OPUSER-V

2020

OPUSER 課題集 Lesson1~Lesson10

Lesson1	オームの法則	2
Lesson2	分圧回路と DC スイープ解析	4
Lesson3	トランジスタの3つの端子(E,C,B)依存の確認と消費電力	9
Lesson4	コンデンサの充電1	5
Lesson5	周波数特性の確認2	2
Lesson6	オペアンプ 非反転増幅回路2	5
Lesson7	低周波数増幅回路	8
Lesson8	論理回路シミュレーション	2
Lesson9	デジタルシミュレーション	6
Lesson1	0 PCB 設計・ガーバーエクスポート・部品表作成	9

Lesson1 オームの法則

OPUSER を使用して簡単な回路を作成し、シミュレーション結果をみてみましょう。 以下は、オームの法則のシミュレーション手順です。



初めに部品を配置します。部品の呼出しには、ショートカットキーを使用する方法が早く行えます。 スケマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。



次にメニューツール、ワイヤバスから配線を行います。

メニュー設定から MixedMode シミュレータを選択します。 ツールから測定ポイント設定を選択します。

🍕 🔚 🚿 🗅 🗔 💋 🗅 🛍 🔛 🖽 🔛 🗊

ファンクションツールから部品プロパティ 🏊 、オプションツールから部品値追加/変更 👫 を選 択します。シンボルをクリックして電圧値と抵抗値を入力します。

電圧:10V

抵抗:100Ω

次に測定ポイント設定します。

ファンクションツールからテストポイント スオプションツールから電圧テストポイント 🕅、 電圧の出力側へ配置。電流テストポイント 😭、抵抗の両方のピンへ配置します。

メニューからシミュレーション/解析を選択します。

🧱 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
·····································	バイアス点計算		V	
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	過渡解析			
	パラメトリック解れ			
	フーリエ解析			
	DCスイーブ解析			
│ 一 ACスイーブ解析	ACスイモノ解析			
	ビンクカル日時1 感度解析			
1				
		開始	\$克 行	キャンセル

バイアス点計算へチェックを入れます。開始をクリックします。 MM シミュレータ画面に結果が表示されます。





OPUSER では、ピンに電流が流れこむ側を正とし、流れ出る側を負とします。
 抵抗の上側では 100mA、下側では-100mA です。
 消費電力 W を計算すると W=V×I=10V*0.100A=1 Wt
 計算結果より、標準の抵抗 1/4Wt では充分ではありません。

Lesson2 分圧回路と DC スイープ解析

Lesson1 で学習したものに抵抗を一つ増やして、分圧器と呼ばれる次の簡単な回路を作成します。 電源出力側と Vout へ電圧マーカーを配置します。抵抗ピンへ電流マーカーを配置します。



抵抗 R1 と R2 の直列に接続された 2 つの抵抗が電源 V とグランド 0V の間にある場合、Vout の電 圧は下の式で表されます。下計算式より、出力は 5V です。

$$Vout = \frac{R2}{(R1+R2)}Vin$$
 $Vout = \frac{1K}{(1K+1K)}10$ Vout=5V

シミュレーション結果が同じになるか確認していきます。 メニューシミレーションから解析を選択、バイアス点計算にチェックを入れ、 開始をクリックします。

🚆 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
 ● 新好 ● 一般設定 ● 一般設定 ● 通過解析 ● DCスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 ● ACスイーブ解析 	バイアス点計算 過渡解析 パラメトリック解4 フーリエ解析 DCスイーブ解析 ACスイーブ解析 モンテカルロ解4 感度解析			
		開始	\$克行	キャンセル

R



シミュレーション結果が表示されます。V out = 1/2 Vin = 5V 分圧器を使用して、5V 電源が作成され、計算結果と同じとなりました。

次のステップでは、電源出力(Vout)へあらたに抵抗を接続した場合、電源がどのように変化し動作 するかを確認します。

部品の配置に戻り、追加の抵抗 R を配置します。(例:100Ω)

:抵抗 || G | : グランド、で追加。

Vout へ配線して接続します。 (下画面参照)



回路へ変更追加を行なった場合、メニューシミュレーションからプリプロセスを実行してください。

📆 Mixed-Mode ्रेइ	ュレーション設	定	×				
アナログネット(人)	4	デジタルネット(<u>D</u>)	0				
SPLO	•		•				
デジタル入力	0 -4	Voltage Source					
デジタル出力							
インプット A/Ds	0						
アウトプット D/As	0						
部品数	4						
プリミティブ(P)	2						
[[]] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] [] []							
プリプロセス終了							

回路は新しいシミュレーションの準備ができました。

シミュレーションでは電圧の変化を抵抗の値を変化させどのような結果になるか、確認していきま す。抵抗値を 100 オームステップで 0 オームから 10K まで変化させ DC スイープ分析を実行しま す。



DC スイープ解析では、スイープ変数より温度または 部品パラメータの変更が行えます。

マーカー配置後、DC スイープパラメータを設定します。

メニューシミュレーションから解析を選択します。

画面左側の解析タイプから DC スイープを選択します。右画面にてスイープ変数から部品パラメータを選択します。

解析する部品 R LOAD(後から Vout へ追加した抵抗)をクリックします。承認をクリックします。

※ シミュレーションパラメータの設定					
解析タイプ	パラメータ設定				
		部品 [1]			
100 一般恐定	スイープ変数	部品バラメータ			
	部品名	RES/1			
□ 田 🌺 過渡解析	部品(TOP)面のパラ	Resistance [Ohm]			
	パラメータ名	R			
	開始値	0 Ohm			
	终了值	10 kOhm			
	ステップ	100 Ohm			
	部品[2]				
	スイープモード	リニア			
	波形表示	<u> </u>			
*		承認 キャンセル			

開始をクリックすると、結果が波形ビューワーに表示されます。

🚆 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
	バイアス点計算			
₩ → 般設定	過 渡解析			
	パラメトリック解れ			
	フーリエ解析			
してスイーブ解析	DCスイープ解析			
│ △√ ACスイーブ解析	ACスイープ解析			
	モンテカルロ解れ			
	恐度解切			
0.00				
		開始	統行	キャンセル



ビューワ画面内でクリックすると、カーソルがクロスカーソルに変わり、 合わせた箇所が、ステータスバーにて電圧と抵抗値が確認できます。

上のビューワ画面から、5 V 電源が2 K 未満の抵抗の場合、良好に機能することが確認できます。 また、抵抗値が100Ωの場合、Voutは600mV(0.6V)以下になります。 DC スイープ解析は、電気技術者が回路設計する上で最もよく使用されるシミュレーションの1つ です。

Lesson3

Lesson3 トランジスタの3つの端子(E,C,B)依存の確認と消費電力

このレッスンでは、ベースとコレクタへ流れる電流の依存関係を学び、トランジスタの消費電力を 計算します。

部品配置後、配線を行ないます。 次に、部品値を設定します。

メニューツールから測定ポイント設定を選択 🧖、ファンクションツールから部品プロパティ 🏊、 オプションツールから部品値追加変更 🚰を選択して、シンボをクリックして設定します。 ベース電源 3V、ベース抵抗 1kΩ、コレクタ電源 12V、コレクタ抵抗:10Ω

メニューシミュレーションからプリプロセスを選択します。

初めに、ベース電流、コレクタ電流を確認します。 ファンクションツールからテストポイント 🕜 を選択、オプションツールから電流テストポイント 🛐 を選択します。トランジスタのノードをクリックして、マーカーを配置します。

メニューシミュレーションから解析を選択します。 バイアス点計算にチックをいれ、開始をクリックします。

模断タイプ	パラメータ設定		
- Se 18 16	バイアス点計算	N	
A) 10 10	退渡解析	Г	
MALK	パラッキリック解析	Г	
王-祭 温速解析	フーリエ解析	Г	
────────────────────────────────────	DCスイーブ解析	Г	
- 145 402イーブ解析	ADスイーブ解析	Г	
	モンテカルロ解(Г	
	歷度解析	Г	
E Satara			

シミュレーションの結果は、IB=2.086mA、Ic=208.6mA、IE=-210.7mAです。

J-F

エミッタ電流(IE) がマイナスになるのはなぜですか? OPUSER では、ピンに電流が流れこむ側を正とし、流れ出る側を負とします。

IB + Ic = IE (2.086 + 208.6 = 210.7mA) であることが確認できます。

キルヒホッフの第1法則 電気回路の任意の分岐点について、そこに流れ込む電流の和は、そこから流れ出る電流の和 に等しい。

次に直流電流増幅率を計算します。 Hfe=Ic/IB 208.6/2.086=100 この値はバイポーラトランジスタ(BJT)での標準の値です。

хİ

計算結果の直流電流増幅率(Hfe)を使用して、シミュレーションを行なっていきます。

ファンクションツールから部品プロパティ 🏊 を選択、オプションツールからシミュレーションパ ラメータ変更 🕄 を選択します。

トランジスタをクリックします。部品パラメータ設定画面が開きます。 部品パラメータ設定

副P an NPN Transistor ズラメー 値 詳細 Is 100E-18 P-n saturation current [A] Bf 100 Ideal maximum forward Beta coefficient Nf 1 Forward current emission coefficient Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 15 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient				
詳細 NPN Transistor グラメー 算 評価 ▲ Is 100E-18 A P-n saturation current [A] ▲ Bf 100 Ideal maximum forward Beta coefficient ▲ Nf 1 Forward current emission coefficient ▲ Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] ▲ Ne 1.5 Base-emitter leakage emission coefficient ↓ Nr 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient ↓	900 1		N/1 ジュン -6 機能	
Kラメー Main Fill Is 100E-18 P-n saturation current [A] Bf 100 Ideal maximum forward Beta coefficient Nf 1 Forward current emission coefficient Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 15 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	≣¥\$⊞	NF	'N Transistor	
Is 100E-18 A P-n saturation current [A] Bf 100 Ideal maximum forward Beta coefficient Nf 1 Forward current emission coefficient Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 15 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	パラメー タ	菌	美細	-
Bf 100 Ideal maximum forward Beta coefficient Nf 1 Forward current emission coefficient Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 1.5 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	ls	100E-18	P-n saturation current [A]	
Nf 1 Forward current emission coefficient Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 1.5 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	Bf	100	Ideal maximum forward Beta coefficient	
Ise 0 A Base-emitter leakage saturation current [A] Ne 15 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	Nf	1	Forward current emission coefficient	
Ne 15 Base-emitter leakage emission coefficient Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	lse	0 A	Base-emitter leakage saturation current [A]	
Br 1 Ideal maximum reverse Beta coefficient Nr 1 Reverse current emission coefficient	Ne	1.5	Base-emitter leakage emission coefficient	
Nr 1 Reverse current emission coefficient	Br	1	Ideal maximum reverse Beta coefficient	
	Nr	1	Reverse current emission coefficient	-

パラメータ Bf : 直流電流増幅率(Hfe)の最大値

ここでは計算結果より、100 となりますが、どの回路でも 100 になるわけではありません。 これを確認するには、コレクタ抵抗を 10Ωから 100Ωに変更して確認します。

ベース電流(IB)は 2.086mA です。 Hfe が同じ場合、コレクタ電流(Ic)= IB×Hfe=2.086×100 = 208.6mA になります。

この場合、コレクタ抵抗の電圧降下 V= I×R=208.6mA×100 = 20.86V になります。 しかし、これは不可能です。なぜなら、コレクタ電圧は 12V だからです。

次にコレクタ抵抗値を 10Ω から 100Ω へ変更してシミュレーションします。

•	ファンクショ	ンツールから部	品プロパティ 🎦 、オプションツー	ルからシミュ	レーションパラメー
	タ変更 📱 を	選択します。コ	レクタ抵抗をクリックします。		
1	抵抗値 100 を	入力します。承	、認をクリックします。		
	部品パラメータ設定	2		×	
	パラメータ設定	Spice パラメータ読み込	☆み│ミックスモード パラメータ読み込み │ ライブラリに1	保存	
			のろうしーション 🔽		

パラメー 値 詳細 R 100 Resistance [Ohm]	¥≇⊞	Be	sistor	0% HE			
Image:	パラメー	4	¥#		_	_	
	5) 2	100	Resistance (Ohm)		_	_	

プリプロセス実行 シミュレーションを行なう際、部品の値を変更した場合は、プリプロセスを実行する必要が あります。ただし、シミュレーションパラメータ変更から値を変更した場合は、内部にてシ ミュレーションエンジンが更新されます。

メニューシミュレーションから解析、バイアス計算にチェックが入っていることを確認し、 開始をクリックします。

シミュレーション結果から、 ベース電流(IB) = 2.1mA コレクタ電流(Ic) = 118.7mA になるので、 Hfe = 118.7 / 2.1 = 56 この場合、抵抗器の電圧降下 V = I×R = 118.7mA×100 = 11.87V。 結果、トランジスタは飽和状態で、コレクタエミッタ間飽和電圧(VCE)は 0V に近い値です。

次に消費電力について

バイポーラトランジスタ(BJT)は3、端子デバイスであり、それぞれが異なる電流と電圧を持っている可能性があります。電力計算を行なう場合、下記2つの箇所を確認します。

・ベースーエミッタ間の電圧 VBe
 ・コレクターエミッタ間の電圧 Vce

トランジスタの総電力は、これら2つの合計です。 従って、

 $P = V_{BE}I_B + V_{CE}I_C$

但し、 VBe IB の値は非常に小さい値(0.6V)になるため、通常は下の計算式にて計算されます。

 $P \approx V_{CE}I_C$

よって、トランジスタの消費電力を計算するには、コレクタとエミッタの間の電圧とコレクタ電流 を知る必要があります。

コレクタとエミッタの間の電圧をシミュレーション結果から確認していきます。 初めにコレクタ抵抗を10Ωに戻します。

ファンクションツールから部品プロパティ 🗭 、オプションツールからシミュレーションパラメー タ変更 🛐 を選択します。コレクタ抵抗をクリックします。 抵抗値 10 を入力します。承認をクリックします。

メニューシミュレーションから解析、バイアス計算にチェックが入っていることを確認し、 開始をクリックします。

コレクタ電流(Ic)=208.6mA になっていることを確認します。 次に、コレクターとエミッター(またはグラウンド)間の Vce 電圧を測定します。 マルチメーターを使用して、測定します。

ファンクションツールからテストポイント 💉 を選択、オプションツールからマルチメーター 🗊 を有効にし、コレクタと抵抗間のワイヤーをクリックします。クリックし続けている間、表示します。

マルチメータ
9.914
 ● 電圧(V) ○ 種々の電圧
 ○ 電流(C) ○ 状態(S)

テスターは 9.914V を表示します。よって Vce = 9.9V であることが確認できます。

 $P \approx V_{CE}I_C$

結果、消費電力は、 P=9.9×0.2086=2.06Wt

では、一般的なトランジスタ 2SC1815 の動作を確認してみましょう。 2SC1815 のデータシートには以下が記載されています。

- ■主な仕様
- ・接合構造:NPN
- ・コレクタ電流:150mA
- ・直流電流増幅率:200~400
- ・トランジション周波数:80MHz
- ・コレクタ損失:400mW
- ・パッケージ:TO-92
- ・コレクタ・ベース間電圧:50V

このトランジスタの場合、コレクタ損失(消費電力)はわずか400mW=0.4Wt で 2Wt 未満です。 JEDEC 規格、TO92 のトランジスタ 2SC1815 はこの回路では使用できません。

このトランジスタを使用する場合、エンジニアはヒートシンクを検討するか、ファンを使用する必要があります。

OPUSER-V では基板熱解析でヒートシンクとファンの両方をシミュレーションすることが可能です。

Lesson4 コンデンサの充電

電圧波形パラメトリック解析を使用してコンデンサが充電される状態を確認します。 回路図を作成します。

部品はショートカットキーを使用します。

スケマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

E :電源	R :抵抗	G : グランド	: コンデンサ
--------------	--------------	----------	---------

電源スイッチは、画面右にあるフラウザ/検索を使用し
ます。
名称/詳細を入力へ
VOLSWITCHと入力し、検索をクリックします。
検索結果で表示され部品を選択し、配置をクリックし
ます。

部品配置後、配線を行ないます。

スケマティックエディタのメニュー設定から MixdMode シミュレータを選択します。 プリプロセス(Priprocess)ダイアログが表示されます。解析可能かどうかソフトが判断します。 解析が行えるようすべてのデバイスはシミュレーションモデルを持たなければなりません。 この回路の場合は 4 つのシミュレーションモデルが使用されています。

マナログラット(か)	4 ごおわせ きゃもの)		シミュレーション機能	≣¥≨⊞
SPL0 デジタル入力 デジタル出力 インプット A/Ds アウトプット D/As 部品数 ブリミティブ(P)	 -1 Resistor -2 Capacitor -4 Voltage Source -13 Switch 	•	- 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 12 - 13 - 28 - 51 - 100 - 101 マアナログモデル マグタルモデル	Resistor Ospacitor Inductor Voltage Source Current Source Voltage Generat Diode Switch Nonlinear Resist Thermistor Dinistor Diac

電源スイッチをクリックします。 Ns(Number of switches):1(オンオフの回数) So(Original State):0FF(元の位置オンかオフ) T1(Timing):10ms(オン/オフになるタイミング)

部品パラメ	一夕設定	×
パラメータ	設定 Spice	パラメータ読み込み ミックスモード パラメータ読み込み ライブラリに保存
部品	VO	LSWITCH/1 ジミュレーション -13 機能
≣¥\$⊞	Sw	itch
パラメータ	値	詳細
NS	1	No. of Switching Times { 1,2,3, CYOLIC }
So	OFF	Initial State {OFF, ON }
T1	10 ms	Switch.Time1 [s]
		ヘルブ 承認 キャンセル

これで解析の準備が完了しました。これよりシミュレーションを行います。

23	ミュレーション(S) マップ(M) 表示(V)	へに
	プリプロセス(P)	
	解析(A)	
	トランジェント解析(オシログラフ)(R)	
	トランジェット解析開始	

🞇 シミュレーションパラメータの	D設定			×
解析タイプ	パラメータ設定			
	最大時間ステップ(アナロ	1 μ		
1 一般設定	最終時間値	100 m		
	LC 初期化	Clear		
🗁 🎬 過渡解析	波形表示		▼	
松 パラメトリック解析	伝達関数解析(&F)			
			承認	キャンセル

メニューシミュレーションから解析を

選択します。

過度解析(TransientAnalysis)を選択し

ます。

パラメータ設定を行います。

最大時間ステップ: 1us, 10us

最終時間値:100m

最終時間値は、コンデンサのフル充電ま で 5RC 秒位と推測されます。 今回の場合は、 5×10×10³×1×10⁻⁶=0.05s=50ms 最終時間値は 100m で充分な値にな ります。

承認をクリックします。

「開始」をクリックして解析を始めま す。

デジー・発設定 ディアス点計算 一・愛認確解析 ブラホリック解析 「パーアス点計算 「 「シージンジョン解析 「 「パラホリック解析 「 「パラホリック解析 「 「パラホリック解析 「 「パラホリック解析 「 「パラホリック解析 「 「パラホリック解析 「 「「」」 DCスイーブ解析 「」」 DCスイーブ解析 「」」 DCスイーブ解析 「」」 DCスイーブ解析 「」」 DCスイーブ解析 「」」 こ 「」」 DCスイーブ解析 「」」 ご 「」」 DCスイーブ解析 「」」 ご 「」」 DCスイーブ解析 「」」 ご 「」 <td< th=""><th>解析タイプ</th><th>パラメータ設定</th><th></th><th></th></td<>	解析タイプ	パラメータ設定		
		バイアス点計算 通渡解析 バラメトリック解析 フーリエ解析 DOスイープ解析 ADスイープ解析 モンテカルロ解4 感度解析		

波形が表示されます。

より見やすくするため共通単位 アイコンをクリックします

グラフより充電が 50ms 付近に て完了することが分かります。

20

パラメトリック解析

抵抗値を 10 K から 100K へ変化させた時のシミュレーションを行います。シミュレーションの結果 は連続波形表示で確認が行えます。

解析タイプ	パラメータ設定		
	スイーブ実験	部品パラメータ	
A 4915-12	部品名	R1/1	
- de - ware	書品(TOP)面のパラ	Resistance (Ohm)	
- ² 2 通道解析 - ² 2 7(5,水U92)解析 - ¹ 10 7~UI解析 - ¹ 11 D0スイーブ解析 - ² 14 D0スイーブ解析	パラメータさ	R	
	解析タイプ	スイーブ	
	スイープモード	027	
	150 tú 10	10 k0hm	
	终了值	100 kOhm	
	ステップ	10 k0hm	
モンテカルロ解析	派形表示	ম	7
		未出	キャンセル

パラメトリック解析を選択し、下の様 に設定します。

スイープ変数:部品パラメータ

パラメータ名:R

- 開始值:10kΩ
- 終了值:100kΩ
- ステップ:10kΩ

承認をクリックします。

🚆 シミュレーションパラメータ0	D設定			×
解析タイプ	バラメータ設定			
	バイアス点計算			
	· 通渡解析			
	バラメトリック解れ			
│	フーウェ解析 DCスイーブ解析			
1 1000 フーリエ解析	ACスイーブ解析			
	モンテカルロ解れ			
	感度解析			
いい アンジャン モンテカル 山解析				
		開始	^拿 克 行	キャンセル

🔛 OI	PUSER	- 波形ビューワ - [MM	S_パラメトリッ	7解析 2016/04/05 10:42:46]			_ 🗆 🗙
	ファイ	ル(<u>E</u>) オプション(<u>O</u>)	表示(⊻) 曲線	ウィンドウ(<u>₩)</u> ヘルプ(且)			_ <i>5</i> ×
2	<u>ا</u> ا	a Ø 🔒 Ø 💩 🛛	🔁 🚫 👐 🗛	カスケード			
	IN ORM			タイル(水平)			
				タイル(垂直)			
				アイコンのアレンジ			
				すべて閉じる			
				1 MMS_TDシミュレーション:	2016/04/05 10:42:45		
				✓ 2 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				3 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				4 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				5 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				6 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				7 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				8 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
				9 MMS_パラメトリック解析 2	016/04/05 10:42:46		
Ę				10 MMS_パラメトリック解析	2016/04/05 10:42:46		
				11 MMS_パラメトリック解析:	2016/04/05 10:42:46		
		/					
		Ds	20ms	40ms	60ms	80ms	100ms
•							• •
							1

開始をクリックします。

結果は、ウィンドウメニューから見る ことができます。

入力信号 V をシミュレーションします。出力信号はコンデンサとグランド間で測定されます。 メニューシミュレーションからプリプロセス選択します。

<table-of-contents> Mixed-Mode 🖓 इ</table-of-contents>	×						
アナログネット(<u>A</u>)	3	デジタル ネット(<u>D</u>)	0				
SPLO	•		•				
デジタル入力	o []	l Resistor					
デジタル出力	0 -	2 Gapacitor 7 Voltage Generator					
インプット A/Ds	0						
アウトプット D/As	0						
部品数	3						
ブリミティブ(P)	3						
() () () () () () () () () () () () () (
プリプロセス終了							

ツールから測定ポイント設定 🧖 を選択します。

AC スイープ解析を実行するには、入力ノードと出力ノードをセットアップする必要があります。 ファンクションツールからリファレンスポイント設定⁶⁶⁰を選択します。

オプションツールから AC IN+ 「を選択し、配線をクリックし、ラベルを配置します。

次にACIN-
vertexを選択し、配線をクリックし、ラベルを配置します。

次に AC OUT+ を選択し、抵抗とコンデンサ間の配線をクリックし、ラベルを配置します。 次に AC OUT- を選択し、コンデンサとグラウンド間の配線をクリックし、ラベルを配置しま す。

これで回路の周波数特性の測定が可能になります。抵抗とコンデンサによる RC フィルタの結果を 確認していきます。 メニューシミュレーションから解析を選択します。AC スイープ解析を選択します。

スイープ変数では、開始周波数 10、終了周波数 100K で設定します。 これにより、範囲 10-100Khz の入力信号の周波数応答が測定されます。 承認をクリックします。

🃑 シミュレーションパラメータの設定		×
解析タイプ	パラメータ酸	٤
# #		スイープ実験
	開始周達教	10
- <u>x</u> - x a z	终了時周波	100[k
王-祭 過速解析	Pts/Dec	10
	フェイズ絶見	[-180,+180]
白い 40スイーブ解析	ソース	Voltage
	出力实数	Open Voltage
		出力
	実数部分(&	Г
	仮想の部品	Γ
	大きさ	<u>य</u>
	位相	<u>य</u>
	グループ遅	Г
	波形表示	A
		承認 キャンセル

開始をクリックします。

波形ビューワより、この回路が1 Khz まで低周波信号に適した結果を示しています

Lesson6 オペアンプ 非反転増幅回路

オペアンプは、広く使用されている電子機器の1つです。 最も基本的な使い方は電圧増幅回路(アンプ)です。その他、発信器、フィルタ、コンパレータ(比較 器)、積分回路、微分回路、多くのアプリケーションで使用されています。 このレッスンでは、非反転増幅回路のシミュレーション方法を学習します。

非反転増幅回路では入力電圧 VIN と出力電圧 VOUT の関係式は以下のようになります。 また入力信号と出力信号の位相は一致します。

$$V_{
m out} = \left(1+rac{R_2}{R_1}
ight)V_{
m in}$$
 .

初めに下にある回路図を作成します。 部品の配置はキーボードを使用します。

両電源(デュアル電源)オペアンプ プラスとマイナス2種類の電源を使用します。それぞれの値は同じ値でなければなりません。 メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

ツールから測定ポイント設定 🧖 を選択。

ファンクションツールから部品プロパティ 🌤 を選択、オプションツールからシミュレーションパ ラメータ変更 🗟 を選択します。入力信号をクリックします。

部品パラメータ設定画面が開きます。

入力信号は、周波数(f):1 kHz、ピーク振幅(Ao):1V、正弦波(SINE)信号でシミュレーションします。

部品パラメー	夕設定		Х
パラメータ副	设定 Spice	◎パラメータ読み込み│ミックスモードパラメータ読み込み│ ライブラリに保存│	
部品	VG	EN/1 ジミュレージョン -7 機能	-
≣¥ŝ⊞	Vo	Itage Generator	
パラメー	苗	Ĵ\$₩	T
Mode	SINE	Waveform type { SINE, MOD, PULSE, SQUARE }	
Vo	0 V	DC offset [V]	
Ao	1 V	Peak Amplit [V]	
f	1 kHz	Frequency [Hz]	
Ph	0 ~	Phase [~]	
Df	0 (1/s)	Damping factor [(1/s)]	
Td	0 s	Start delay [s]	
		ヘルプ 承認 キャンセル	

次に波形マーカーを配置します。 ファンクションツールから、オプションツールからを選択して、 Vin と Vout へ波形マーカーを配置します。

信号周波数が1kHzの場合、信号周期は1/1000Hz=1msです。 2つの波形を表示するには、最終時間値を2msに設定します。承認をクリックします。

1	💀 シミュレーションパラメータの	設定		×
	解析タイプ	パラメータ設定		
		最大時間ステップ(アナロ	1 µ	
	₩ → 般設定	最終時間値	2 m	
		LC 初期化	Solve	
	出 一 2	波形表示	N	
	── □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □ □	伝達関数解析(&F)		
			承認	キャンセル

過渡解析にチェックが入っていることを確認して、開始をクリックします。 波形ビューワが表示されます。

シミュレーション結果から、入出力信号が完全に一致していることがわかります。 位相ずれはあり ません。

また、波形ビューワより入力電圧 V1(VIN)が 1V の時、出力電圧 V2(VOUT)は 10V になっていることが分かります。

計算式より、出力電圧を求めます。

$$V_{
m out} = \left(1+rac{R_2}{R_1}
ight)V_{
m in}\,.$$

Vout = (1 + 9/1) = 10 出力電圧 VOUT=10V

シミュレーション結果が計算結果と同じになりました。

Lesson7 低周波数增幅回路

OPUSERには、既存のシミュレーション用のサンプル回路が豊富にあります。 このレッスンでは、既存のアンプ回路を使用します。 プロジェクトファイルは以下にございます。

C: ¥ Opuser ¥ JOB ¥ MIXMODE EDSPICE

上記回路は標準の低周波数増幅回路です。この回路を使用して、ユーザーはパラメータを変更して、 出力信号への影響を確認できます。(この回路はオーディオアンプとして使用できますが、低抵抗 において動作するスピーカーにて調整する必要があることに注意してください。)

上記回路図において G: 電圧発生器のシミュレーション入力ソース。 RL-LOAD :ここでは増幅された信号が測定されます。 Vcc: 電源 DC12V

初めに入力信号のパラメータを確認します。

メニューツールから測定ポイント設定 🧖 を選択します。 ファンクションツールから部品プロパティ 🏊 を選択、オプションツールからシミュレーションパ ラメータ変更 🖏 を選択します。

部品パラメータ設定画面が開きます。

入力信号は、周波数(f):10 KHz、ピーク振幅(Ao):200mV、正弦波(SINE)信号でシミュレーションします。

ユーザーは入力信号パラメータを変更できますが、最初に行うシミュレーションではデフォルトの 設定で行なってください。

部品パラメータ設定 ×								
パラメータ設定 Spice パラメータ読み込み ミックスモード パラメータ読み込み ライブラリに保存								
部品	Un	pck15 ジミュレーション -7 機能	_					
≣¥≇⊞ Voltage Generator								
パラメー 値 詳細								
Mode	SINE	Waveform type { SINE, MOD, PULSE, SQUARE }						
Vo	0 V	DC offset [V]						
Ao	200 mV	Peak Amplit [V]						
f	10 kHz	Frequency [Hz]						
Ph	0 ~	Phase [~]						
Df	0 (1/s)	Damping factor [(1/s)]						
Td Os Start delay[s]								
	ヘルプ 承認 キャンセル							

メニューシミュレーションから解析を選択します。一度にいくつかのシミュレーションを実行しま す。バイアス点計算、過渡解析、AC スイープ解析にチェックを入れます。

🎇 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
解析	バイアス点計算			
1 一般設定	過 渡解析			
	パラメトリック解れ			
	フーリエ解析			
	DCスイープ解析			
	ACスイープ解析			
	モンテカルロ解れ			
● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	感度解析			
0.12				
1				1
		開始	^拿 克 (丁	キャンセル

【バイアス点計算】

トランジスタのベース、コレクタ、エミッタの DC 電圧を計算します。

【過渡解析】

時間の経過に伴う信号の変化を表示します。

【AC スイープ解析】 周波数応答を表示します。

すべてのパラメータはすでに設定されているため、開始を押してください。 波形ビューワ画面が表示されます。

波形ビューワ MMS_TD シミュレーション (Mixed Mode Simulation タイムドメイン)より 出力信号が時間経過とともに反対方向に変化していることが分かり、位相にずれがあります。

V2(Load)グラフで、出力信号の振幅の頂点をクリックし、2.7V であることが分かります。 同様に入力信号 V1(GEN)では 0.2V でした。

グラフより、回路の倍率が 2.7V / 0.2V = 13.5 倍であることを計算できます。

入力電圧と出力電圧の振幅から Db(デシベル)を計算してみましょう。 L = 20×log(電圧比 V2 / V1)(dB) L = 22.6 dB。

波形ビューワで、周波数 10kHz にカーソルをあわせ確認すると、 計算結果と同じ 23dB になっていることが確認できます。 また、位相のずれが 100 度であることが確認できます。

Lesson8 論理回路シミュレーション

このレッスンでは、2 入力 NAND ゲートのセットアップとシミュレーション方法を学びます。 シミュレーション結果より、真理値表を完成させましょう。

スケマティックエディタ画面でキーボードを使用して配置します。

0 : 2NAND ゲート (7400 コンポーネント)

メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

アナログネット(A)	0	デジタル ネット(<u>D</u>)	0(3)
	•		•
デジタル入力	2 505	2-input NAND gate	
デジタル出力	1		
インプット A/Ds	0		
アウトブット D/As	0		
部品数	1		
プロミニンプ(の)	1		

1707HEX#3

回路は2つの入力ゲートで構成されています。

初めに上の入力側(IN1)と下の入力側(IN2)へ LOW を設定し、出力を確認していきます。

ファンクションツールからロジック初期設定 記 を選択します。インプットノードをクリックします。

マーカー^{ーi」」}をクリックして配置します。 マーカー表示 i はインプット、L は LOW を表します。 次に入力側へ論理波形マーカー米1S2(IN1)米を配置します。

インプット側のノードをクリックして配置します。 マーカー表示 i は入力、S はステータスを表します。 これでシミュレーションの準備ができました。

メニューシミュレーションから解析を選択します。 過渡解析にチェックが入れ、開始をクリックします。

🧱 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
	バイアス点計算		Г	
2 - 4112-22	過渡解析		N	
	パラットリック解れ			
田一袋 湿液解析	フーリエ解析			
	DCスイーブ解析			
	ACスイーブ解析			
10 Exception 846	モンテカルロ解れ			
EFF SIVE HOT	感度解析			
		開始	转行	キャンセル

シミュレーション結果が表示されます。

🔜 OPUSER - 波形	ビューワ - [MMS_	TDシミュレーショ	ン 2020/06/08	11:29:08]	<u>- 🗆 ×</u>
🛄 ファイル(E) オブ	¹ ション(<u>O</u>) 表示	(⊻) 曲線 ウ1	ンドウ(<u>W</u>) へJ	レプ(<u>H</u>)	_ & ×
🖉 🚘 🎽	F ()	🔁 🚫 👐	😥 AV 🛛 😭	। 💹 🔯 🗘	^& ← →
					_
S1(2NAND/1:0UT)					
iS3(2NAND/1:IN2)					
	с <u> </u>	ιs 40μ	: s 60µ	s 80μs	1
			Time		
•					• •
1.	Time = 34.637us				1.

波形ビューワから、入力 In1、In2 が LOW の時、出力(Os1)は HIGH であることが確認できます。真理値表へ書き込みましょう。

In1	In2	OUT
L	L	Н

同様にしてマーカーを配置し、入力ゲートを変更してシミュレーションします。 ここでは、クロックジェネレータを使用して、入力側を自動で変化させシミュレーションを行ない ます。

先に設定した、波形マーカ^{ー」と}を、ファンクションツールから削除 くします。 削除後、メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。

ファンクションツールからロジック初期設定^記を選択、オプションツールからクロックジェネレ ータ^にを選択します。

上の入力側(IN1)のノードをクリックします。クロックエディタ画面が開きます。 繰り返しパターンへパターンを入力します。

【L5us,H5us】: LOW と HIGH が 5us で入れ替わります。

パターン入力後、パターン設定をクリックします。

承認をクリックします。マーカー「G!を配置します。

🗴 クロックエディタ	×						
クロックパターン選択							
(L5us,H5us)							
単位 ■ ジングルパターン	- 繰り返しパターン - パター:) L5us,H5us 状態 時間						
道忠 追加	消去 追加						
ヘルプ(円) 承認(人)	<mark>ハターン設定</mark> (S) キャンセル						

次に下の入力側(IN2)のノードをクリックします。クロックエディタ画面が開きます。 繰り返しパターンへパターンを入力します。

【L10us,H10us】: LOW と HIGH が 10us で入れ替わります。 パターン入力後、パターン設定をクリックします。

承認をクリックします。マーカー「G」を配置します。

グロックエディタ	×							
クロックパターン選択								
(L10us,H10us)	(L10us,H10us)							
単位 ■ ジングルパターン	繰り返しパターン パター]L10us,H10us 状態 時間							
消去 追加	消去 追加							
ヘルプ(円) 承認(人)	ハターン設定 (S) キャンセル							

メニューシミュレーションから解析を選択します。 過渡解析にチェックが入れ、開始をクリックします。

🎆 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
- See 19 16	バイアス点計算		Г	
2 dillo 2	過渡解析		N	
	パラットリック解り		Г	
田一袋 温濃解析	フーリエ解析			
	DOスイーブ解析		П	
	ACスイーブ解析		Г	
モンテカルロ解析	モンテカルロ解り			
	感度解析		Б	
1				
		6816	統行	キャンセル
			*****	41700

波形ビューワが表示されます。

In1	In2	OUT
L	L	Н
Н	L	Н
L	Н	Н
Н	Н	L

波形ビューワより、Osから20usの間での結果より、真理値表を完成されることができます。

Lesson9 デジタルシミュレーション

このレッスンでは、既存の回路を使用してデジタルシミュレーションを実行します。 下のファイルを開きます。

C:\#Opuser-V\#JOB\#MIXEDMODE Half_Adder.EPB を開きます。

この回路は、バス配線(DATA BUS)の代わりに、標準の配線が使用されています。

A、B: INPUT 信号 SUM、CARRY: OUTPUT 信号 S1、S2、S3、S4:測定するデジタル波形マーカー

入力信号は Clock コマンドを使用して生成されます。

メニューシミュレーションからプリプロセスを実行します。 ツールから測定ポイント設定^Øを選択

ファンクションツールからロジック初期設定^記、オプションツールからクロックジェネレータを 選択^にし、入力 A をクリックします。 クロッパターン選択から、LOW—HIGH 繰り返し 10us を選択します。 承認をクリックします。

メニューからシミュレーション、解析を選択します。 過渡解析にチェックをいれます。開始をクリックします。

🔛 シミュレーションパラメータの設定				×
解析タイプ	パラメータ設定			
	バイアス点計算			
~□ 10. → #25字	過 渡解析			
	パラメトリック解れ			
│ ┼… 🎇 過渡解析	フーリエ解析			
	DCスイーブ解析			
	ACスイープ解析			
モンテカルロ解析	モンテカルロ解れ			
	感度解析			
		開始	^拿 克行	キャンセル

💽 OPUSER - 波形ビューワ - [MMS_TDシミュレーション 2020/05/28 11:38:35]
■ ファイル(E) オプション(Q) 表示(V) 曲線 ウィンドウ(W) ヘルプ(H) _ 日 ×
😂 🛃 🛃 🛃 🚳 🐼 🚫 🊧 👯 ٨४ 😭 🔤 🖏 🍫 🚸 ← ⇒
S1(A)
S4(CARRY)
ος 20μς 40μς 60μς 80μς 100μς
Time

HAIF_Adder 回路の場合は、

SUM および CARRY 信号が真理値表に従って動作していることが確認できます。

ここまで、OPUSER でのシミュレーションを行なってきました。 次レッスンでは PCB の設計手順を学習します。

Lesson10 PCB 設計・ガーバーエクスポート・部品表作成

これまで、OPUSER でのシミュレーションの基本を学びました。 このレッスンでは、PCB の設計、ガーバーデータのエクスポート、および部品表の作成方法を学 習します。

下の写真のような回路を作成します。

PCB レイアウト

3D ビュー

【回路図作成】

シンボル配置

部品の検索と配置の方法を学びます。

【ライブラリエクスプローラを使用】

ライブラリエクスプローラを使用して、ピンヘッダー2Pを配置することから始めます。

メニューツールから部品を選択します。

ファンクションツールから部品配置/追加 ³³⁵、オプションツールからライブラリエクスプローラ

メニュー表示からプレビュー/シンボル・パッケージのプレビューを ON にします。

コネクタ、ピンヘッダー等は CONN.PART にあります。 画面左ツリー表示より CONN.PART を選択します。画面右に部品が表示されます。 LIST2 を選択し、画面にドラッグします。クリックして 2 つ配置します。

【ライブラリブラウザを使用】

ライブラリブラウザを使用して、表面実装用 LED を配置します。 部品名称が分からない場合は、ライブラリブラウザを使用して検索します。

ファンクションツールから部品配置/追加¹⁸⁹、オプションツールからライブラリブラウザ <mark>38</mark>を起 動します。

パッケージタイプから SMD を選択します。

部品規格
パッケージタイプ
🗄 🖽 🌐 SMD

シミュレーション機能から LED 選択し、承認をクリックします。

3 - Quad SPST Analog Switch en tial 8-ch ann el analog mux/demux 33A - 5V EconoReset 23 - 5V EconoReset	MIXPRIMITIVES MIXPRIMITIVES MIXPRIMITIVES
ential 8-channel analog mux/demux 33A - 5V EconoReset 33 = 5V EconoReset	MIXPRIMITIVES MIXPRIMITIVES
33A - 5V EconoReset	MXPRIMITIVES
22 = 5V EconoParat	
33 - 0 4 COOlloneset	MIXPRIMITIVES
808 - 8-Bit Microprocessor Compatible	AMXPRIMITIVES
800 - 8-Bit Microprocessor Compatible	AMXPRIMITIVES
processor Monitor	MXPRIMITIVES
nt Generator	ANGPRIMITIVES
sion Timers	ANGPRIMITIVES
	DisplayMM DLL
450) Parallel Input 12-bit Rail-to-Rail D.	AC MIXPRIMITIVES
m	
	1800 – 8-Bit Microprocessor Dompatible processor Monifor nt Generator sion Timers (450) Parallel Input 12-bit Rall-to-Rail D 111

検索開始をクリックします。ヒットした部品が表示されます。

591-2001-022 を使用します。選択してスケマティック画面へドラッグします。クリックして配置します。

🢐 ライブラリエクスプローラ (C:¥OPU!	SER¥LIB)				-		×
□ 771ル(E) 編集(E) 表示(V) へ)	ルプ(出)						
Parts	^ 図部品 ●シン	パッケ 📔 パッケ	ージ 🔕 パッド スタッ	10			
- 00 9HICPart	オプション	値	i		マすべ	ての検索	6 条件
- QUAL Star - 2 Sa PART	パッケージタイプ	SI	MD		= + ()		CT 04
BUDD-2sb PART	メーカー				T X/1	.X+S	医剂
A PART	テクノロジ				「 敷字	挟索	
CO O he -Ded PAPT	タイプ				10	44.83340	5
GO SOP-250PART	外部インデックスコ	-r			17	HUNDEDY	<u>(</u>
- OD OD- OPART	シミュレーション機能	-	5000		112	からね	æ
- 00 OJpn-etc.PART	EDSpiceシミュレ	ーションリファレ	1.4.4			0.010	m
- 00 OJpn-fet PART	-EDSpiceILXV	イコード			新	見検索()	N)
- OD OJPN-pc PART	EDSpiceモデルコ	コード/サブサー		_ 1			×
- 00 OJpn-zn PART	EDSpice宽数			_ -	ライブラ	うリエディ	(QE)
GLED KIT PART	,						
GLED KIT2008 PART	Name	Description	Symbol	Packa	uçe	Pac	ikage T
- 00 @LEVPart	GM5WA062	Chip LED	LED	DIP6/	/SM	SM	D
	B-591-2001	3mm Prism Oiro.	LED	SMD2		SM	D
- 00 SReliance Part	591-2301-	3mm Prism Oiro	LED	SMD2		SM	D
Gensor PART	591-9401	2mm Driem Circ	150	CHEN		Che	0
en Stry antei PART	531-2401	omm Prism Circ.	LEV	SMUZ		SM	<i>.</i>
OTRYLED, SMD PART	HIIDISD	High Voltage Ph.	LED,PHOTOTRA	DIP6/	300/SM	SM	D

【部品名称を入力して配置】

次に表面実装用の抵抗を配置します。ここでは部品名称を入力して、配置します。

ファンクションツールから部品配置/追加 、オプションツールから部品名称で選択追加 堅を 選択します。RES0603 と入力、承認をクリックします。クリックして配置します。

Add components by name	×
部品名を入力して配置 部品名.[X].[M.[角度]	承認
	キャンセル
RES0603	•
RES0603	
ライブラリエクスプローラ起動	

グラウンドを配置します。

キーボード らかき お押して、クリックして配置します。

<u>配線</u>

次に配線を行ないます。

メニューツールからワイヤー/バスを選択して配線を行ないます。

<u>パッケージング</u>

次に、パッケージングを行ないます。

メニューツールから部品、ファンクションツールからパッケージング 😨 を選択、オプションツー ルから自動パッケージング 🕺 を選択します。実行をクリックします。

C	PUSER	? - 自動パ	ッケージング			×
Г	部品記	号接頭辞				
	接頭	パック	変更後	開始番号		
	J		J	1		
	D		D	1		
	R		R	1]	
				実行	ī	キャンセル

【レイアウト】

PCB レイアウトを起動します。

メニューツールから基板フォーマット ■ を選択、ファンクションツールから外形定義 ■、オプ ションツールからテキスト入力で作成 ¹¹ を選択します。サイズを 20mm×20mm にします。

幅:20mm 高さ:20mm

プロパティ	值	
X位置		0.000mm
Y位置		0.000mm
線幅		0.001mm
ギャップ		0.3048mm
形状	長方形	
幅		20.000mm
高さ		20.000mm
更新	承認	開いる(L)
	プロパテ X位置 Y位置 幕ヤップ 形状 幅 高さ	プロパテ 価 X位置 Y位置 線幅 ギャップ 形状 長方形 幅 高さ

部品配置

次に部品を配置します。

配線

次に配線を行ないます。

<u>ベタ面</u>

半田面側へベタ面の作成を行ないます。 メニューツールからベタ面を選択します。

作成するレイヤ(SOLD.LAYER)と、ネット(SPL0)を選択します。

🛛 0.075mm 👻 🕀 🔾	🕀 🕰 😰 • 🗰 • 20	00mm 👻 🔛 1.000mm 👻 1.0°	COMP.LAYER -	SOLD.LAYER -
AA Vector Font		■ 0.4064mm - + 0.3048m	m 🛛 💭 1.5748mm 🗸 👫 🗰 1[]	▼ BUS SPLO ▼
M 💦 🗎 🗔 🔲 I	성 🗟 🥒 🖉 🕇 🧮	🌃 🔜 🛐 🛛 🗶 15.375mm 🛛 Y	= -10.325mm ₩→ MM → XY →	🧉 📽 🚳 🖶 🛨 👥

ファンクションツールからベタアイテム作成 🌆 、オプションツールからベタ領域作成 🤒 を選択 します。レイアウト画面上でクリック/クリックで配置し、右クリックメニューの作成終了から終 了します。

【制作マネージャ】

PCB レイアウトから製作マネージャを選択します。製作マネージャが起動します。 メニュー基板データ出力からガーバーデータ、ドリルデータを出力します。

【部品リスト作成】

メインウィンドウから、回路(MAINHIER)を選択し、右クリックメニューから部品リスト(LOM) エディタを起動します

表示をクリックします。

部品リストエディタ	×
LOMの作成 詳細オプション	
○ 部品リスト作成	
── 外部情報データペース(W)	
	表示(5)
<u> ヘルプ他</u>	閉じる(2)

利用できるフィールドから項目を選択し、 🏓 をクリックします。

次へをクリックします。

部品リストプレビューが表示されます。 右クリックメニューから Export to Excel を選択します。

1	部品リスト - プレビュー	(コラムヘッダーをク	リックすると並び					
			部品リストのブレビュ、	– Lesson7.epb				
	明明	13551111111111111111111111111111111111	シミュレーションリー	バッケージ	部品記号	出記書	部品値	
	591-2001-022	3mm Prism Circuit		SMD2	D1	none	none	
	LIST2	2 Way Connector		CON/LIST2	J1	none	none	
	RES0603	Resistor		R/L70/SM	R1	none	none	
			Export to) Excel	1	· · · ·		

Excel がインストールされている場合はデータが取り込まれます。

Автосохранение 🧿	D 🛛 9 · C · ₹	Lesson7_LOM Сохранено	- 🔎 Поис	к		Вход	Ā	—		×
Файл <mark>Главная</mark>	Вставка Разметка с	траницы Формулы Дан	ные Рецензир	ование	Вид Справи	a Acrobat	:		ß	
Вставить * *	びシック ~ 11 K	▲ ~ ^{ab} A ~ A [×] ⁼ = = ^{ab} = = = = ^{ab} = = = = ^b = = = ^b • ^{ab} A [×] ^{ab} A [×]	Общий ~ ГСТ ~ % 000 €,‰ .,‰	🔛 Услові 🔛 Форма 🔛 Стили	ное форматировани атировать как табли ячеек ~	не ~ ШВст цу ~ ШУуда ШФо	авить ~ алить ~ рмат ~	Σ •	~ ² 8 ~ ,Ω~ ~	
Буфер обмена 🕞	Шрифт	Быравнивание Г	ы число ы		Стили	Яч	ейки	Реда	стировани	
A1 • :	× ✓ <i>f</i> ∗ 部品									~
A		В			с	D			G	ł 🗅
1 部品	部品詳細			シ	ミュレーション	パッケージ	部品記者	部品詩	部品値	
2 591-2001-022	3mm Prism Circuit Boa	rd Indicator Suface Mount L	ED,Round Lens			SMD2	D1 n	one	none	
3 LIST2	2 Way Connector					CON/LIST2	J1 n	one	none	
4 RES0603	Resistor					R/L70/SM	R1 n	one	none	
5										
∢ → Лис	τ1 ①			: 🖬						
E									+	100%