

## もくじ (LTspice で 覗く 電源回路)

	page
<b>第 1 章 LTspice の操作(簡単説明)</b> . . . . .	7
<b>1.1 回路図作成</b> . . . . .	8
1.1.1 LTspice のダウンロード . . . . .	8
1.1.2 回路図エディター画面起動 . . . . .	8
1.1.3 回路素子の配置と結線 . . . . .	8
1.1.4 部品の定格指定 . . . . .	9
1.1.5 多機能素子の動作指定 . . . . .	10
<b>1.2 回路状態、解析状態の設定</b> . . . . .	11
<b>1.3 半導体部品へのマクロモデル設定</b> . . . . .	11
1.3.1 バイポーラトランジスタの設定 . . . . .	12
1.3.1 MOSFET の設定の設定 . . . . .	13
1.3.2 COMPARETOR と OPAMP の設定 . . . . .	13
<b>1.4 解析の実施</b> . . . . .	14
1.4.1 時間解析 (.tran) . . . . .	14
1.4.2 周波数解析 (.ac) / 受動回路 . . . . .	15
1.4.3 周波数解析 (.ac) / 能動回路 . . . . .	17
<b>1.5 PC 容量節約(.raw ファイル処理)</b> . . . . .	33
<b>第 2 章 電源回路トポロジー別動作解析</b> . . . . .	19
<b>2.1 電源回路の分類マップ</b> . . . . .	19
<b>2.2 リニア電源</b> . . . . .	20
<b>2.3 スイッチング電源</b> . . . . .	23
2.3.1 Buck DC-DC (非絶縁 PWM) . . . . .	23
2.3.2 Boost DC-DC (非絶縁 PWM) . . . . .	27
2.3.3 Inverting (非絶縁 PWM) . . . . .	33
2.3.4 Forward (絶縁 on-on PWM) . . . . .	40
2.3.5 Fly-back (絶縁 on-off PWM) . . . . .	46
2.3.6 Half-bridge (絶縁 on-on PWM) . . . . .	52
2.3.7 Two-tra-forward (絶縁 on-on PWM) . . . . .	57
2.3.8 Full-bridge (絶縁 on-on PWM) . . . . .	63
2.3.9 Qashi-resonant-fly-back (絶縁 on-off Ton 制御共振) . . . . .	67
2.3.10 Active-clamp (絶縁 on-on PWM 共振) . . . . .	74
2.3.11 Asymmetric-half-bridge (絶縁 on-on 疑 PWM 共振) . . . . .	83
2.3.12 PFC (非絶縁 on-off Ton 制御 ) . . . . .	93

2.4	スイッチング電源 (絶縁 特殊)	99
2.4.1	RCC (絶縁 自励)	99
2.4.2	LLC (絶縁 共振 周波数制御)	105
2.4.3	マグアンプ (絶縁 磁気飽和 SW PWM)	113
2.4.4	ジェンセン (絶縁 磁気飽和自励)	121
2.4.5	双方向電源 (絶縁 on-on 50%duty)	128
2.5	スイッチング電源 (非絶縁 ヒステリシス)	135
2.6	特殊電源	141
2.6.1	非接触給電 (非接触 複共振)	141
2.6.2	スイッチドキャパシタ (非絶縁)	146
<b>第3章</b>	<b>スイッチングトランスの解析</b>	<b>147</b>
3.1	絶縁トランスの等価回路	148
3.1.1	理想トランスとスイッチングトランス	148
3.1.2	スイッチングトランスの等価回路	148
3.2	トポロジー別トランス設計	151
3.2.1	Forward (on-on)用スイッチングトランス	151
3.2.2	Fly-back(on-off)用スイッチングトランス	153
3.2.3	LLC/用疎結合トランスの設計	155
<b>第4章</b>	<b>電源制御の解析</b>	<b>160</b>
4.1	制御のモード	160
4.1.1	ボルテージモード制	161
4.1.2	カレントモード制御	163
4.1.3	ヒステリシスモード	166
4.2	制御の安定性解析	167
4.2.1	伝達関数と制御特性	167
4.2.2	ボード線図に安定性解析	169
4.2.3	電源の制御安定性解析	171
4.2.4	LTspice による FRA1	172
4.2.5	LTspice による FRA2	174
4.2.6	制御回路の設計(ボルテージモード)	177
4.2.7	制御回路の設計(カレントモード)	184
<b>第5章</b>	<b>電源特性の定量測定</b>	<b>188</b>
5.1	効率測定	188

5.1.2	回路変更と効率見積	190
<b>5.2</b>	<b>力率、高調波測定</b>	<b>192</b>
5.2.1	AC-DC 変換と力率	192
5.2.2	PFC 電源の機器率と高調波	193
<b>第 6 章</b>	<b>LTspice を上手に電源回路解析に使うには</b>	<b>195</b>
<b>6.1</b>	<b>シミュレータの動作を知る</b>	<b>195</b>
6.1.1	回路図から回路方程式へ	196
6.1.2	回路方程式の解法 (反復繰り返し計算)	197
<b>6.2</b>	<b>解析計算の収束性</b>	<b>199</b>
6.2.1	リニア回路の解析	199
6.2.2	非線形回路の解析	199
6.2.3	スイッチング回路の解析	199
<b>6.3</b>	<b>シミュレータを高速で動かす</b>	<b>200</b>
6.3.1	サージ、スパイク波形の抑圧	200
6.3.2	解析エンジンでの解析効率向上	201
6.3.3	パルス回路から AC 回路へ	201
<b>第 7 章</b>	<b>電源回路解析に多用する数式</b>	<b>202</b>
<b>7.1</b>	<b>素子に流れる電気量</b>	<b>202</b>
7.1.1	インダクター関連 数式	202
7.1.2	キャパシタ (コンデンサー) 関連 数式	203
<b>7.2</b>	<b>オペアンプのゲインと位相</b>	<b>204</b>
7.2.1	直流増幅 数式	204
7.2.2	交流増幅 数式	205
7.2.3	制御回路設計の 数式	206