重こぶ状のインピーダンス ピークから、右に広がる非対称のインピーダンス ピークまで。

デュアル チャンバー ポート ボックス (DualChamberPorted.asc):最近、Roman Bednerak のデザイン [「Bandit」](#)

でこのローディングを見つけました。この[リンク](#)で説明されているように、両方とも外部にポートされている 2 つのチャンバーと、各チャンバーを接続する 3 番目のポートで構成されています。SPICE モデルでは、 $Vb1$ はドライバーが動作する最初のチャンバーに対応し、 $Vb2$ はもう 1 つのチャンバーに対応します。第 1 チャンバーのボックス チューニングはパラメーター $Fb1$ 、第 2 チャンバーのボックス チューニングは $Fb2$ です。 $Fb1$ と $Fb2$ は、これらのチャンバーが 3 番目のポートに接続されていないとき、つまり 2 つのチャンバーを接続するポートが閉じているときの、これらのチャンバーのボックス チューニングです。スパイス モデルでは、ポート 1 はチャンバー 1 をバッフルに開くポート、ポート 2 は 2 つのチャンバーを接続するポート、ポート 3 はチャンバー 2 をバッフルに開くポートです。この番号付けは直感的ではないように思えます

が、最初はそのようにして、後で変更するつもりはありませんでした。繰り返しになりますが、port2 はボックス 2 を外の世界に開くポートではなく、port3 はボックス 2 を外の世界に開くポートであることに注意してください。Vb1、Vb2、Fb1、Fb2などのパラメータに加えて、2つのチャンバーを内側から接続するポートであるport2の寸法も編集する必要があります。この方法を選択したのは、port2 の寸法を決定するために使用できる、明確に定義された 3 番目のポート調整周波数が見つからなかったためです。port1 と port3 に必要なポート長は、実行後にログ ファイルに出力されます。試したり比較したりしたことがないので、回路モデルがどの程度正確であるかわかりません。モデルに何か問題がある場合は、pirimoglu@hotmail.comまでお知らせいただければ幸いです。いずれにせよ、このモデルは良いスタートだと思うので、さまざまなボックスの設計がどのように動作するかを実験的に確認してみましょう。

デュアル チャンバー ポート ボックス 2 (DualChamberPorted2.as):

これは DualChamberPorted.asc と同じですが、入力として Fb1 および Fb2 の代わりに、port1 と port3 の長さが直接入力される点が異なります。

2005 年 10 月 12 日

Ahmet Feyz Pirimoglu、

pirimogl@hotmail.com

www.Geocities.ws が主66催