リニアレギュレータシリーズ

SPICE マクロモデル使用方法(LDO 編)

このアプリケーションノートは、シミュレーションに使用する SPICE マクロモデル(以下 SPICE モデルとする)の導入方法、及び、回路シンボルの配置について説明 しています。

目次

1.	代表的なアプリケーション回路	2
2.	ICのSPICE モデルとは	2
3.	SPICE モデルへのアクセス方法	3
	3.1 ROHM Web ページでの SPICE モデル取得方法	3
	3.2 PSPICE Community での SPICE モデル取得方法	3
4.	· シミュレーション準備	4
	4.1 SPICE モデルの登録	4
	4.1.1 PSpice を使用する場合	4
	4.1.2 その他シミュレータを使用する場合	6
	4.2 シミュレーション用素子の配置	7
	4.3 回路図の結線	7
	4.4 各種プロパティの入力	7
5.	シミンーション	8

1. 代表的なアプリケーション回路



Figure 1. 可変出力 LDO の基本回路図



Pin 名	機能
VOUT	出力 Pin
FB	出力電圧設定 Pin
GND	グラウンド Pin
EN	イネーブル Pin
VIN	入力 Pin

2. IC o SPICE $\forall \forall h \in \mathcal{F}$

各種 SPICE シミュレータを用いたシミュレーションは IC 内部の素子 数(ノード数)が増えると、シミュレーション時間が長くなる傾向にありま す。使用者にとって、シミュレーション時間は短い方が良いのは当然で す。そこで、多数のノードを少数のノードに簡略化した回路が要求され ます。この簡略化された回路を言語で記述したものが SPICE モデルで す(Figure 3)。

しかし、一つの SPICE モデルで実機の機能動作全てを再現できな いこともあり、その場合は、複数の SPICE モデルを用いて、補完してい ます。よって、使用用途に合わせた SPICE モデルを使用する必要があ ります。 等価回路へ変更する際に簡略化される機能の例を次に示します。

- 温度特性
- 寄生素子の動作
- 特異動作
- 端子保護ダイオードの特性
- 端子インピーダンス

これら以外にも簡略化される機能もありますので、SPICE モデルに添付されているモデリングレポートに載っていない特性を評価する場合はお問い合わせ下さい。



Figure 3. SPICE モデル作成のステップ

3. SPICE モデルへのアクセス方法

3.1 ROHM Web ページでの SPICE モデル取得方法

ROHM ホームページを閲覧下さい(Figure 4)。

URL

https://www.rohm.co.jp



Figure 4. ROHM ホームページ

次に、上部タブの[技術サポート]->[設計する]->[デザインシミュレ ーションモデル]の順にクリックして下さい(Figure 5)。



Figure 5. クリック個所の案内

次の画面に遷移します(Figure 6)。

	P H P DOMINISTR MEY C/ P		•	
Home » アプリケーションノートリスト				
資料タイトル	資料カテゴリ	製品大分類	制品中分類	最終更新日
Teach files	30 Data Application Note Prequency Model Itil: Model Ray File	 □ 08T □ LED (発光ダイオード) □ SU(*7)-デ¹(4,3) □ アンブ/リニア □ インタフェース * 	CXPIトランシー バ Theid Stop Twench IGBT IPO (インテラジ ・	
* *	••	* *	A V	• •
SESJ02AJ	SPICE Hodel	sicパワーデバイス	SiC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
SESJOAAJ	SPICE Hodel	SICパワーデバイス	SiC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
SESID4AM	SPICE Hodel	SICH7-#HYX	SiC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
SCS306A3	SPICE Model	SICパワーデバイス	SiC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
5C5301AM	SPICE Model	SICHT-FRITZ	SiC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
5C5208A2	SPICE Hodel	SIGHT-FILLS	SIC ショットキーバリアダイ オード	2018/05/28
	CONTR Marchal	50-10-8-17a	SiC ショットキーバリアダイ	

Figure 6. デザインシミュレーションモデルのページ

このページにおいて SPICE モデルは 2 通りの方法で入手できます。

- 1. [資料タイトル]下部にて品名を入力し、検索する。
- 2. [資料カテゴリ]・[製品大分類]・[製品中分類]の当てはまるチェックボックスにチェックを入れ、表示される品名から選ぶ。

3.2 PSpice Community での SPICE モデル取得方法

PSPICE Community内 ROHM 特設ページを閲覧下さい。 URL

http://www.pspice.com/models/rohm

- 上記サイト左部にあるメニューから[Power Management]を 選択します。
- 続いて、[Linear Regulators]をクリックしますと登録されている モデル一覧が表示されます。
- 3. ライセンスに同意し、ダウンロードします。

4. シミュレーション準備

4.1 SPICE モデルの登録

4.1.1 PSpice を使用する場合

PSpice(Ver. 17.2)を使用する場合の例を紹介します。 メニューバーの[ファイル]->[新規作成]->[プロジェクト]の順にクリック します(Figure 7)。



Figure 7. プロジェクトの作成開始

現れたダイアログの[アナログまたはアナログ/デジタル混在]にチェックし、 ファイル名、保存場所を入力し、[OK]ボタンを押します。例ではファイ ル名 LDO、保存場所をデスクトップにある LDO フォルダとします。保存 場所には、SPICE モデルである.lib 拡張子のファイルと、そのシンボル である.olb 拡張子のファイルを置きます(Figure 8)。

OrCAD Capture		- 🗆 ×
ァイル(F) デザイン(D) 編集(E) 表示(V) ツール(T) 配置(P) SI 解析(N) Accessories オプショ	iン(0) ウインドウ(W) Help	cādence
<u> </u>		
新規プロジェクト	×	
DT+INGN:	OK	
	キャンセル (4)	
新規プロジェクトの作成方法	~Jk⊅(H)	
● アナログまたはアナログ/デジタル混在/	新規ユーザのためのヒント	
	Create a new Analog or Mixed A/D project. The new	
🔥 ОРОВ Ф/19-К(Р) (1)	project may be blank or copied from an existing	
Code Frend (a 17, bit all 199)	template.	
	Learn PSpice	
(3)		
VUsers¥RLWINDT552¥Desktop¥LP	参照(R)_	



次に現れたダイアログでは[空のプロジェクトを作成する]にチェックし、 [OK]ボタンを押します(Figure 9)。

CrCAD Capture		- 🗆 X
ファイル(F) デザイン(D) 編集(E) 表示(/) ジール(T) 配置(P) SI解析(N) Accessories オブション(O) ウインドウ(W) Help	cādence®
- w 🔤	0 4 4 4 4 0 1 0 1 0 1	
	PCoire TD 1177 h.D.H.W	×
	Paper y 2727 Porten	
	 ○既存のプロジェクトを基に作成する(C) (2) 	
	AnalogGNEGymbolopi 🗸 🕫	K(P)_
	44	地ル
	• 9070727F8T787408	7(H)
8 INI File Location:C:\lisers\RI V	/ND-1\AppDatall.ocal\Tempi17.2.0/Capture.ini	
	no reproductourrampin accountern	
<		>
	D.6	COLUMN TO A DEBD COLUMN DO HAN

Figure 9. 新規プロジェクトの作成

回路エントリのない新規プロジェクトが作成されます(Figure 10)。

GrCAD Capture	– 🗆 🗙			
ファイル(F) デザイン(D) 編集(E) 表示(V) ソール(T) 配置(P) SI解析(N) PSpice Accessories オブション(O) ウインドウ(W) Help	cādence®			
DO.opj PAGE1				
T Diffespo				
Notes or Mind AD Tri No. Strendrij Drogo Resource Drogo Resource Drogo Resource Drogo Resource				
	►			
* * * * * *				
	>			
0 items selected Scale=100% X=1.	.00 Y=1.50			

Figure 10. 初期状態のプロジェクト表示

SPICEモデル、および、シンボル群を追加します。シンボル群の追加方 法は、画面左部にある[Library]を右クリックし、[ファイルの追加]を選 択します(Figure 11)。

G OrCAD Capture	– 🗆 X
ファイル(F) デザイン(D) 編集(E) 表示(V) ソール(T) 配置(P) SI解析(N) PSpice Accessories オブション(O) ウインドウ(W) Help	cādence®
🖪 LD0.opj 🛐 PAGEL	
TE Difference Land Line Line (Contematic) : PAGE1)	
	^
The 4_ Herarchy	
Design resources	
つ Autor ファイルの通知	
PSpice Resources	
11	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
J I.«	ار د
INI File Location:C:\Users\RLWIND~1\AppData\Local\Temp\17.2.0/Capture.ini	^
	~
< C	>

OrOdo Captore		
11/(F) デジイン(D) 編集(E) 表示(V) ジール(T) 配置(P) S	#01(N) Popice Accessories 700/30(O) 040F0(W) Help	cadence
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	NOTOFOT	
LDO.opj PAGE1		
🖥 D:¥respo 💿 💿 📧 🛐 / - (SCHEMATICI : PAG		
Analog or Mixed A/D	4 3	
Eile T. Hierarchy		
Design Resources		
🔁 .Mdo.dsn		
🗀 Library (1)		
EDOXCOAWFP		
E 400/18 #		
-ID- BD33COAWEP 毛町の変更		
-D- BDSCOAWFP		
PSpiceE91.0819mT		
< > * Trife (2)		> .
Ø 32-		
INI File Location: C:11 Isers16	n117.2 0/Cantura ini	
MIR NOR	print a brouping and	

Figure 13. SPICE モデルのシンボルの割り当て

過去のシンボルを引き継いでいる場合は、過去に Pin アサインをしてい るとの警告文が出ますが、新しくシンボルを登録するので、[はい]ボタン を押します。モデルインポートダイアログが表示されます(Figure 14)。



Figure 14. モデルのインポートダイアログ

ダイアログの右上にある[...]を選択すると新たなダイアログが現れるの で、SPICE モデルファイルを選択し、[開く]ボタンを押します(Figure 14、Figure 15)。

Figure 11. Library の追加開始

現れたダイアログにはシンボルファイル(.olb 拡張子のファイル)が表示されているので選択し、[開く]ボタンを押します。すると、Library にシンボル群が登録されます(Figure 12)。

G OrCAD Capture	– 🗆 🗙
ファイル(F) デザイン(D) 編集(E) 表示(V) ソール(T) 配置(P) SI解析(N) Accessories オブション(O) ウインドウ(W) Help	cädence®
- = = = = =	
Lie through the party is	
🖬 Drivespo 👝 🖨 📓 🔓 / - (SCHEMATIC1 : PAGE1)	
Analog or Mixed A/D	~
Ele R. Herachy	
B- Design Resources	
iji - 🎲 - 👬 do.dsn	
G 100 ModerClastp	
Open State State	
	>
INI File Location:C:\Users\RLWIND~1\AppData\Local\Temp\17.2.0/Capture.ini	^
	~
) ¢	>

Figure 12. Library 登録完了画面

新しいシンボルを作成した場合は、そのシンボルに SPICE モデルを割り 当てます。Figure 12 で登録されたシンボル群の左の[+]をクリックし、 使用するシンボル上で右クリックし、[PSpice モデルの割り当て...]をク リックします(Figure 13)。



Figure 15. モデル選択画面

全ての Pin アサインが終われば[完了]ボタンを押し、出てくるダイアログの[OK]ボタンを押します(Figure 18)。

17 JULE 3 (ダイン(D) 品先(E) 長方(V) ソール(T) 配面(P) S 線形(N) PS 17 JULE 3 (ダイン(D) 品先(E) 長方(V) ソール(T) 配面(P) S 線形(N) PS	Spice Accessories オブション(O) ウインドウ(M ひ む ひ ひ ひ	V) Help	cādence
It Ubary THE Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation Male or Mad AD If A construct to participation	ococcar The Peret of J Booccarry Peter Soccarry C Married File		
ζ.			>



使用可能な SPICE モデルが列挙されるので、使用するモデルを選択し、[次へ]ボタンを押します(Figure 16)。

CorCAD Capture (応答なし)

ファイル(F) デザイン(D) 環景(E) 表示(V)	リール(T) 配置(P) SI解析(N) PSpice Accessories オブション(O) ウインドウ(W) Help	cādence®
LDO.opj PACE1	Mad Input Water Links that how Select Tarry to John Software California Designed hydrox California	
File 4. Hierarchy Design Resources	モデル: BD00C0AWFP シンボル:	8D00C0AWFP
Maden Clary Book Howenerster and Book Howenerster and Discourse Discou		
<	THE MOULE	·····
Ready		

Figure 16. 使用モデルの選択

SPICE モデルとシンボルの Pin アサインをします。[Symbol Pin]以下のリストボックスから選択する形でアサインします。基本的には同一の名前の Pin をアサインします(Figure 17)。

CODAption(2552) TOTAL BERT PLATE BERT SHERE Plant Accesses 10000 200900 Heg Cadence* Code of the second state of the second state

Figure 17. Pin アサイン

4.1.2 その他シミュレータを使用する場合

その他シミュレーション環境で使用を検討されている場合、第3章 で示した方法で取得した SPICE モデルは PSpice にて暗号化されて いるため使用できません。汎用 SPICE モデルを必要とする場合は、お 問い合わせ下さい。

 \sim

4.2 シミュレーション用素子の配置

この章では全てのシミュレータに対応するため、各シミュレータに依存 する素子の挿入や配線などの方法には言及しません。シンボルに関し ても汎用性のあるものを使用しています。

使用する ICと受動素子、能動素子を配置します。LDO のシミュレ ーションに必要となる主な素子は、受動素子(抵抗、コンデンサ)、能 動素子(定電圧源、PWL 電圧源、定電流源、PWL 電流源、 Ground)です。

簡単な例を次に示します(Figure 19)。



Figure 19. IC、受動素子、能動素子を配置した状態

4.3 回路図の結線

IC や素子の配置が終われば、次に結線をします。IC や各素子に は Pin があり、各 Pin は結線されているか、終端されている必要があり ます。 Pin が OPEN になっている場合、意図しない動作をする可能性 があります。

Figure 19 を結線すると次のようになります(Figure 20)。



Figure 20. 結線をした状態

4.4 各種プロパティの入力

EN に立ち上がり信号を入力する Transient 解析では IC の EN Pin に PWL 信号を作成できる PWL 電圧源を接続します。 PWL 電 圧源は各時間において電圧を自由に設定できます。よって、使用する 際は 10µsec、5V など各時間とその時に必要な電圧を設定します。 次の例では 12V 入力から 5V を出力する例で、入力コンデンサに 10µF、出力コンデンサに 10µF を接続して、EN に立ち上がり信号を 入力しています(Figure 21)。



Figure 21. プロパティの設定を終えた状態

5. シミュレーション

各シミュレータによって方法は様々ですが、主に Transient 解析を 実行(run)することで結果が得られます。これまでに行ってきた配置、 結線、各素子のプロパティ設定値に誤りがなければ、次の結果が得ら れるでしょう。 VEN が立ち上がると、VOUT は一般的に遅延を持って 立ち上がりを開始し、設定電圧に到達すると一定値を取ります (Figure 22)。



Figure 22. EN による起動波形例

その他特性については SPICE モデルと共に同封されているモデリング レポートを参照してください。

	ご 注 意
1)	本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
2)	本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ず ご請求のうえ、ご確認ください。
3)	ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する 可能性があります。 万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらない ようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保 をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もローム は負うものではありません。
4)	本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作 や使い方を説明するものです。 したがいまして、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
5)	本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、 ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施また は利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームは その責任を負うものではありません。
6)	本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされておりません。
7)	本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡 の上、承諾を得てください。 ・輸送機器 (車載、船舶、鉄道など)、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のため の装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
8)	本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。 ・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
9)	本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
10)	本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、万が一、当該情報の 誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありま せん。
11)	本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。 お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。 本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
12)	本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、 「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を 行ってください。
13)	本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。 より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

http://www.rohm.co.jp/contact/