

NI Circuit Design Suite

Getting Started with NI Circuit Design Suite

Worldwide Technical Support and Product Information

ni.com

Worldwide Offices

Visit ni.com/niglobal to access the branch office Web sites, which provide up-to-date contact information, support phone numbers, email addresses, and current events.

National Instruments Corporate Headquarters

11500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 512 683 0100

For further support information, refer to the *Technical Support and Professional Services* appendix. To comment on National Instruments documentation, refer to the National Instruments Web site at ni.com/info and enter the Info Code *feedback*.

© 2006–2013 National Instruments. All rights reserved.

Important Information

Warranty

The media on which you receive National Instruments software are warranted not to fail to execute programming instructions, due to defects in materials and workmanship, for a period of 90 days from date of shipment, as evidenced by receipts or other documentation. National Instruments will, at its option, repair or replace software media that do not execute programming instructions if National Instruments receives notice of such defects during the warranty period. National Instruments does not warrant that the operation of the software shall be uninterrupted or error free.

A Return Material Authorization (RMA) number must be obtained from the factory and clearly marked on the outside of the package before any equipment will be accepted for warranty work. National Instruments will pay the shipping costs of returning to the owner parts which are covered by warranty.

National Instruments believes that the information in this document is accurate. The document has been carefully reviewed for technical accuracy. In the event that technical or typographical errors exist, National Instruments reserves the right to make changes to subsequent editions of this document without prior notice to holders of this edition. The reader should consult National Instruments if errors are suspected. In no event shall National Instruments be liable for any damages arising out of or related to this document or the information contained in it.

EXCEPT AS SPECIFIED HEREIN, NATIONAL INSTRUMENTS MAKES NO WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, AND SPECIFICALLY DISCLAIMS ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. CUSTOMER'S RIGHT TO RECOVER DAMAGES CAUSED BY FAULT OR NEGLIGENCE ON THE PART OF NATIONAL INSTRUMENTS SHALL BE LIMITED TO THE AMOUNT THEREFORE PAID BY THE CUSTOMER. NATIONAL INSTRUMENTS WILL NOT BE LIABLE FOR DAMAGES RESULTING FROM LOSS OF DATA, PROFITS, USE OF PRODUCTS, OR INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF. This limitation of the liability of National Instruments will apply regardless of the form of action, whether in contract or tort, including negligence. Any action against National Instruments must be brought within one year after the cause of action accrues. National Instruments shall not be liable for any delay in performance due to causes beyond its reasonable control. The warranty provided herein does not cover damages, defects, malfunctions, or service failures caused by owner's failure to follow the National Instruments installation, operation, or maintenance instructions; owner's modification of the product; owner's abuse, misuse, or negligent acts; and power failure or surges, fire, flood, accident, actions of third parties, or other events outside reasonable control.

Copyright

Under the copyright laws, this publication may not be reproduced or transmitted in any form, electronic or mechanical, including photocopying, recording, storing in an information retrieval system, or translating, in whole or in part, without the prior written consent of National Instruments Corporation.

National Instruments respects the intellectual property of others, and we ask our users to do the same. NI software is protected by copyright and other intellectual property laws. Where NI software may be used to reproduce software or other materials belonging to others, you may use NI software only to reproduce materials that you may reproduce in accordance with the terms of any applicable license or other legal restriction.

End-User License Agreements and Third-Party Legal Notices

You can find end-user license agreements (EULAs) and third-party legal notices in the following locations:

- Notices are located in the <National Instruments>_Legal Information and <National Instruments> directories.
- EULAs are located in the <National Instruments>\Shared\MDF\Legal\license directory.
- Review <National Instruments>_Legal Information.txt for more information on including legal information in installers built with NI products.

Trademarks

Refer to the *NI Trademarks and Logo Guidelines* at ni.com/trademarks for more information on National Instruments trademarks.

ARM, Keil, and μ Vision are trademarks or registered of ARM Ltd or its subsidiaries.

LEGO, the LEGO logo, WEDO, and MINDSTORMS are trademarks of the LEGO Group. ©2013 The LEGO Group.

TETRIX by Pitsco is a trademark of Pitsco, Inc. ©2013

FIELDBUS FOUNDATION™ and FOUNDATION™ are trademarks of the Fieldbus Foundation.

EtherCAT® is a registered trademark of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

CANopen® is a registered Community Trademark of CAN in Automation e.V.

DeviceNet™ and EtherNet/IP™ are trademarks of ODVA.

Go!, SensorDAQ, and Vernier are registered trademarks of Vernier Software & Technology. Vernier Software & Technology and vernier.com are trademarks or trade dress.

Xilinx is the registered trademark of Xilinx, Inc.

Taplite and Trilobular are registered trademarks of Research Engineering & Manufacturing Inc.

FireWire® is the registered trademark of Apple Inc.

Linux® is the registered trademark of Linus Torvalds in the U.S. and other countries.

Handle Graphics®, MATLAB®, Real-Time Workshop®, Simulink®, Stateflow®, and xPC TargetBox® are registered trademarks, and TargetBox™ and Target Language Compiler™ are trademarks of The MathWorks, Inc.

Tektronix®, Tek, and Tektronix, Enabling Technology are registered trademarks of Tektronix, Inc.

The Bluetooth® word mark is a registered trademark owned by the Bluetooth SIG, Inc.

The ExpressCard™ word mark and logos are owned by PCMCIA and any use of such marks by National Instruments is under license.

The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation in the United States and other countries.

Other product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies.

Patents

For patents covering National Instruments products/technology, refer to the appropriate location: **Help»Patents** in your software, the `patents.txt` file on your media, or the *National Instruments Patent Notice* at ni.com/patents.

Export Compliance Information

Refer to the *Export Compliance Information* at ni.com/legal/export-compliance for the National Instruments global trade compliance policy and how to obtain relevant HTS codes, ECCNs, and other import/export data.

WARNING REGARDING USE OF NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS

(1) NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS ARE NOT DESIGNED WITH COMPONENTS AND TESTING FOR A LEVEL OF RELIABILITY SUITABLE FOR USE IN OR IN CONNECTION WITH SURGICAL IMPLANTS OR AS CRITICAL COMPONENTS IN ANY LIFE SUPPORT SYSTEMS WHOSE FAILURE TO PERFORM CAN REASONABLY BE EXPECTED TO CAUSE SIGNIFICANT INJURY TO A HUMAN.

(2) IN ANY APPLICATION, INCLUDING THE ABOVE, RELIABILITY OF OPERATION OF THE SOFTWARE PRODUCTS CAN BE IMPAIRED BY ADVERSE FACTORS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO FLUCTUATIONS IN ELECTRICAL POWER SUPPLY, COMPUTER HARDWARE MALFUNCTIONS, COMPUTER OPERATING SYSTEM SOFTWARE FITNESS, FITNESS OF COMPILERS AND DEVELOPMENT SOFTWARE USED TO DEVELOP AN APPLICATION, INSTALLATION ERRORS, SOFTWARE AND HARDWARE COMPATIBILITY PROBLEMS, MALFUNCTIONS OR FAILURES OF ELECTRONIC MONITORING OR CONTROL DEVICES, TRANSIENT FAILURES OF ELECTRONIC SYSTEMS (HARDWARE AND/OR SOFTWARE), UNANTICIPATED USES OR MISUSES, OR ERRORS ON THE PART OF THE USER OR APPLICATIONS DESIGNER (ADVERSE FACTORS SUCH AS THESE ARE HEREAFTER COLLECTIVELY TERMED “SYSTEM FAILURES”). ANY APPLICATION WHERE A SYSTEM FAILURE WOULD CREATE A RISK OF HARM TO PROPERTY OR PERSONS (INCLUDING THE RISK OF BODILY INJURY AND DEATH) SHOULD NOT BE RELIANT SOLELY UPON ONE FORM OF ELECTRONIC SYSTEM DUE TO THE RISK OF SYSTEM FAILURE. TO AVOID DAMAGE, INJURY, OR DEATH, THE USER OR APPLICATION DESIGNER MUST TAKE REASONABLY PRUDENT STEPS TO PROTECT AGAINST SYSTEM FAILURES, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO BACK-UP OR SHUT DOWN MECHANISMS. BECAUSE EACH END-USER SYSTEM IS CUSTOMIZED AND DIFFERS FROM NATIONAL INSTRUMENTS' TESTING PLATFORMS AND BECAUSE A USER OR APPLICATION DESIGNER MAY USE NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS IN COMBINATION WITH OTHER PRODUCTS IN A MANNER NOT EVALUATED OR CONTEMPLATED BY NATIONAL INSTRUMENTS, THE USER OR APPLICATION DESIGNER IS ULTIMATELY RESPONSIBLE FOR VERIFYING AND VALIDATING THE SUITABILITY OF NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS WHENEVER NATIONAL INSTRUMENTS PRODUCTS ARE INCORPORATED IN A SYSTEM OR APPLICATION, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, THE APPROPRIATE DESIGN, PROCESS AND SAFETY LEVEL OF SUCH SYSTEM OR APPLICATION.

Contents

Chapter 1

Introduction to NI Circuit Design Suite

NI Circuit Design Suite Product Line	1-1
The Tutorials	1-1

Chapter 2

Multisim Tutorial

Introduction to the Multisim Interface	2-1
Multisim User Interface	2-2
Overview	2-3
Schematic Capture	2-4
Creating the File	2-4
Placing the Components	2-5
Component Locations	2-8
Wiring the Design	2-9
Simulation	2-11
Virtual Instrumentation	2-11
Analysis	2-13
The Grapher	2-13
The Postprocessor	2-14
Reports	2-14
Bill of Materials	2-14

Chapter 3

Ultiboard Tutorial

Introduction to the Ultiboard Interface	3-1
Ultiboard User Interface	3-2
Opening the Tutorial	3-3
Creating a Board Outline	3-4
Placing Parts	3-7
Dragging Parts from Outside the Board Outline	3-7
Dragging Parts from the Parts Tab	3-8
Placing the Tutorial Parts	3-9
Placing Parts from the Database	3-9
Moving Parts.....	3-11
Placing Traces	3-12
Placing a Manual Trace	3-13
Placing a Follow-me Trace	3-15
Placing a Connection Machine Trace	3-15
Auto Part Placement	3-16
Autorouting Traces	3-17

Contents

Preparing for Manufacturing/Assembly3-17

 Cleaning up the Board3-18

 Adding Comments3-18

 Exporting a File3-18

Viewing Designs in 3D3-18

Appendix A

Technical Support and Professional Services

Index

Introduction to NI Circuit Design Suite

Some of the described features may not be available in your edition of Circuit Design Suite.

Refer to ni.com for a list of the features available in your edition.

NI Circuit Design Suite Product Line

National Instruments Circuit Design Suite is a suite of EDA (Electronics Design Automation) tools that assists you in carrying out the major steps in the circuit design flow.

Multisim is the schematic capture and simulation program designed for schematic entry, simulation, and feeding to downstage steps, such as PCB layout. It also includes mixed analog/digital simulation capability, and microcontroller co-simulation.

Ultiboard is used to design printed circuit boards, perform certain basic mechanical CAD operations, and prepare them for manufacturing. It also provides automated parts placement and layout.

The Tutorials

This book contains the following step-by-step tutorials:

- [Multisim Tutorial](#)—Introduces you to Multisim and its many functions.
- [Ultiboard Tutorial](#)—Shows you how to place the components and traces for the design described in the Multisim Tutorial chapter. You will also learn how to autoplacement parts and then autoroute them.

For more detailed information on the features discussed in these chapters, refer to the *Multisim Help* or the *Ultiboard Help*.

Multisim Tutorial

This chapter contains a tutorial that introduces you to Multisim and its many functions.

Some of the described features may not be available in your edition of Circuit Design Suite.

Refer to ni.com for a list of the features available in your edition.

Introduction to the Multisim Interface

Multisim is the schematic capture and simulation application of National Instruments Circuit Design Suite, a suite of EDA (Electronics Design Automation) tools that helps you carry out the major steps in the circuit design flow.

Multisim is designed for schematic entry, simulation, and exporting to downstream steps, such as PCB layout.

Multisim User Interface

Multisim’s user interface includes the following elements:

The screenshot shows the Multisim software interface. At the top is the menu bar (1) with options: File, Edit, View, Place, MCU, Simulate, Transfer, Tools, Reports, Options, Window, Help. Below the menu bar is the standard toolbar (2) and the simulation toolbar (6). On the left is the Design Toolbox (3) showing a project hierarchy with Design1, Design1, Getting Started 2, and Getting Started 2. Below the Design Toolbox is the Hierarchy/Visibility/Project View tabs. The main workspace (10) displays a circuit diagram with components like VCC 5V, GND, NDR1X4, V1, R3, R2, U4 (741), C1, C2, LED1, R1, and J1. On the right is the Instruments Toolbar (9). At the bottom is the Spreadsheet View (11) with tabs for Results, Nets, Components, Copper layers, and Simulation. The Spreadsheet View contains a table with columns: RefDes, Sheet, Section, Family, Value, Tolerance, Manufacturer, Footprint, Description, Label, Coordinate X/Y, and Rotation. The table lists components C1, C2, C3, and GND. The active tab (12) is 'Getting Started 2'.

RefDes	Sheet	Section	Family	Value	Tolerance	Manufacturer	Footprint	Description	Label	Coordinate X/Y	Rotation
C1	Getting ...		CAP_ELE...	1µF		IPC-7351	Chip-C1210			B6	Rotated 90
C2	Getting ...		CAP_ELE...	10nF		IPC-7351	Chip-C1210			B7	Rotated 90
C3	Getting ...		CAP_ELE...	100µF		IPC-7351	Chip-C1210			B9	Rotated 90
GND	Getting ...		POWER...							F4	Unrotated

- Menu Bar
- Design Toolbox
- Component Toolbar
- Standard Toolbar
- View Toolbar
- Simulation Toolbar
- Main Toolbar
- In Use List
- Instruments Toolbar
- Workspace
- Spreadsheet View
- Active Tab

Refer to the table below as needed:

	Element	Description
1	Menu Bar	Contains the commands for all functions.
2	Design Toolbox	Use to navigate through the different types of files in a project (schematics, PCBs, reports), view a schematic's hierarchy and show or hide different layers.
3	Component toolbar	Contains buttons that you use to select components from the Multisim databases for placement in your schematic.
4	Standard toolbar	Contains buttons for commonly-performed functions such as Save, Print, Cut, and Paste.
5	View toolbar	Contains buttons for modifying the way the screen is displayed.
6	Simulation toolbar	Contains buttons for starting, stopping, and other simulation functions.
7	Main toolbar	Contains buttons for common Multisim functions.
8	In Use List	Contains a list of all components used in the design.
9	Instruments toolbar	Contains buttons for each instrument.
10	Workspace	This is where you build your designs.
11	Spreadsheet View	Use for fast advanced viewing and editing of parameters including component details such as footprints, RefDes, attributes and design constraints.
12	Active tab	Indicates the design you are working on. Click another tab to switch.

Overview

This tutorial leads you through the circuit design flow, from schematic capture, through simulation and analysis. After following the steps outlined on the following pages, you will have designed a circuit that samples a small analog signal, amplifies it and then counts the cycles on a simple digital counter.

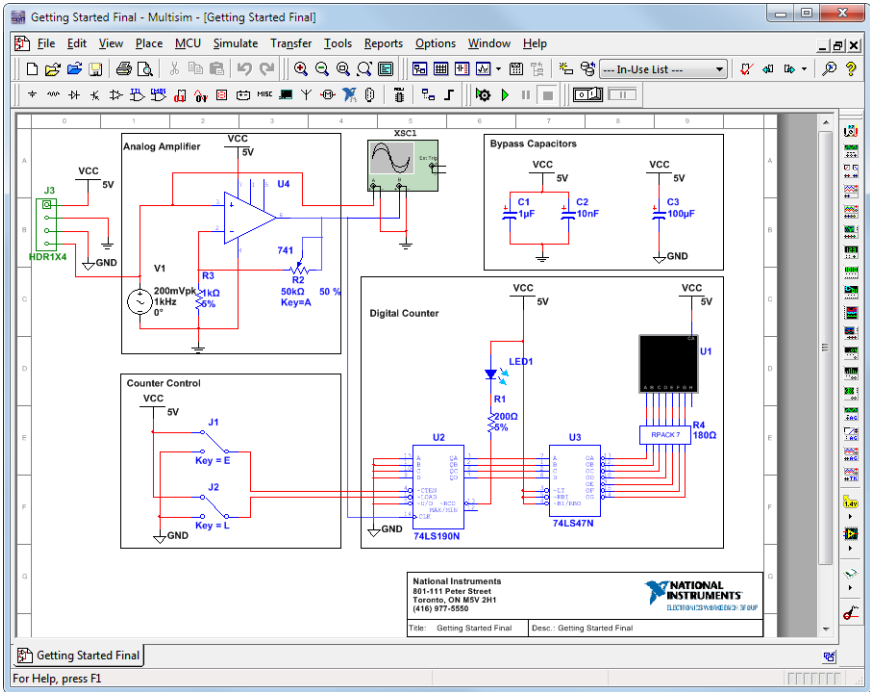
Helpful tips are indicated by an icon in the left column, as in the tip below:



Tip You can access the online help at any time by pressing F1 on your keyboard, or by clicking the **Help** button in a dialog box.

Schematic Capture

In the following sections, you will place and wire the components in the design shown below.



Creating the File

Complete the following steps to create the design file:

1. Launch Multisim.
A blank file called `Design1` opens on the workspace.
2. Select **File»Save as** to display a standard Windows Save dialog.
3. Navigate to the location where you wish to save the file, enter `MyGettingStarted` as the **File name**, and click the **Save** button.



Tip To guard against accidental loss of data, set up a timed **Auto-backup** of the file in the **Save** tab of the **Global Options** dialog box.

Placing the Components

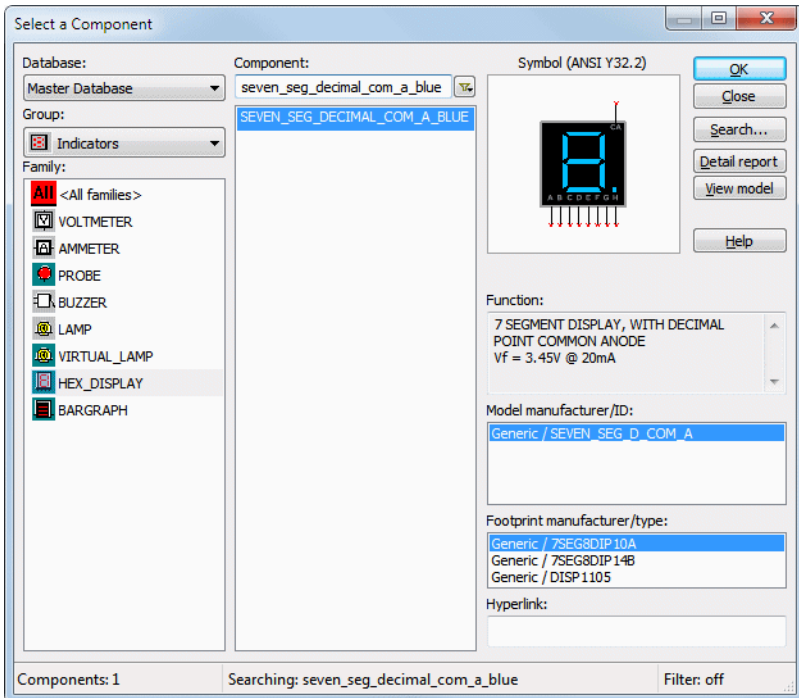
Complete the following steps to place the components on MyGettingStarted:

1. Select **Place»Component** to display the **Select a Component** dialog box.
2. Select the **Indicators** component **Group** and the **HEX_DISPLAY** component **Family**.
3. Type seven_seg_decimal_com_a_blue in the **Component** field.

As you type, the string appears in the **Searching** field at the bottom of the browser. Matches display in the **Component** list.

4. Click **OK** when the desired component displays as shown below.

The component appears as a “ghost” on the cursor.

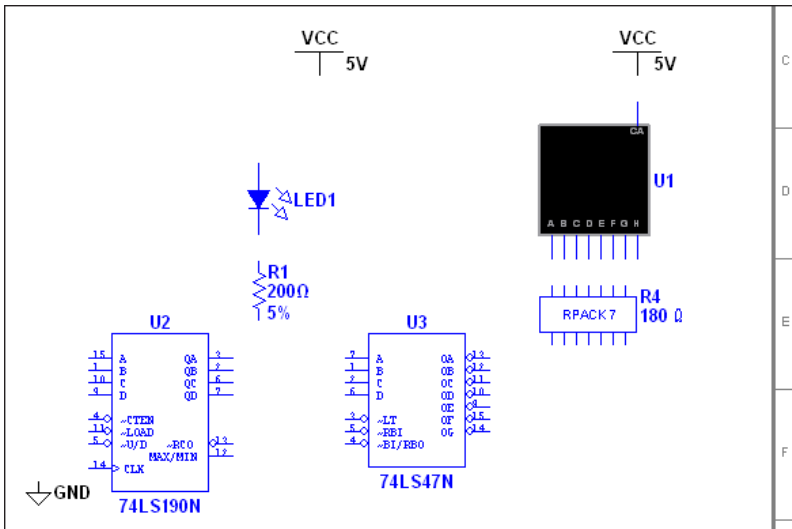


5. Move the cursor to the bottom-right of the workspace and click to place the component. Note that the Reference Designator for this component is U1.

6. Place the remaining components in the Digital Counter area as shown below.

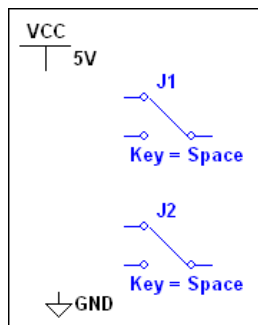


Tip The **Group** and **Family** location of each component is listed in *Component Locations*.



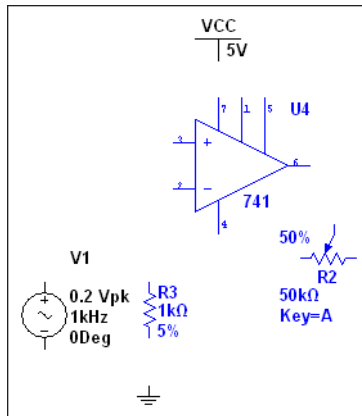
Tip While placing the 200 Ω resistor, press <Ctrl-R> to rotate it to a vertical orientation.

7. Place the components in the Counter Control section as shown below.

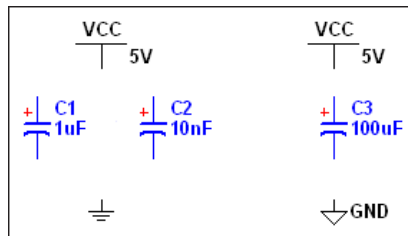


8. Right-click on each SPDT switch and select **Flip horizontally**.

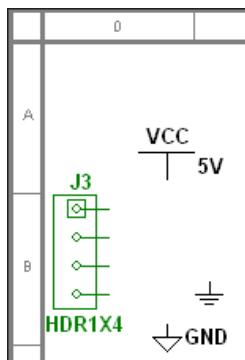
9. Place the components in the Analog Amplifier section as shown below, rotating as needed.



10. Double-click on the AC voltage source (V1), change **Voltage (Pk)** to 200 mV and click **OK** to close the dialog.
11. Place the components in the Bypass Capacitors section as shown below.



12. Place the header and associated components as shown below.



Component Locations

The following shows you where to locate all components for this design in the **Select a Component** dialog box.



Tip Reference Designators (for example, U1, U2) are assigned in the order the components are placed. If you place components in a different order than in the original design, the numbering will differ. This will not affect the operation of the design in any way.

Component	Group	Family
VCC GND - DGND GROUND	Sources	POWER_SOURCES
LED1 - LED_blue	Diodes	DIODES_VIRTUAL
U1 - 7-segment display	Indicators	HEX_DISPLAY
U2 - 74LS190N U3 - 74LS47N	TTL	74LS
R1 - 200 Ω	Basic	RESISTOR
R2 - 1 k potentiometer	Basic	POTENTIOMETER
R3 - 1 k	Basic	RESISTOR
R4 - 10Line_Bussed	Basic	RPACK
J1, J2 - SPDT	Basic	SWITCH
U4 - 741	Analog	OPAMP
V1 - AC_VOLTAGE	Sources	SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES
C1 - 1 μ F C2 - 10 nF C3 - 100 μ F	Basic	CAP_ELECTROLIT
J3 - HDR1X4	Connectors	HEADERS_TEST



Note When placing resistors, inductors, or capacitors, the **Select a Component** dialog box has slightly different fields than for other components. When placing these, you can choose any combination of the component's value (for example, the resistance value), type (for example, carbon film), and so on. If you are placing a component that will be exported to PCB layout, the combination of values that you select must be available in a commercially available component.

Wiring the Design

All components have pins that you use to wire them to other components or instruments. As soon as your cursor is over a pin, the pointer changes to a crosshair, indicating you can start wiring.



Tip You can wire the design that you placed on the workspace or you can use Getting Started 1 from the Getting Started folder (found inside the samples folder).

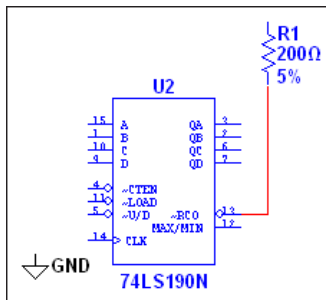
Complete the following steps to wire the design:

1. Click on a pin on a component to start the connection (your pointer turns into a crosshair) and move the mouse.

A wire appears, attached to your cursor.

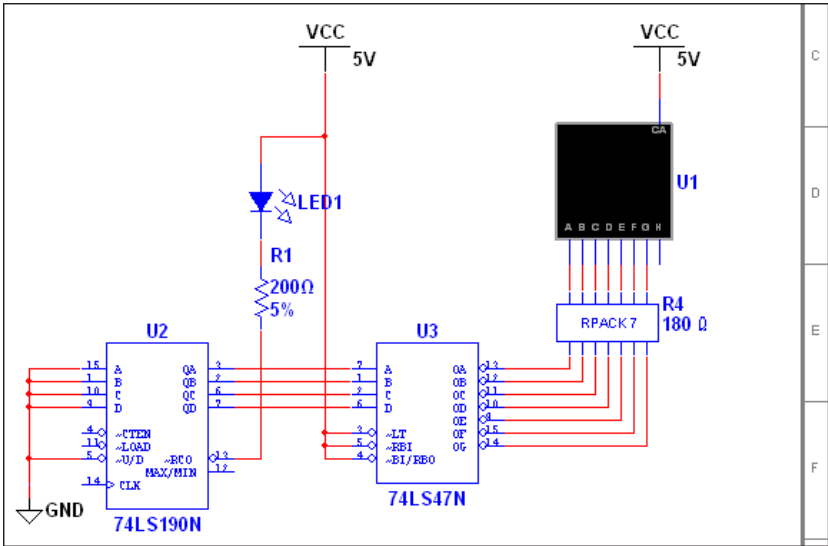
2. Click on a pin on the second component to finish the connection.

Multisim automatically places the wire, which conveniently snaps to an appropriate configuration, as shown below.



Tip You can also control the flow of the wire by clicking on points as you move the mouse. Each click “fixes” the wire to that point.

3. Finish wiring the Digital Counter section as shown below.

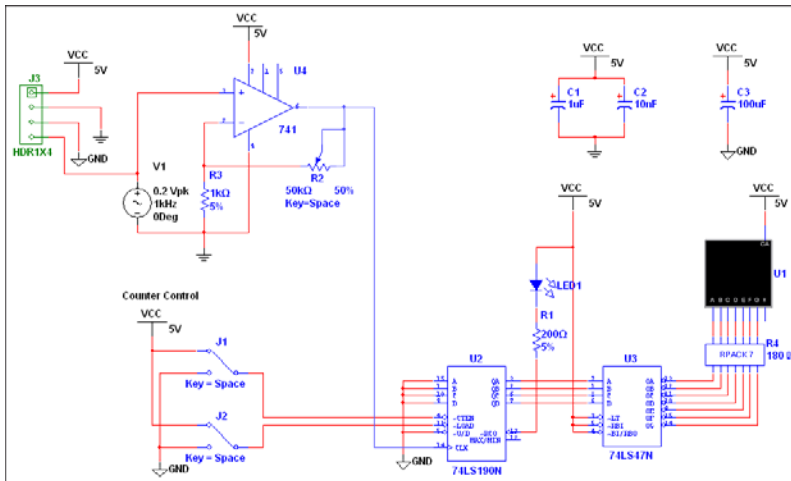


Tip Use **Bus Vector Connect** to wire multi-pinned devices like U3 and R4 together in a bus. Refer to the *Multisim Help* for details.



Tip Virtual Wiring—To avoid clutter, you can use virtual connections between the Counter Control and Digital Counter sections using on-page connectors. Refer to the *Multisim Help* for details.

4. Finish wiring the design as shown below.



Simulation

Simulating your designs with Multisim catches errors early in the design flow, saving time and money.

Virtual Instrumentation

In this section, you will simulate the design and view the results with the virtual oscilloscope.



Tip You can also use `Getting Started 2` from the `Getting Started` folder (found in the `samples` folder).

1. Set up the interactive keys for J1, J2 and R2:
 - a. Double-click on each and select the **Value** tab.
 - b. Select “E” for J1 and “L” for J2 in the **Key for toggle** field.
 - c. Select “A” in the **Key** field for R2.



Note J1, J2 and R2 are interactive components.

2. Press <E> to enable the counter.

$$Or$$

Click on the widened switch arm that appears when you hover the cursor over J1.

Enable is Active Low.

3. Select **Simulate»Instruments»Oscilloscope** to place the oscilloscope on the workspace.

4. Wire the instrument as shown in step 7.



Tip To differentiate between traces on the oscilloscope, right-click on the wire connected to the scope's **B** input and select **Segment color** from the context menu that displays. Select a color that differs from the wire connected to the **A** input, for example blue. (Changing wire color or performing other editing functions cannot be done while simulation is running).

5. Double-click on the oscilloscope icon to show its instrument face.

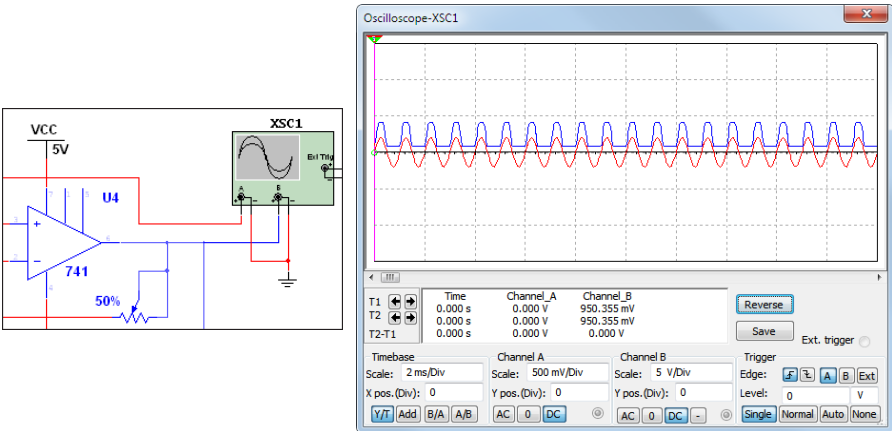
6. Select **Simulate»Run**.



The output of the op-amp appears on the scope.

7. Adjust the **Timebase** to 2 ms/Div and Channel A's **Scale** to 500 mV/Div.

The following displays on the oscilloscope:



As the design simulates, the 7-segment display counts up and the LED flashes at the end of each count cycle.

8. Do the following:
 - a. Press <E> while the simulation is running to enable or disable the counter. Enable is Active Low.
 - b. Press <L> to load zeros into the counter. Load is Active Low.
 - c. Press <Shift-A> to observe the effect of decreasing the potentiometer's setting. Repeat, pressing <A> to increase.



Tip Instead of pressing the above-mentioned keys, you can directly manipulate the interactive components on the schematic with your mouse.

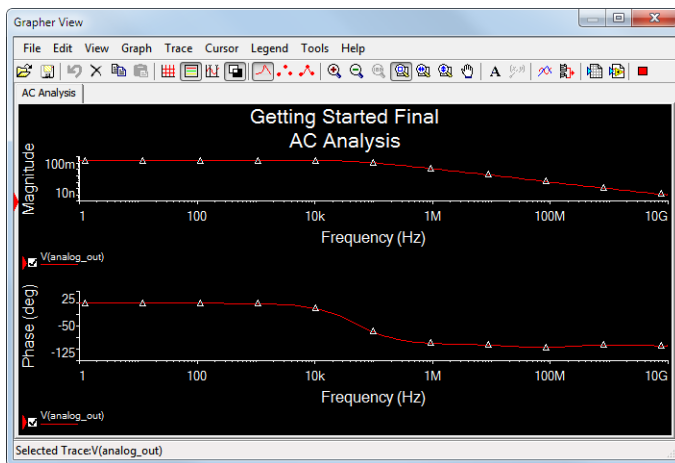
Analysis

In this section, you will use **AC Analysis** to verify the frequency response of the amplifier.

Complete the following steps to perform an **AC Analysis** at the output of the op-amp:

1. Double-click on the wire that is attached to pin 6 of the op-amp.
The **Net Properties** dialog box displays.
2. Change the **Preferred net name** to `analog_out`.
3. Select **Simulate»Analyses»AC analysis»Output** tab.
4. Highlight `V(analog_out)` in the **Variables in circuit** (left) column and click **Add**.
`V(analog_out)` moves to the **Selected variables for analysis** (right) column.
This indicates that the voltage at node `V(analog_out)` will be displayed after simulation.
5. Click **Simulate**.

The results of the analysis appear in the **Grapher**.

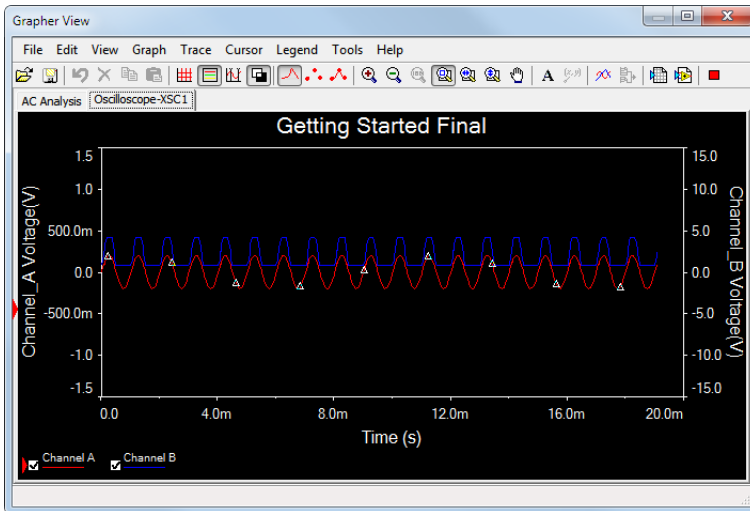


The Grapher

The **Grapher** is a multi-purpose display tool that lets you view, adjust, save and export graphs and charts. It is used to display the results of all Multisim analyses in graphs and charts, and graphs of traces for some instruments (for example, the oscilloscope).

Complete the following steps to view results of a simulation on the **Grapher**:

1. Run the simulation with the oscilloscope as described earlier.
2. Select **View»Grapher**.



The Postprocessor

Use the **Postprocessor** to manipulate the output from analyses and plot the results on a graph or chart. Types of mathematical operations that can be performed on analysis results include arithmetic, trigonometric, exponential, logarithmic, complex, vector and logic.

Reports

You can generate a number of reports in Multisim: **Bill of Materials (BOM)**, **Component Detail Report**, **Netlist Report**, **Schematic Statistics**, **Spare Gates** and the **Cross Reference Report**.

The following section uses the **BOM** as an example for the tutorial design.

Bill of Materials

A bill of materials lists the components used in a design, providing a summary of the components needed to manufacture the circuit board.

Information provided for each component includes:

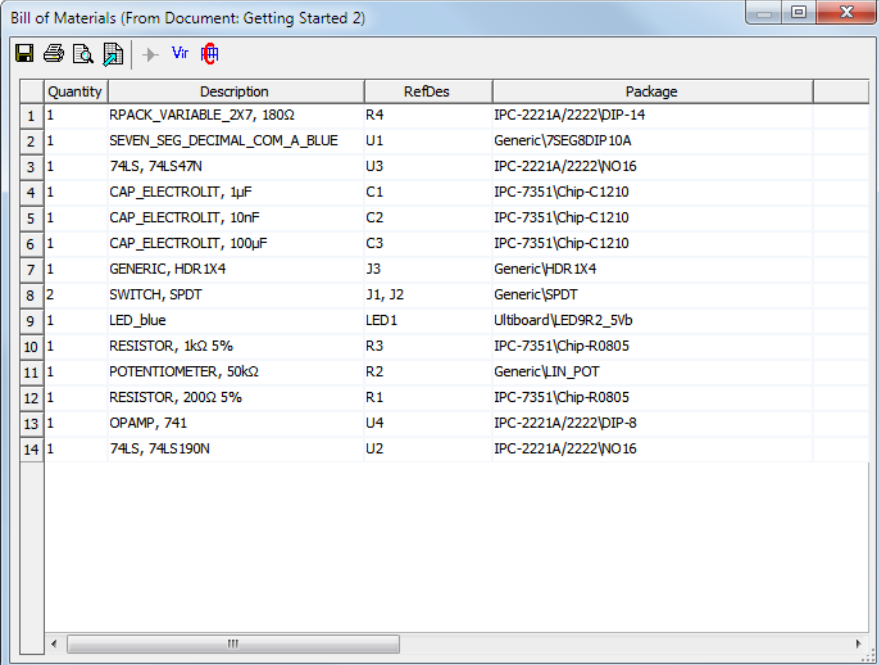
- quantity required.
- description, including the type of component (example: resistor) and value (example: 5.1 k Ω).
- Reference Designator.
- package or footprint name.

Complete the following steps to create a BOM (bill of materials) for your design:

1. Select **Reports»Bill of Materials**.

The report appears, similar to this:

Bill of Materials (From Document: Getting Started 2)



	Quantity	Description	RefDes	Package
1	1	RPACK_VARIABLE_2X7, 180Ω	R4	IPC-2221A/2222/DIP-14
2	1	SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_A_BLUE	U1	Generic\7SEG8DIP 10A
3	1	74LS, 74LS47N	U3	IPC-2221A/2222/WO 16
4	1	CAP_ELECTROLIT, 1μF	C1	IPC-7351/Chip-C1210
5	1	CAP_ELECTROLIT, 10nF	C2	IPC-7351/Chip-C1210
6	1	CAP_ELECTROLIT, 100μF	C3	IPC-7351/Chip-C1210
7	1	GENERIC, HDR 1X4	J3	Generic\HDR 1X4
8	2	SWITCH, SPDT	J1, J2	Generic\SPDT
9	1	LED_blue	LED1	Ultiboard\LED9R2_5Vb
10	1	RESISTOR, 1kΩ 5%	R3	IPC-7351/Chip-R0805
11	1	POTENTIOMETER, 50kΩ	R2	Generic\LIN_POT
12	1	RESISTOR, 200Ω 5%	R1	IPC-7351/Chip-R0805
13	1	OPAMP, 741	U4	IPC-2221A/2222/DIP-8
14	1	74LS, 74LS190N	U2	IPC-2221A/2222/WO 16

Click the **Send to printer** button to print the Bill of Materials. A standard **Print** dialog box appears, where you choose the printer, number of copies, and so on.



Click the **Save to text file** button to save the Bill of Materials. A standard Windows file save dialog box appears, where you specify the path and file name.



Because the Bill of Materials is primarily intended to assist in procurement and manufacturing, it includes only “real” components—it excludes components that are not real or available for purchase, such as sources or virtual components. Components without assigned footprints do not appear in the Bill of Materials.

To see a list of components in your design that are not “real” components, click the **Show virtual components** button. A separate view appears, showing these components only.



Refer to the *Multisim Help* for detailed information on this and other reports.

Ultiboard Tutorial

The tutorial in this chapter places the parts and traces for the circuit described in the Multisim Tutorial chapter.

Some of the described features may not be available in your edition of Ultiboard.

Refer to ni.com for a list of the features available in your edition.

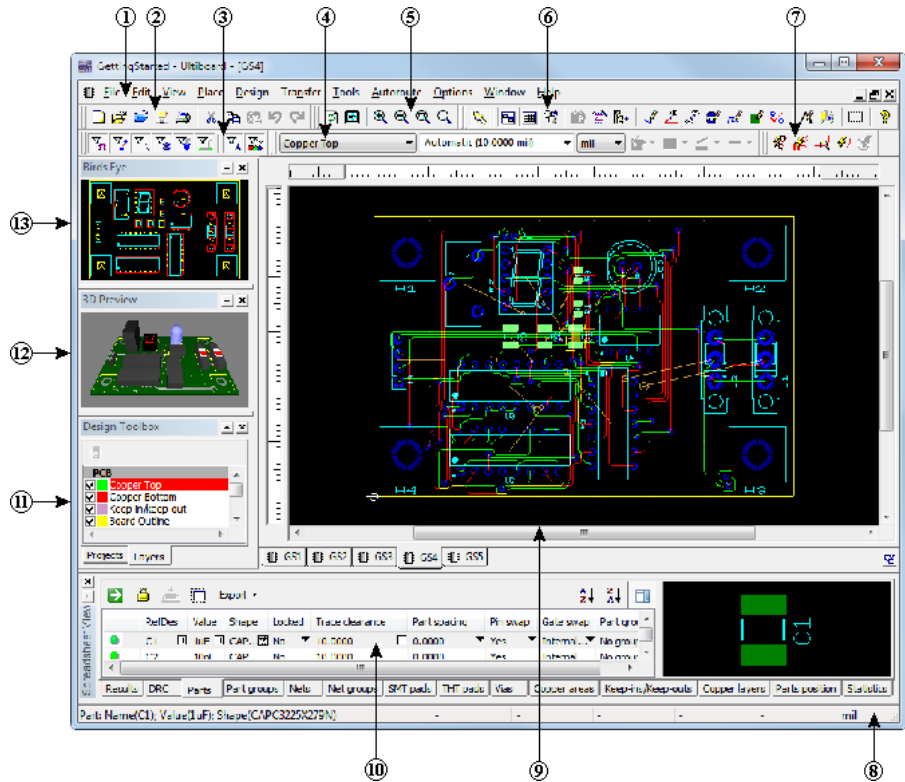
Introduction to the Ultiboard Interface

Ultiboard is the PCB layout application of National Instruments Circuit Design Suite, a suite of EDA (Electronics Design Automation) tools that assists you in carrying out the major steps in the design flow.

Ultiboard is used to lay out and route printed circuit boards, perform certain basic mechanical CAD operations, and prepare boards for manufacturing. It also provides automated parts placement and wire routing.

Ultiboard User Interface

Ultiboard’s user interface is made up of several elements.



- | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1 Menu Bar | 5 View Toolbar | 8 Status Bar | 11 Design Toolbox |
| 2 Standard Toolbar | 6 Main Toolbar | 9 Workspace | 12 3D Preview |
| 3 Select Toolbar | 7 Autoroute Toolbar | 10 Spreadsheet View | 13 Birds Eye View |
| 4 Draw Settings Toolbar | | | |

Refer to the table below as needed:

	Element	Description
1	Menu Bar	Contains the commands for all functions.
2	Standard toolbar	Contains buttons for commonly-performed functions such as Save, Print, Cut, and Paste.
3	Select toolbar	As you add more parts and traces to a board, it can become difficult to select only those which you want to use. This toolbar contains buttons used to control selections.
4	Draw Settings toolbar	This is where you select the layer, thickness and unit of measure of a line or object that is being drawn. It also contains buttons for functions that control the appearance of lines and shapes drawn on a layer.
5	View toolbar	Contains buttons for modifying the way the screen is displayed.
6	Main toolbar	Contains buttons for common board design functions.
7	Autoroute toolbar	Contains autorouting and part placement functions.
8	Status Bar	Displays useful and important information.
9	Workspace	This is where you lay out the PCB.
10	Spreadsheet View	This allows fast advanced viewing and editing of parameters including part details such as shapes, Reference Designators, attributes and design constraints.
11	Design Toolbox	Use to navigate through project files and show, hide or dim different elements of the design.
12	3D Preview	Displays a three-dimensional preview of the board.
13	Birds Eye View	Displays an “aerial view” of the design and lets you easily navigate around the workspace.

Opening the Tutorial

Complete the following steps to open the tutorial file:

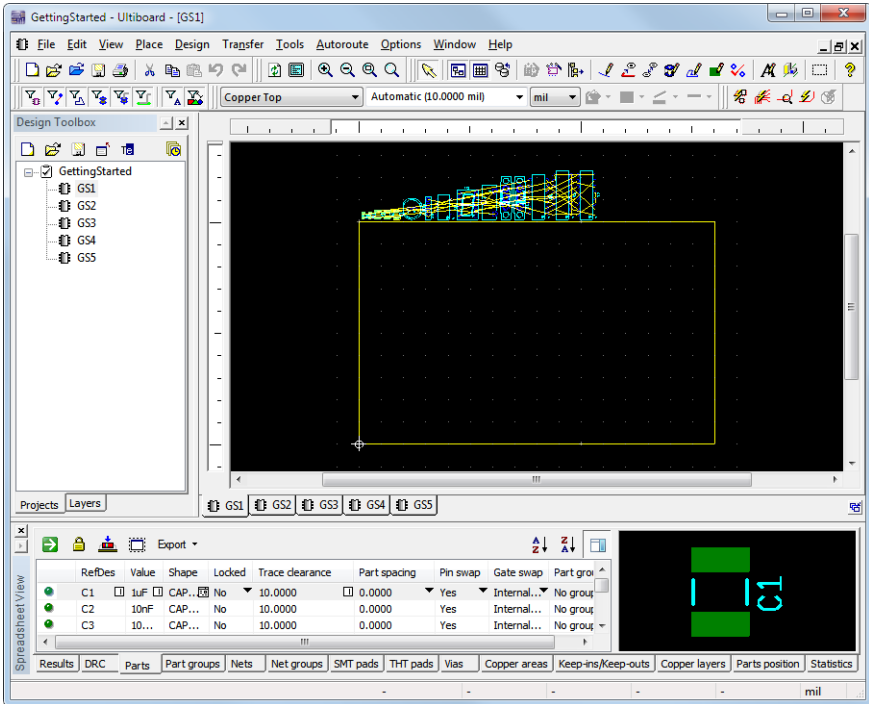
1. Launch Ultiboard, select **File»Open samples** and double-click on the `GettingStarted` folder to open it.
2. Select `GettingStarted` and click **Open**.

The project file is loaded into Ultiboard.



Tip For instructions on exporting a design from Multisim to Ultiboard, refer to the *Multisim Help* and the *Ultiboard Help*.

3. Select design GS1.



Tip To select a design from the project (for example, GS1), click on its tab, or click on its name in the **Projects** tab of the **Design Toolbox**.

Creating a Board Outline

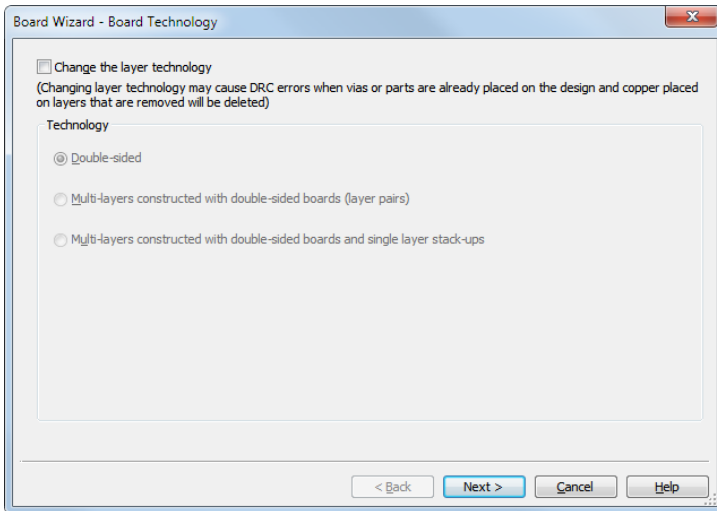
There is already a board outline, however, you can create one that is a more suitable size for the parts in this design in one of the following ways:

- Draw a board outline using the drawing tools.
- Import a DXF file.
- Use the **Board Wizard**.

Complete the following steps to experiment with the **Board Wizard**:

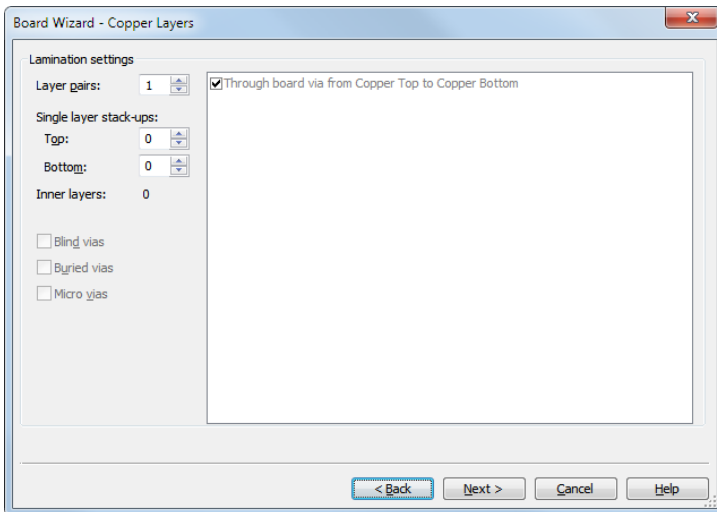
1. Double-click on **Board Outline** in the **Layers** tab to make it the active layer.
2. Click on the existing board outline in the GS1 design and press **Delete** on the keyboard.

3. Choose **Tools»Board wizard**.



4. Select **Change the layer technology** to make the **Technology** options available.
5. Choose **Multi-layers constructed with double-sided boards and single layer stack-ups**, and click **Next**.

The next dialog box (**Copper Layers**) is where you define the **Lamination settings** for the board. (For this tutorial you will not change settings).



6. Click **Next**.

In the **Board Wizard - Shape of Board** dialog box:

- Confirm that **Units** is set to **mil**.
- Confirm that the **Reference point** is set to **Bottom-left** for **Alignment**.
- Confirm that the **Rectangular** option is selected in **Board shape and size**.
- Set the **Width** to 3000 and the **Height** to 2000.
- Set the **Clearance** to 5.00000.

This is the distance from the edge of the board that is to be kept free of parts or any other elements.

7. Click **Finish**.

The board outline is placed on your design.



Note For complete details on the **Board Wizard**, refer to the *Ultiboard Help*.

Complete the following steps to move the board outline:

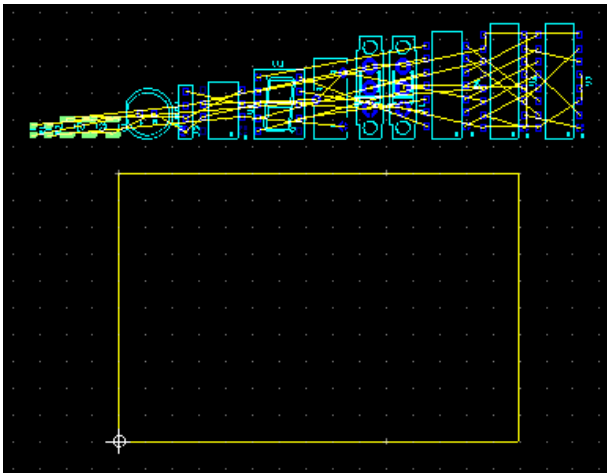
- Double-click on **Board Outline** in the **Layers** tab.
- Click anywhere on the board outline in the workspace and drag the board to a location just below the row of parts.

Complete the following steps to change the reference point:

- Select **Design»Set reference point**.

The reference point is attached to your cursor.

- Move the cursor to the lower-left corner of the board outline and click to place it.



Placing Parts

You can place parts on your GS1 design in several different ways:

- Select one or more parts from outside the board outline and drag them into place.
- Use the **Parts** tab in the **Spreadsheet View** to locate parts and place them.
- Select and place parts from the database.



Tip Use the **Place»Unplace parts** command to remove all non-locked parts from the PCB and experiment with a different placement technique.

Dragging Parts from Outside the Board Outline

By default, parts are placed outside the board outline when you open a netlist from Multisim or another schematic capture program.

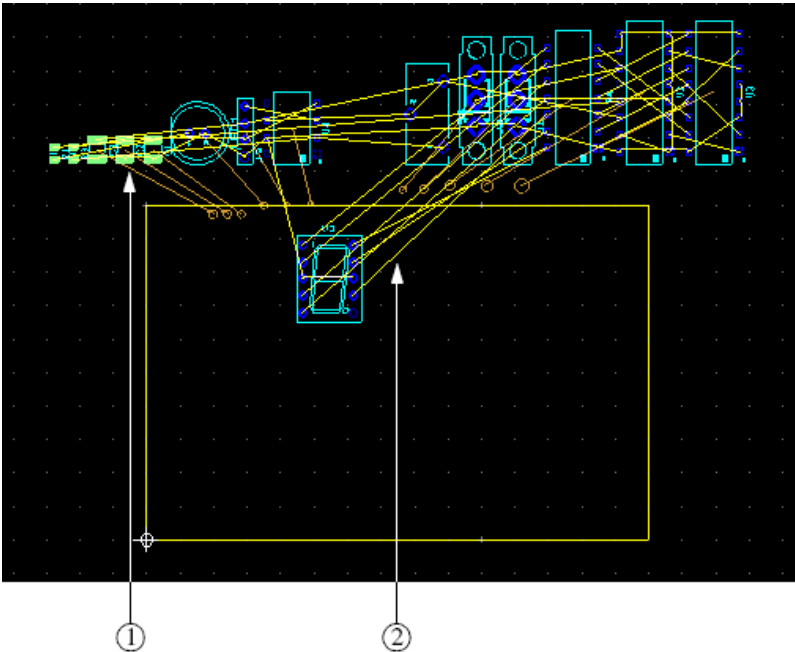
Complete the following steps to drag U1 from outside the board outline:

1. Double-click the **Copper Top** layer in the **Design Toolbox** to make it the active layer.
2. Find U1 in the collection of parts outside the board outline. To make this easier, use the mouse wheel to zoom in until you can see U1.



Tip You can also search for a part with the **Edit»Find** command. While this command works much like a Find function in other applications, it also allows you to search for a part by name, number, shape, value, or by all variables. Refer to the *Ultiboard Help* for details.

3. Click on U1 (the 7-segment display) and drag it to the location shown in the figure below.



1 Force Vector (orange line)

2 Ratsnest (yellow line)

U1 remains selected. This is an important point for Ultiboard that holds throughout the application—you need to explicitly end any particular action.

Click elsewhere on the workspace to de-select the part. Right-clicking also ends the current action.

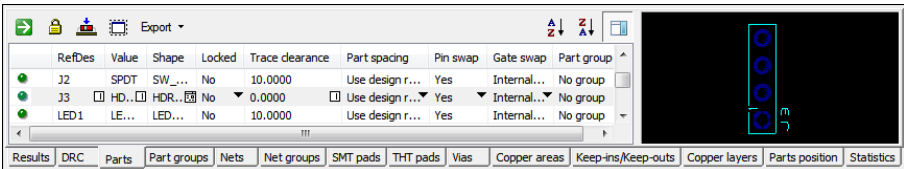
4. Go to the **Parts** tab in the **Spreadsheet View** and scroll to U1.

Notice that the green light beside the part is slightly brighter—this indicates that the part has been placed.

Dragging Parts from the Parts Tab

Complete the following steps to drag parts from the **Parts** tab:

1. In the **Parts** tab, scroll down to J3.



- Click on J3 in the table and drag it from the **Parts** tab onto the workspace.
J3 is attached to the mouse pointer.
- Drop J3 on the left edge of the board, approximately in the middle.
In the **Parts** tab J3's green light is slightly brighter, indicating that the part has been placed.

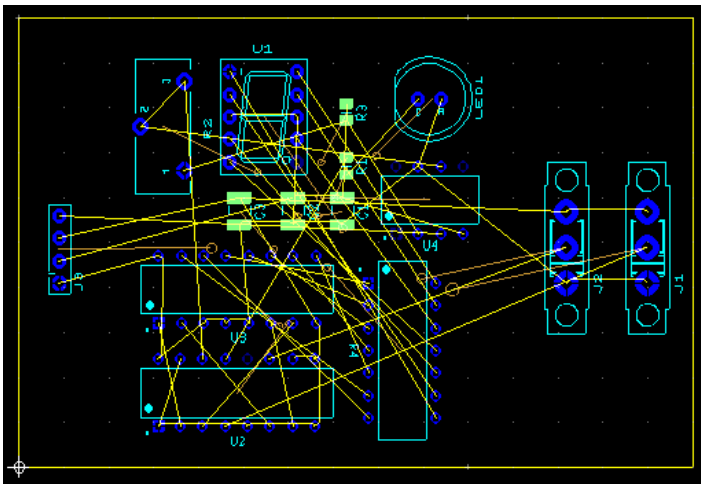
Placing the Tutorial Parts

Using any method or combination of methods, lay out the design like the illustration below.



Tip You can open the next design file in the project, **GS2**, which has already been set up this way.

The design should look like this:



Placing Parts from the Database

In addition to placing parts imported as part of your design, you can place parts directly from the database. The following uses this method to place the mounting holes.

Complete the following steps to place parts from the database:

- Choose **Place»From database**.



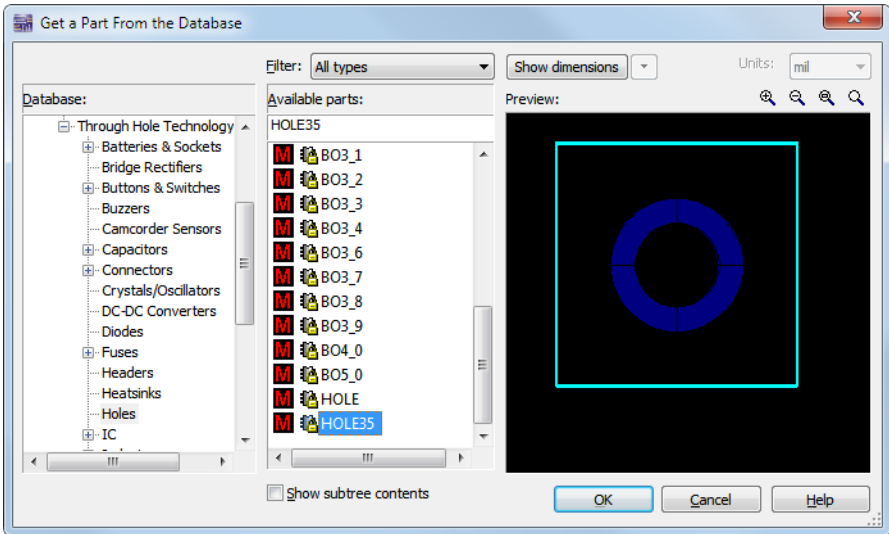
The **Get a Part From the Database** dialog box opens.

- In the **Database** panel, expand the **Ultiboard Master»Through Hole Technology Parts** category and navigate to the **Holes** category.

The parts appear in the **Available parts** panel.

3. In the **Available parts** panel, select the **HOLE35** part.

The part displays in the **Preview** panel.



4. Click **OK**.

The **Get a Part From the Database** dialog box disappears, and the **Enter Reference Designation for Part** dialog box displays.

5. Enter the **RefDes** for shape **HOLE35** (H1) and **Value** (HOLE) and click **OK**.
6. Move the pointer over the board.

The part is attached to the pointer.

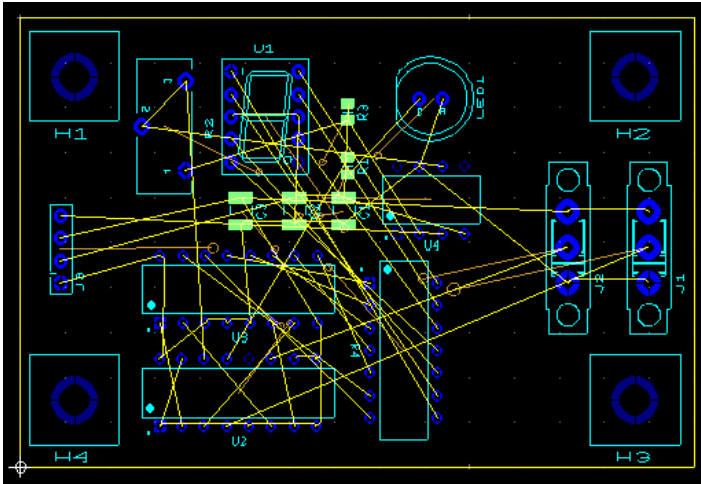
7. Move the hole to the top-left corner, and click to drop it on the board.

The **Enter Reference Designation for Part** dialog box reappears, with the **RefDes** for shape **HOLE35** automatically incremented to H2.

8. Enter the value (HOLE) and click **OK** to place the next mounting hole in the top right corner.
9. Repeat to place H3 in the bottom right corner, and H4 in the bottom left corner.

10. Click **Cancel** to stop, and click **Cancel** again.

The **Get a Part From the Database** dialog box closes.



Moving Parts

You can use the same methods for moving parts as you do for placing them.

To select a part already on the board, click on it.

To specify the X/Y coordinates to where the selected part is to move, press * on the numeric keypad.

Or, select a placed part in the **Parts** tab (indicated by a bright green light beside it) and drag it to a new location.



Tip A part's label and pads are separate elements from its shape. When selecting a part on the board, be sure to select the whole part, not just the label or pads. Use the **Selection Filters** to assist with this. Refer to the *Ultiboard Help* for more information.



Tip Once a part is selected, you can also move it around on the board by pressing the arrow keys on your keyboard.

To select a group of parts and move them together, do one of the following:

- Hold <Shift> and click on more than one part.
- Drag a box around several parts.

All the selected parts will move together when you drag the pointer.



Tip These are temporary groups—once you select another part, the group connection is lost. To make a group that remains until you remove it, you can use the **Group Editor**. Refer to the *Ultiboard Help* for details.

You can use the **Edit>Align** commands to align the edges of selected parts or to space them relative to each other.

Use the **Edit>Align** commands to align the mounting holes you just placed:

1. Select H1 and hold <Shift> to select H2.
2. Choose **Edit>Align>Align top**.
If H2 was not originally placed exactly in line with H1, you will see it move.
3. Click on an empty space on the board, then select H2 and H3.
4. Choose **Edit>Align>Align right**.
5. Continue in this manner to align the bottoms of H3 and H4, and the left sides of H1 and H4.

Placing Traces

You have the following options for placing traces:

- Manual trace.
- Follow-me trace.
- Connection machine trace.

A manual trace is placed exactly as you specify, even running through a component or trace if that is the path you set.

A follow-me trace automatically draws a valid trace between the pins you select with your mouse movements—you can move from pin to pin, leaving a valid trace.

A connection machine trace automatically joins two pins by the most efficient route, though you have the option of changing it.

As you place a trace, and before you click to fix it in place, you can always remove a segment by backing up over it.

Each time you click while placing a manual trace, or each time a follow-me trace or connection machine trace changes direction, a separate segment of that trace is created.



Tip When performing operations on traces, be sure to select either the appropriate segment or the whole trace.

Placing a Manual Trace

You can continue with the design you have been working on, or open GS3.

Be sure you are on the **Copper Top** layer before beginning—**Copper Top** must be highlighted in red in the **Layers** tab of the **Design Toolbox**.



Tip If necessary, press <F7> to show the whole design.

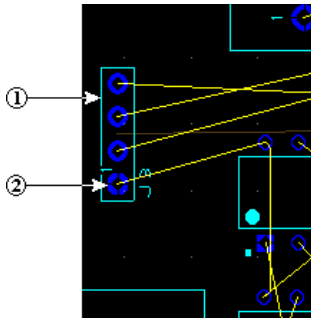
Complete the following steps to place a trace manually:

1. Choose **Place»Line**.



Tip The **Line** command creates a line on any layer. The results differ depending on the layer selected. For example, if the selected layer is silkscreen, a line is created on the silkscreen layer of the PCB. If the selected layer is a copper layer, then the “line” is actually a trace.

2. Locate J3, toward the left-hand part of the board and find the start pin shown below:



1 Part J3

2 Start Pin



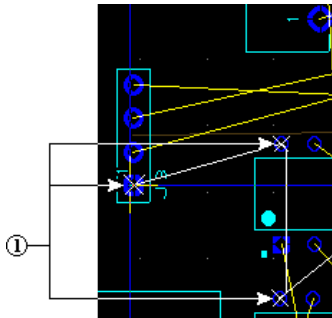
Tip You can turn off or dim the **Force Vectors** to see the nets more clearly. Do this using the **Force Vectors** checkbox and color chooser in the **Layers** tab of the **Design Toolbox**. Refer to the *Ultiboard Help* for more information about **Force Vectors**.



Tip If you have trouble locating the part, use the **Find** function of the **Parts** tab. Select the part in the **Parts** tab, then click the **Find and select the part** button. The part is shown in the workspace. If necessary, zoom in further using the mouse wheel.

3. Click on the pin specified in the above step.

Ultiboard highlights all the pins that are part of the same net as the pin you clicked on with an X. These indicate which pins to connect to match the connectivity from your schematic.

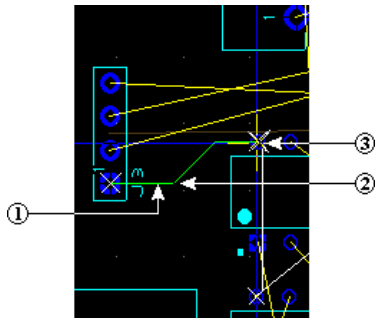


1 Pins in the Same Net

4. Move the cursor in any direction.

A green line (the trace) is attached to the selected pin. Each time you click, you anchor the trace segment, as shown in the figure below (2).

5. Click to anchor the trace and on the destination pin as shown below.



1 Trace

2 Click to anchor trace

3 Destination Pin

6. Right-click and choose **Cancel** to stop placing traces.
7. Click the **Select** button on the **Main** toolbar to exit line-placing mode.



Placing a Follow-me Trace

Complete the following steps to place a follow-me trace:

1. Choose **Place»Follow-me**.



2. Click on the top pin of J3.
3. Click on the pin indicated by the “X” on U4.

Ultiboard draws the trace for you.

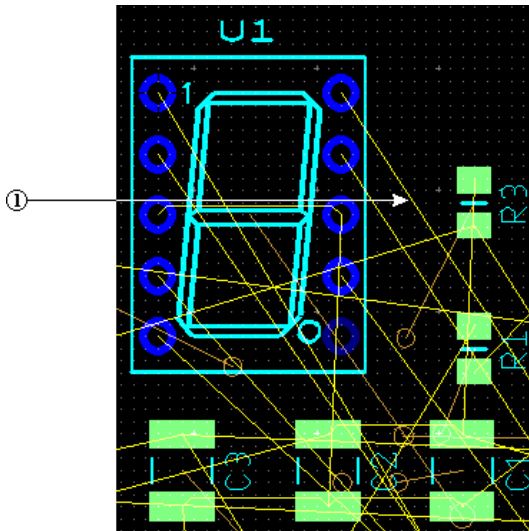
Placing a Connection Machine Trace

Complete the following steps to place a **Connection Machine** trace:

1. Choose **Place»Connection Machine**.



2. Click on the segment of the ratsnest indicated below.



-
1. Click Ratsnest
-

3. Move your cursor.
As the cursor moves, Ultiboard displays various trace placement options.

Autorouting Traces

You can place traces in Ultiboard using the methods described earlier in this chapter, or automatically route the traces as described below.

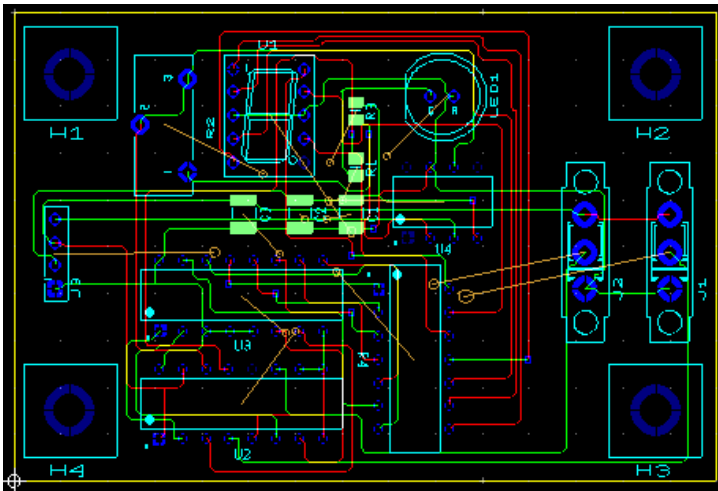
Complete the following steps to autoroute the traces in *Getting Started*:

1. Open the GS3 design in Ultiboard.
2. Select **Autoroute»Start/resume autorouter**.

The workspace switches to **Autorouter Mode** and trace autorouting begins.

As autorouting proceeds, you will see traces being placed on the board. When autorouting is complete, **Autorouter Mode** closes and you are returned to the workspace.

3. Select **Autoroute»Optimize routing** to optimize trace placement.



The autorouter can be stopped at any time and you can make manual changes as desired. When you restart the autorouter, it will continue with the changes you made. Remember to lock any traces that you have placed manually and do not wish to be moved by the autorouter.



Tip Use the **Routing Options** dialog box to modify autoplacement and autorouting options. Refer to the *Ultiboard Help* for details.

Preparing for Manufacturing/Assembly

Ultiboard can produce many different output formats to support your production and manufacturing needs. The following sections explain the functions performed to output your board for production and documentation purposes.

Cleaning up the Board

Before sending the board for manufacturing, you should clean up any open trace ends (trace segments that do not have any terminating connections in the design) and unused vias.

To delete any open trace ends, open the GS4 design and choose **Edit»Copper delete»Open trace ends**.

To delete any unused vias, select **Design»Remove unused vias**. This deletes all vias that do not have any trace segments or copper areas connected to them.

Adding Comments

Comments can be used to show engineering change orders, to facilitate collaborative work among team members, or to allow background information to be attached to a design.

You can pin a comment to the workspace, or directly to a part. When a part with an attached comment is moved, the comment also moves.

Refer to the *Ultiboard Help* for details.

Exporting a File

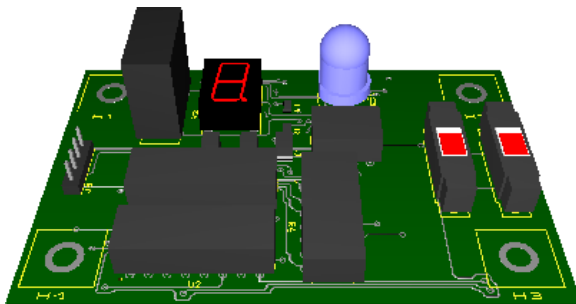
You can export a number of file types, including Gerber. An exported file contains complete information describing how a finished board is to be manufactured.

Refer to the *Ultiboard Help* for details.

Viewing Designs in 3D

You can use the **3D View** to see what the board looks like in three dimensions at any time during the design.

Refer to the *Ultiboard Help* for details.



Technical Support and Professional Services

Log in to your National Instruments ni.com User Profile to get personalized access to your services. Visit the following sections of ni.com for technical support and professional services:

- **Support**—Technical support at ni.com/support includes the following resources:
 - **Self-Help Technical Resources**—For answers and solutions, visit ni.com/support for software drivers and updates, a searchable KnowledgeBase, product manuals, step-by-step troubleshooting wizards, thousands of example programs, tutorials, application notes, instrument drivers, and so on. Registered users also receive access to the NI Discussion Forums at ni.com/forums. NI Applications Engineers make sure every question submitted online receives an answer.
 - **Standard Service Program Membership**—This program entitles members to direct access to NI Applications Engineers via phone and email for one-to-one technical support, as well as exclusive access to self-paced online training modules at ni.com/self-paced-training. All customers automatically receive a one-year membership in the Standard Service Program (SSP) with the purchase of most software products and bundles including NI Developer Suite. NI also offers flexible extended contract options that guarantee your SSP benefits are available without interruption for as long as you need them. Visit ni.com/ssp for more information.
For information about other technical support options in your area, visit ni.com/services, or contact your local office at ni.com/contact.
- **Training and Certification**—Visit ni.com/training for training and certification program information. You can also register for instructor-led, hands-on courses at locations around the world.
- **System Integration**—If you have time constraints, limited in-house technical resources, or other project challenges, National Instruments Alliance Partner members can help. To learn more, call your local NI office or visit ni.com/alliance.

You also can visit the Worldwide Offices section of ni.com/niglobal to access the branch office Web sites, which provide up-to-date contact information, support phone numbers, email addresses, and current events.

Index

Numerics

3D designs in Ultiboard, 3-18

A

analysis, 2-13

autoplacement, 3-16

autorouting, 3-17

B

bill of materials, 2-14

board clean-up, 3-18

board outline, 3-4

BOM, 2-14

C

comments, 3-18

component locations, 2-8

connection machine trace, 3-15

creating Multisim files, 2-4

D

diagnostic tools (NI resources), A-1

documentation, NI resources, A-1

dragging parts, 3-7, 3-8

drivers (NI resources), A-1

E

examples (NI resources), A-1

exporting files from Ultiboard, 3-18

F

follow-me trace, 3-15

G

grapher, 2-13

H

help, technical support, A-1

I

instrument drivers (NI resources), A-1

interface elements, 3-1, 3-2

interface, elements, 2-1, 2-2

K

KnowledgeBase, A-1

M

manual trace, 3-13

manufacturing/assembly, 3-17

moving parts in Ultiboard, 3-11

Multisim tutorial overview, 2-3

N

National Instruments support and services, A-1

NI support and services, A-1

O

opening Multisim files, 2-4

opening Ultiboard tutorial, 3-3

P

placing components in Multisim, 2-5

placing parts in Ultiboard, 3-7, 3-9

placing traces in Ultiboard, 3-12

placing Ultiboard dB parts, 3-9

postprocessor, 2-14

products, 1-1

programming examples (NI resources), A-1

R

reports, 2-14

S

saving Multisim files, 2-4

schematic capture, 2-4

simulation, 2-11

software (NI resources), A-1

support, technical, A-1

T

- technical support, A-1
- training and certification (NI resources), A-1
- troubleshooting (NI resources), A-1
- tutorial descriptions, 1-1

U

- user interface, elements, 2-1, 2-2

V

- virtual instruments, 2-11

W

- Web resources, A-1
- wiring components in Multisim, 2-9

NI Circuit Design Suite

Erste Schritte mit der NI Circuit Design Suite

Technischer Support und Produktinformation weltweit

ni.com

Internationale Niederlassungen

Die aktuelle Anschrift und Telefonnummer einer Niederlassung von National Instruments erhalten Sie über ni.com/niglobal. Auf der Website einer Niederlassung finden Sie auch Kontaktangaben für technischen Support und Informationen zu lokalen Veranstaltungen.

Firmenhauptsitz von National Instruments

11500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: +1 512 683 0100

Weitere Informationen finden Sie im Anhang unter *Technische Unterstützung und professioneller Service*. Für Kommentare und Anregungen zu unserer Dokumentation geben Sie bitte auf unserer Website ni.com/info den Infocode `feedback` ein.

© 2006–2013 National Instruments. Alle Rechte vorbehalten.

Wichtige Informationen

Garantie

National Instruments gewährleistet, dass die Datenträger, auf denen National Instruments Software übermittelt wird, während eines Zeitraums von 90 Tagen ab Lieferung, nachgewiesen durch Empfangsbestätigung oder sonstige Unterlagen, nicht aufgrund von Material- und Verarbeitungsfehlern Programmabweichungen nicht ausführen. Datenträger, die Programmabweichungen nicht ausführen, werden nach Wahl von National Instruments entweder repariert oder ersetzt, sofern National Instruments während der Garantiezeit über derartige Mängel informiert wird. National Instruments übernimmt jedoch keine Garantie dafür, dass die Software unterbrechungs- oder fehlerfrei funktioniert.

Damit Gegenstände zur Ausführung von Garantieleistungen angenommen werden, müssen Sie sich eine Warenrücksendenummer (RMA-Nummer) vom Hersteller geben lassen und diese auf der Packung deutlich sichtbar angeben. Die Kosten der Rücksendung von Ersatzteilen, die von der Garantie erfasst sind, an Sie übernimmt National Instruments.

National Instruments geht davon aus, dass die Informationen in dieser Unterlage zutreffend sind. Die Unterlage ist sorgfältig auf technische Richtigkeit überprüft worden. Für den Fall, dass dennoch technische oder Schreibfehler vorhanden sein sollten, behält sich National Instruments das Recht vor, dies in späteren Ausgaben ohne vorherige Ankündigung zu berichtigen. Bitte wenden Sie sich an National Instruments, falls Sie einen Fehler vermuten. National Instruments haftet in keinem Fall für Schäden, die sich aus oder im Zusammenhang mit dieser Unterlage oder den darin enthaltenen Informationen ergeben.

NEBEN DER HIER BESCHRIEBENEN GARANTIE ÜBERNIMMT DIE FIRMA NATIONAL INSTRUMENTS WEDER AUSDRÜCKLICHE NOCH STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNGEN. INSBESONDERE WIRD KEINE GARANTIE FÜR MARKTGÄNGIGKEIT ODER DIE EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ÜBERNOMMEN. DIE SCHADENERSATZANSPRÜCHE FÜR SCHÄDEN, DIE DURCH VERSCHULDEN ODER FAHRLÄSSIGKEIT DER FIRMA NATIONAL INSTRUMENTS VERURSACHT WERDEN, SIND AUF DIE HÖHE DES KAUFPREISES BESCHRÄNKT, DEN DER KUNDE FÜR DAS PRODUKT BEZAHLT HAT. NATIONAL INSTRUMENTS IST NICHT HAFTBAR FÜR SCHÄDEN, DIE DURCH DEN VERLUST VON DATEN, GEWINNEN, EINBUßEN, DURCH DIE EINSCHRÄNKUNG DER VERWENDBARKEIT DER PRODUKTE ODER DURCH NEBEN- ODER FOLGESCHÄDEN ENTSTEHEN. DIES GILT AUCH DANN, WENN NATIONAL INSTRUMENTS ÜBER DIE MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN UNTERRICHTET WURDE. DIESE HAFTUNGSBEGRENZUNG GILT UNABHÄNGIG VOM RECHTSGRUND DER HAFTUNG. ANSPRÜCHE GEGENÜBER NATIONAL INSTRUMENTS MÜSSEN INNERHALB EINES JAHRES NACH SCHADENSEINTRITT GERICHTLICH GELTEND GEMACHT WERDEN. DIE FIRMA NATIONAL INSTRUMENTS HAFTET NICHT FÜR VERSÄTUNGSSCHÄDEN, DIE NICHT IN IHREM VERANTWORTUNGSBEREICH LIEGEN. DIESE GARANTIE ERSTRECKT SICH NICHT AUF SCHÄDEN, FEHLER, FUNKTIONEN ODER SERVICEMÄNGEL, DIE AUF DER NICHTBEFOLGUNG VON ANWEISUNGEN VON NATIONAL INSTRUMENTS FÜR DIE INSTALLATION, DEN BETRIEB ODER DIE WARTUNG, AUF VERÄNDERUNGEN DES PRODUKTES, MISSBRAUCH ODER FEHLGEBRAUCH DES PRODUKTES, AUF EINER UNTERBRECHUNG DER ENERGIEVERSORGUNG, FEUER, WASSERSCHÄDEN, UNFÄLLE, HANDLUNGEN DRIETER ODER ANDEREN GESCHEHNISSEN, DIE NICHT IM VERANTWORTUNGSBEREICH VON NATIONAL INSTRUMENTS LIEGEN, BERUHEN.

Copyright

Gemäß den Bestimmungen des Urheberrechts darf diese Publikation ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Firma National Instruments Corporation weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder verbreitet werden, gleich in welcher Form, ob elektronisch oder mechanisch. Das Verbot erfasst u. a. das Fotokopieren, das Aufzeichnen, das Speichern von Informationen in Informationsgewinnungssystemen sowie das Anfertigen von Übersetzungen gleich welcher Art.

National Instruments achtet das geistige Eigentum anderer und fordert seine Nutzer auf, dies ebenso zu tun. Die Software von National Instruments ist urheberrechtlich und durch andere Rechtsvorschriften zum Schutz geistigen Eigentums geschützt. Wenn Sie Software von National Instruments nutzen, um Software oder andere Materialien, die im Eigentum Dritter stehen, zu vervielfältigen, dürfen Sie Software von National Instruments nur insoweit nutzen, als Sie die betreffenden Materialien nach den jeweils anwendbaren Lizenzbestimmungen oder Rechtsvorschriften vervielfältigen dürfen.

Lizenzverträge von National Instruments und Rechtshinweise von Drittanbietern

Lizenzverträge (EULAs) von National Instruments und Rechtshinweise von Drittanbietern werden sich in folgenden Verzeichnissen:

- Rechtshinweise: <National Instruments>_Legal Information and <National Instruments>
- EULAs: <National Instruments>\Shared\MDF\Legal\license
- Informationen zum Hinzufügen von Rechtshinweisen zu Installationsprogrammen, die mithilfe von NI-Produkten erzeugt werden: <National Instruments>_Legal Information.txt

Marken

Weitere Informationen zu Marken von National Instruments finden Sie in den *NI Trademarks and Logo Guidelines* auf ni.com/trademarks.

ARM, Keil, and μ Vision are trademarks or registered of ARM Ltd or its subsidiaries.

LEGO, the LEGO logo, WEDO, and MINDSTORMS are trademarks of the LEGO Group. ©2013 The LEGO Group.

TETRIX by Pitsco is a trademark of Pitsco, Inc. ©2013

FIELDBUS FOUNDATION™ and FOUNDATION™ are trademarks of the Fieldbus Foundation.

EtherCAT® is a registered trademark of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

CANopen® is a registered Community Trademark of CAN in Automation e.V.

DeviceNet™ and EtherNet/IP™ are trademarks of ODVA.

Go!, SensorDAQ, and Vernier are registered trademarks of Vernier Software & Technology. Vernier Software & Technology and vernier.com are trademarks or trade dress.

Xilinx is the registered trademark of Xilinx, Inc.

Taplite and Trilobular are registered trademarks of Research Engineering & Manufacturing Inc.

FireWire® is the registered trademark of Apple Inc.

Linux® is the registered trademark of Linus Torvalds in the U.S. and other countries.

Handle Graphics®, MATLAB®, Real-Time Workshop®, Simulink®, Stateflow®, and xPC TargetBox® are registered trademarks, and TargetBox™ and Target Language Compiler™ are trademarks of The MathWorks, Inc.

Tektronix®, Tek, and Tektronix, Enabling Technology are registered trademarks of Tektronix, Inc.

The Bluetooth® word mark is a registered trademark owned by the Bluetooth SIG, Inc.

The ExpressCard™ word mark and logos are owned by PCMCIA and any use of such marks by National Instruments is under license.

The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation in the United States and other countries.

Sonstige hierin erwähnte Produkt- und Firmenbezeichnungen sind Marken oder Handelsnamen der jeweiligen Unternehmen.

Patente

Nähere Informationen über den Patentschutz von Produkten/Technologien von National Instruments finden Sie unter **Hilfe»Patente** in Ihrer Software, in der Datei `patents.txt` auf Ihrem Datenträger oder unter *National Instruments Patent Notice* auf der Website ni.com/patents.

Einhaltung der Ausfuhrbestimmungen

Informationen zu den von National Instruments eingehaltenen internationalen Handelsbestimmungen sowie zu Bezugsquellen für relevante HTS-Codes, ECCNs und andere Import-/Export-Kenndaten finden Sie auf ni.com/legal/export-compliance unter der Überschrift *Export Compliance Information*.

WARNUNG ZUR NUTZUNG VON NATIONAL INSTRUMENTS PRODUKTEN

(1) DIE SOFTWAREPRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS WURDEN NICHT MIT KOMPONENTEN UND TESTS FÜR EIN SICHERHEITSNIVEAU ENTWICKELT, DAS FÜR EINE VERWENDUNG BEI ODER IN ZUSAMMENHANG MIT CHIRURGISCHEN IMPLANTATEN ODER ALS KRITISCHE KOMPONENTEN VON LEBENSERHALTENDEN SYSTEMEN GEEIGNET IST, DEREN FEHLFUNKTION BEI VERNÜNFTIGER BETRACHTUNGSWEISE ZU ERHEBLICHEN VERLETZUNGEN VON MENSCHEN FÜHREN KANN.

(2) BEI JEDER ANWENDUNG, EINSCHLIESSLICH DER OBEN GENANNTEN, KANN DIE ZUVERLÄSSIGKEIT DER FUNKTION DER SOFTWAREPRODUKTE DURCH ENTGEGENWIRKENDE FAKTOREN, EINSCHLIESSLICH Z.B. SPANNUNGSUNTERSCHIEDEN BEI DER STROMVERSORGUNG, FEHLFUNKTIONEN DER COMPUTER-HARDWARE, FEHLENDER EIGNUNG DER SOFTWARE FÜR DAS COMPUTER-BETRIEBSSYSTEM, FEHLENDER EIGNUNG VON ÜBERSETZUNGS- UND ENTWICKLUNGS SOFTWARE, DIE ZUR ENTWICKLUNG EINER ANWENDUNG EINGESETZT WERDEN, INSTALLATIONSFEHLERN, PROBLEMEN BEI DER SOFTWARE- UND HARDWAREKOMPATIBILITÄT, FUNKTIONSFÜHRUNGSSTÖRUNGEN ODER AUSFALL DER ELEKTRONISCHEN ÜBERWACHUNGS- ODER KONTROLLGERÄTE, VORÜBERGEHENDEN FEHLERN DER ELEKTRONISCHEN SYSTEME (HARDWARE UND/ODER SOFTWARE), UNVORHERGESEHENEN EINSATZES ODER MISSBRAUCHS ODER FEHLERN DES ANWENDERS ODER DES ANWENDUNGSENTWICKLERS (ENTGEGENWIRKENDE FAKTOREN WIE DIESE WERDEN NACHSTEHEND ZUSAMMENFASSEND "SYSTEMFEHLER" GENANNT) BEEINTRÄCHTIGT WERDEN. JEDE ANWENDUNG, BEI DER EIN SYSTEMFEHLER EIN RISIKO FÜR SACHWERTE ODER PERSONEN DARSTELLT (EINSCHLIESSLICH DER GEFAHR KÖRPERLICHER SCHÄDEN UND TOD), SOLLTE AUFGRUND DER GEFAHR VON SYSTEMFEHLERN NICHT LEDIGLICH AUF EINE FORM VON ELEKTRONISCHEM SYSTEM GESTÜTZT WERDEN. UM SCHÄDEN UND, U.U. TÖDLICHE, VERLETZUNGEN ZU VERMEIDEN, SOLLTE DER NUTZER ODER ANWENDUNGSENTWICKLER ANGEMESSENE SICHERHEITSMASSNAHMEN ERGREIFEN, UM SYSTEMFEHLERN VORZUBEUGEN. HIERZU GEHÖREN UNTER ANDEREM SICHERUNGS- ODER ABSCHALTMECHANISMEN. DA JEDES ENDNUTZERSYSTEM DEN KUNDENBEDÜRFNISSEN ANGEPAßT IST UND SICH VON DEM TESTUMFELD UNTERSCHIEDET, UND DA EIN NUTZER ODER ANWENDUNGSENTWICKLER SOFTWAREPRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS IN VERBINDUNG MIT ANDEREN PRODUKTEN IN EINER VON NATIONAL INSTRUMENTS NICHT GETESTETEN ODER VORHERGESEHENEN FORM EINSETZEN KANN, TRÄGT DER NUTZER BZW. DER ANWENDUNGSENTWICKLER DIE LETZTENDLICHE VERANTWORTUNG FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG UND AUSWERTUNG DER EIGNUNG VON NATIONAL INSTRUMENTS PRODUKTEN, WENN PRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS IN EIN SYSTEM ODER EINE ANWENDUNG INTEGRIERT WERDEN. DIES ERFORBERT U.A. DIE ENTSPRECHENDE ENTWICKLUNG UND VERWENDUNG SOWIE EINHALTUNG EINER ENTSPRECHENDEN SICHERHEITSSSTUFE BEI EINEM SOLCHEN SYSTEM ODER EINER SOLCHEN ANWENDUNG.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Einführung in die NI Circuit Design Suite

NI Circuit Design Suite	1-1
Einführungen	1-1

Kapitel 2

Einführung in Multisim

Multisim-Benutzeroberfläche	2-1
Benutzeroberfläche von Multisim	2-2
Überblick	2-3
Schaltplan	2-4
Erstellen der Datei	2-4
Einfügen der Bauelemente	2-5
Auffinden von Bauelementen	2-9
Verbinden der Bauelemente	2-10
Simulation	2-12
Virtuelle Messinstrumente	2-12
Analyse	2-14
Graphanzeige	2-15
Postprozessor	2-16
Berichte	2-16
Stückliste	2-16

Kapitel 3

Einführung in Ultiboard

Ultiboard-Benutzeroberfläche	3-1
Ultiboard-Benutzeroberfläche	3-2
Öffnen der Einführung	3-4
Auswahl des Leiterplattenumrisses	3-5
Platzieren von Bauelementen	3-7
Verschieben von Bauelementen in den belegbaren Leiterplattenbereich	3-7
Ziehen von Bauelementen aus der Registerkarte “Bauelemente” in die Schaltung	3-9
Einfügen der Bauelemente dieser Einführung	3-9
Einfügen von Bauelementen aus der Datenbank	3-10
Verschieben von Bauelementen	3-12
Verlegen von Leiterbahnen	3-13
Manuelles Verlegen von Leiterbahnen	3-14
Verlegen von Follow-me-Leiterbahnen	3-16
Vollautomatisches Verlegen von Leiterbahnen	3-16
Automatische Bestückung	3-18
Automatische Leiterbahnführung	3-19

Vorbereitung für die Leiterplattenfertigung 3-20

 Aufräumen der Leiterplatte 3-20

 Hinzufügen von Kommentaren 3-20

 Exportieren von Dateien 3-20

3D-Ansicht von Schaltungen 3-21

Anhang A

Technische Unterstützung und professioneller Service

Stichwortverzeichnis

Einführung in die NI Circuit Design Suite

Einige der hier genannten Funktionen sind möglicherweise nicht in Ihrer Version der Circuit Design Suite verfügbar.

Eine Liste der Funktionen in Ihrer Edition finden Sie auf ni.com.

NI Circuit Design Suite

Die Circuit Design Suite von National Instruments ist ein EDA-Softwarepaket (Electronics Design Automation), mit dessen Hilfe Ihnen die wichtigsten Schritte zur Planung und Erstellung von Schaltungen erleichtert werden.

Multisim ist ein Programm, mit dem Sie Schaltpläne erstellen, simulieren und an den nächsten Arbeitsgang in der Leiterplattenfertigung, zum Beispiel das Leiterplattendesign, weitergeben können. Außerdem bietet das Programm Funktionen zur Simulation von gemischten analog/digitalen Schaltungen und zur Co-Simulation von Mikrocontrollern.

Ultiboard erzeugt gedruckte Schaltungen, führt einfache mechanische CAD-Operationen durch (z. B. Platzieren der Bauelemente auf den Leiterplatten) und bereitet die Leiterplatten für die Produktion vor. Außerdem bietet das Programm automatisierte Funktionen für Bestückung und Leiterplattenentwurf.

Einführungen

Dieses Dokument enthält folgende Einführungen:

- [*Einführung in Multisim*](#)—Stellt Ihnen Multisim und seine Funktionen vor.
- [*Einführung in Ultiboard*](#)—Zeigt Ihnen, wie Sie die Bauelemente und Leiterbahnen für die im Multisim-Kapitel beschriebenen Schaltungen richtig platzieren. Außerdem lernen Sie, wie die automatische Funktion zum Einfügen von Bauelementen und Verlegen von Leiterbahnen verwendet wird.

Weiterführende Informationen zu den in diesen Kapiteln beschriebenen Funktionen finden Sie in der *Multisim Help* oder der *Ultiboard Help*.

Einführung in Multisim

Im vorliegenden Kapitel erhalten Sie eine kurze Einführung in Multisim und seine Funktionen.

Einige der hier genannten Funktionen sind möglicherweise nicht in Ihrer Version der Circuit Design Suite verfügbar.

Eine Liste der Funktionen in Ihrer Edition finden Sie auf ni.com.

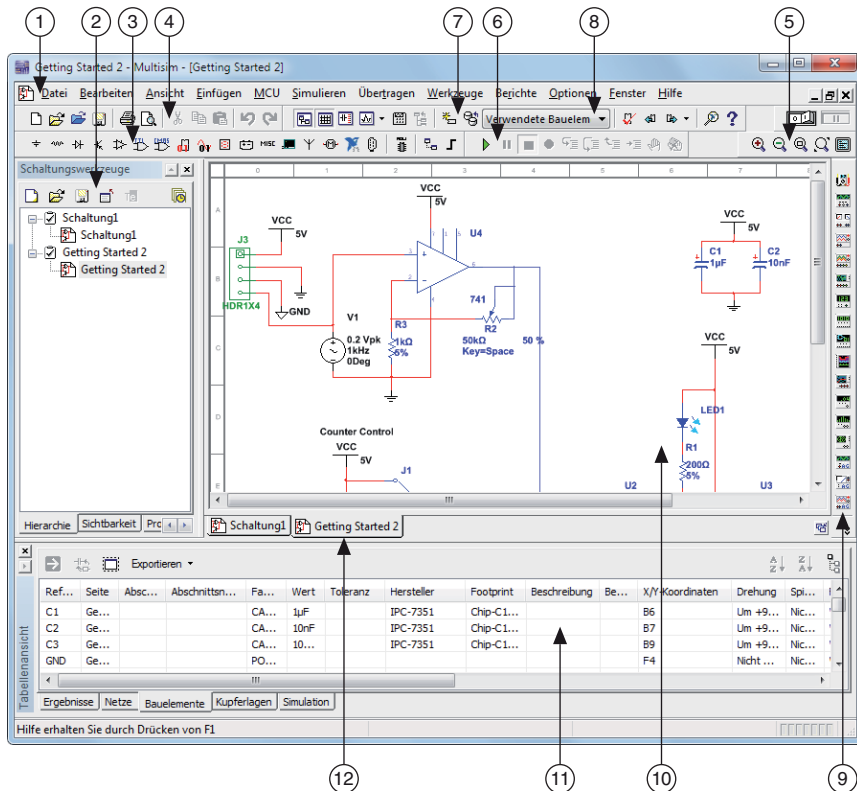
Multisim-Benutzeroberfläche

Multisim ist das Programm der NI Circuit Design Suite, mit dem Schaltpläne erstellt und simuliert werden. Die Circuit Design Suite von National Instruments ist ein Softwarepaket zur automatisierten Elektronik-Entwicklung, die Ihnen die wichtigsten Schritte in der Schaltungsentwicklung erleichtert.

In Multisim können Sie einen Schaltplan erstellen, Schaltungen simulieren und die Daten an den nächsten Arbeitsgang (z. B. Leiterplattenbestückung) exportieren.

Benutzeroberfläche von Multisim

Die Benutzeroberfläche von Multisim ist folgendermaßen aufgebaut:



- | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 1 Menüleiste | 6 Symbolleiste "Simulation" | 9 Symbolleiste "Instrumente" |
| 2 Schaltungswerkzeuge | 7 Hauptleiste | 10 Arbeitsbereich |
| 3 Symbolleiste "Baulemente" | 8 Liste verwendeter Bauelemente | 11 Tabellenansicht |
| 4 Symbolleiste "Standard" | | 12 Aktive Registerkarte |
| 5 Symbolleiste "Ansicht" | | |

Nachfolgend werden die Bestandteile im Einzelnen beschrieben:

	Element	Beschreibung
1	Menüleiste	Führt zu den Menüpunkten für die einzelnen Programmfunktionen.
2	Schaltungswerkzeuge	Ermöglicht die Suche nach verschiedenen Dateien eines Projekts (z. B. Schaltplänen, Leiterplatten-Layouts oder Berichten), das Aufrufen der Schaltplanhierarchie und die Auswahl der darzustellenden Lagen.
3	Symbolleiste Bauelemente	Ermöglicht die Auswahl der Bauelemente, die in die Schaltung eingefügt werden sollen.
4	Symbolleiste Standard	Enthält Schaltflächen für die meistgenutzten Funktionen wie Speichern, Drucken, Ausschneiden oder Einfügen.
5	Symbolleiste Ansicht	Enthält Schaltflächen zum Ändern der Darstellung der Benutzeroberfläche.
6	Symbolleiste Simulation	Enthält Schaltflächen zum Steuern von Simulationen.
7	Hauptleiste	Enthält Schaltflächen für gängige Multisim-Funktionen.
8	Liste "In Benutzung"	Enthält eine Liste aller in der Schaltung enthaltenen Bauelemente.
9	Symbolleiste Instrumente	Enthält Schaltflächen für die einzelnen Instrumente.
10	Arbeitsbereich	Enthält Ihre Schaltungen.
11	Tabellenansicht	Ermöglicht die schnelle Anzeige und Bearbeitung von Parametern und Angaben zu Bauelementen wie Platzbedarfsinformationen, Referenzbezeichnungen, Attribute und Entwurfsregeln.
12	Aktive Registerkarte	Zeigt die Schaltung an, an der Sie arbeiten. Klicken Sie auf eine andere Registerkarte, um dorthin zu wechseln.

Überblick

Dieses Dokument beleuchtet alle Aspekte der Erstellung einer technischen Schaltung vom Entwurf eines Schaltplans über die Simulation der Schaltung bis hin zur Analyse der Ergebnisse. Die Schritte beschreiben, wie Sie eine Schaltung erstellen, mit der ein analoges Kleinsignal erfasst und verstärkt wird und dessen Perioden mit einem einfachen digitalen Zähler gezählt werden.

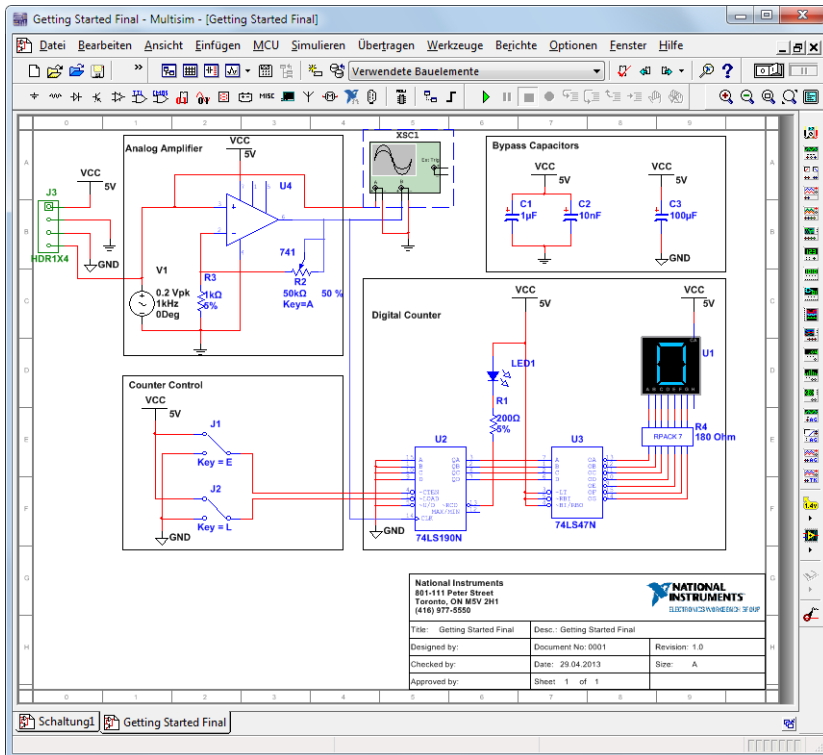
Nützliche Tipps sind links durch ein Symbol gekennzeichnet, wie z. B. im folgenden Tipp:



Tipp Sie können jederzeit die Hilfe aufrufen, indem Sie die F1-Taste drücken oder in einem Dialogfeld die Schaltfläche **Hilfe** anklicken.

Schaltplan

In den folgenden Abschnitten fügen Sie die Bauelemente für die unten abgebildete Schaltung ein und verbinden sie miteinander.



Erstellen der Datei

Gehen Sie zum Erstellen der Schaltungsdatei wie folgt vor:

1. Starten Sie Multisim.

Im Arbeitsbereich wird eine leere Datei mit dem Namen **Schaltung1** geöffnet.

2. Wählen Sie **Datei>Speichern unter**. Es öffnet sich das Windows-Dialogfeld zum Speichern von Dateien.

3. Wählen Sie einen Speicherort für die Datei aus. Geben Sie unter **Dateiname** anschließend `MyGettingStarted` ein und klicken Sie auf die Schaltfläche **Speichern**.

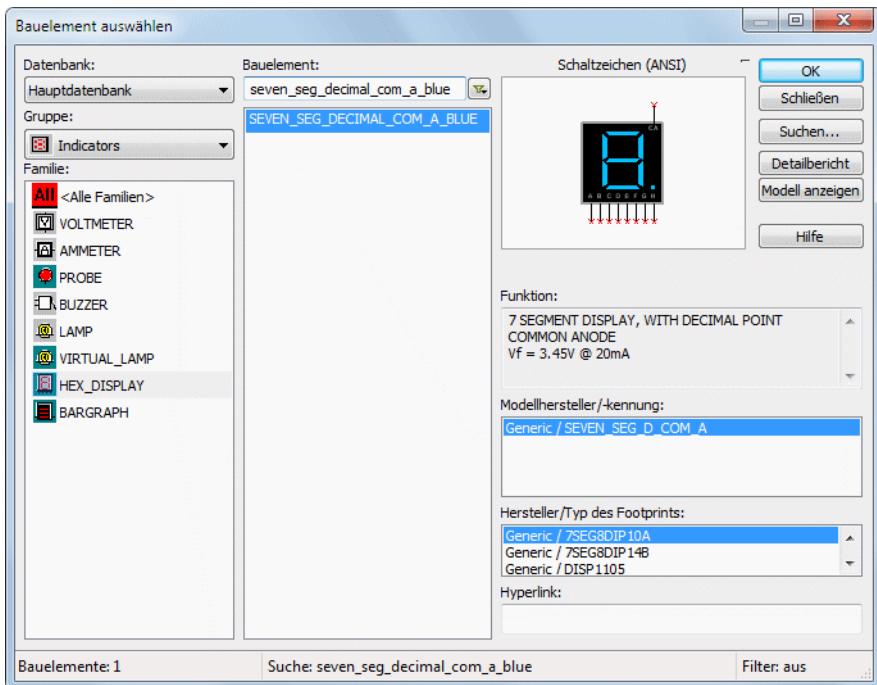


Tipp Um Datenverlust vorzubeugen, sollten regelmäßige Sicherungskopien erzeugt werden. Die entsprechende Einstellung, **Automatische Sicherung**, befindet sich auf der Registerkarte **Speichern** des Dialogfelds **Allgemeine Einstellungen**.

Einfügen der Bauelemente

Gehen Sie zum Einfügen der Bauelemente in `MyGettingStarted` wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Einfügen»Bauelement**, um zum Dialogfeld **Bauelement auswählen** zu gelangen.
2. Wählen Sie unter **Gruppe** die Kategorie **Indicators** aus und stellen Sie die **Familie** der Bauelemente auf **HEX_DISPLAY** ein.
3. Geben Sie in das **Bauelement**-Feld `seven_seg_decimal_com_a_blue` ein.
Ihre Eingabe wird im Feld **Suche** am unteren Rand des Fensters angezeigt. Übereinstimmungen werden in der **Bauelement**-Liste angezeigt.
4. Klicken Sie, wenn das gewünschte Bauelement in der Liste erscheint, auf **OK** (vgl. Abbildung).
Das Bauelement erscheint daraufhin umrisshaft unter dem Cursor.



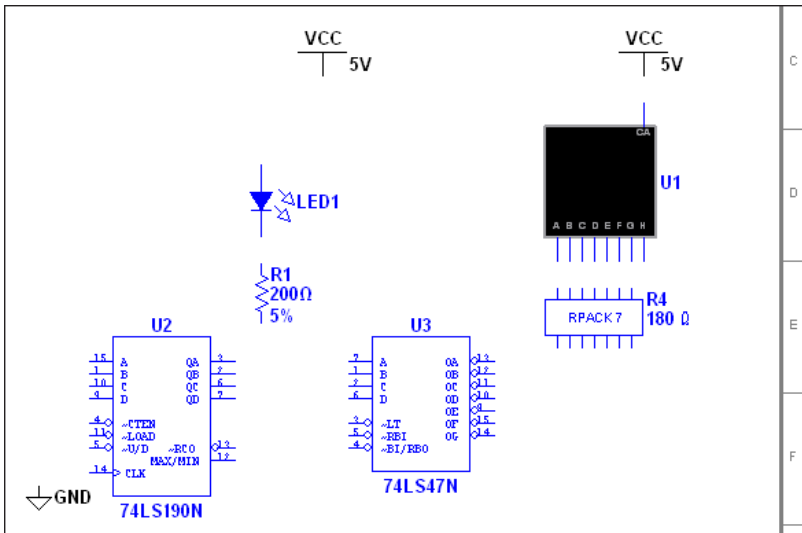
5. Bewegen Sie den Cursor in die rechte untere Ecke der Arbeitsfläche und klicken Sie, um das Bauelement einzufügen.

Die Kennung für dieses Bauelement lautet U1.

6. Fügen Sie die restlichen Bauelemente wie dargestellt in den Bereich für den Zähler ein.

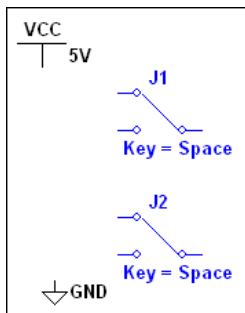


Tipp Welcher **Gruppe** und **Familie** jedes Bauelement angehört, ist unter [Auffinden von Bauelementen](#) beschrieben.



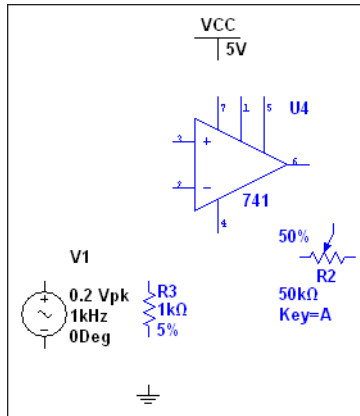
Tipp Um den 200-Ω-Widerstand senkrecht einzufügen, drücken Sie die Tastenkombination <Strg + R>.

7. Fügen Sie die Bauelemente für die Zählersteuerung wie dargestellt ein.

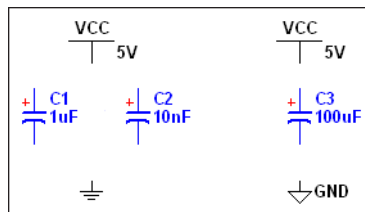


8. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf jeden SPDT-Schalter und wählen Sie **Horizontal spiegeln**.

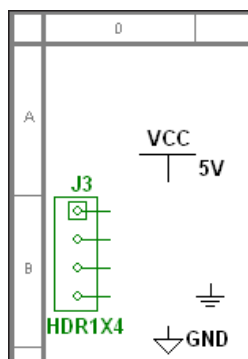
9. Fügen Sie die Bauelemente für den Analogverstärker wie dargestellt ein und drehen Sie sie bei Bedarf.



10. Klicken Sie doppelt auf die Wechselspannungsquelle (V1) und ändern Sie **Spitzenspannung (Pk)** in 200 mV und klicken Sie zum Schließen des Dialogfelds auf **OK**.
11. Fügen Sie die Bauelemente für die Überbrückungskondensatoren wie dargestellt ein.



12. Fügen Sie den Kollektor und die dazugehörigen Bauelemente ein (vgl. die Abbildung unten).



Auffinden von Bauelementen

Nachfolgend erfahren Sie, wie Sie im Dialogfeld **Bauelement auswählen** zu den einzelnen Bauelementen für diese Schaltung gelangen.



Tipp Die Nummerierung der Referenzbezeichner für die Bauelemente entspricht der Reihenfolge, in der die Bauelemente eingefügt werden (z. B. U1, U2, U3). Wenn Sie also die Bauelemente in einer anderen Reihenfolge als in der Abbildung einfügen, ändert sich die Nummerierung entsprechend. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Funktion der Schaltung.

Bauelement	Gruppe	Familie
VCC GND - DGND GROUND	Sources	POWER_SOURCES
LED1 - LED_blue	Diodes	DIODES_VIRTUAL
U1 - 7-segment display	Indicators	HEX_DISPLAY
U2 - 74LS190N U3 - 74LS47N	TTL	74LS
R1 - 200 Ω	Basic	RESISTOR
R2 - 1 k potentiometer	Basic	POTENTIOMETER
R3 - 1 k	Basic	RESISTOR
R4 - 10Line_Bussed	Basic	RPACK
J1, J2 - SPDT	Basic	SWITCH
U4 - 741	Analog	OPAMP
V1 - AC_VOLTAGE	Sources	SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES
C1 - 1 μ F C2 - 10 nF C3 - 100 μ F	Basic	CAP_ELECTROLIT
J3 - HDR1X4	Connectors	HEADERS_TEST



Hinweis Beim Einfügen von Widerständen, Spulen oder Kondensatoren enthält das Dialogfeld **Bauelement auswählen** geringfügig andere Optionen als sonst. Beim Einfügen der Bauelemente können Sie eine beliebige Kombination der Bauelementparameter wie Wert des Bauelements (z. B. Widerstandswert) oder Typ (z. B. Kohleschicht) wählen. Beim Einfügen eines Bauelements, das später in ein PCB-Layout exportiert werden soll, muss die Kombination der Werte jedoch kommerziell erhältlich sein.

Verbinden der Bauelemente

Alle Bauelemente haben Pins, über die sie mit anderen Bauelementen oder Geräten verbunden werden können. Sobald sich der Cursor über einem Pin befindet, verwandelt sich der Cursor in ein Fadenkreuz und Sie können Verbindungen herstellen.



Tipp Sie können nun entweder die Bauelemente zu einer Schaltung verbinden oder die Datei `Getting Started 1` verwenden. Diese befindet sich im Unterordner `Getting Started` des Ordners `samples`.

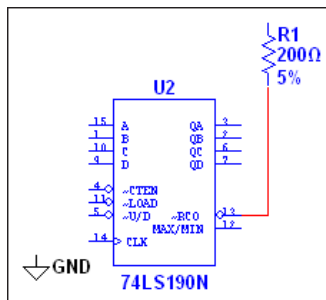
Führen Sie zum Verbinden von Bauelementen folgende Schritte aus:

1. Klicken Sie den Ausgangspunkt für die Verbindung an (der Cursor verwandelt sich daraufhin in ein Fadenkreuz) und bewegen Sie die Maus.

Daraufhin erscheint unter dem Cursor eine Linie, die eine Leiterbahn symbolisiert.

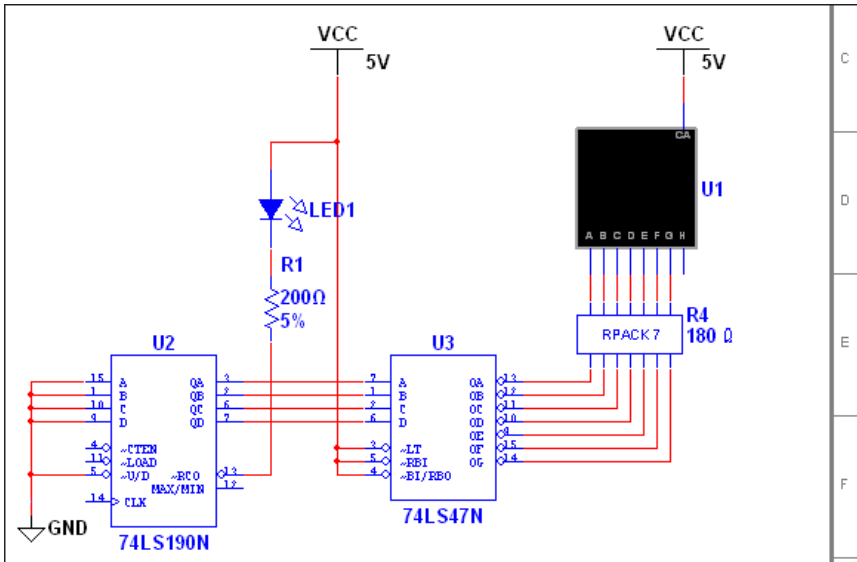
2. Klicken Sie auf den Pin des zweiten Bauelements, an dem die Verbindung enden soll.

Multisim erstellt daraufhin eine Leiterbahn und fügt diese, wie nachfolgend dargestellt, automatisch an der richtigen Stelle und in der richtigen Konfiguration ein.



Tipp Der Verlauf der Leiterbahn kann durch Mausklicks bestimmt werden. Bei jedem Klick wird die Leiterbahn an der entsprechenden Stelle fixiert.

3. Verbinden Sie die restlichen Bauelemente für den Zählerbaustein entsprechend der Darstellung.

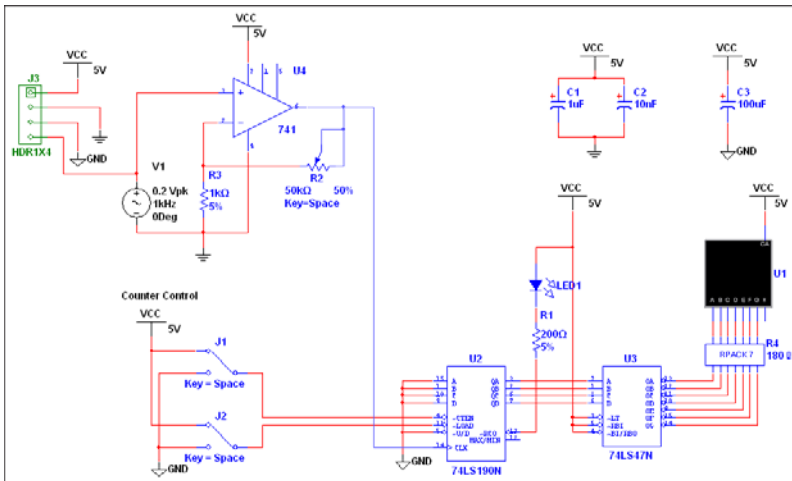


Tipp Mit Hilfe von **Busvektorverbindungen** können die Verbindungen von Bauelementen mit mehreren Pins (z. B. U3 und R4) als Busleitung geführt werden. Einzelheiten dazu entnehmen Sie bitte der *Multisim Help*.



Tipp Virtuelle Verbindungen – Damit die Verbindung nicht zu unübersichtlich wird, können Sie zwischen den Abschnitten “Counter Control” und “Digital Counter” mit Hilfe von seitenspezifischen Steckverbindern virtuelle Verbindungen herstellen. Weitere Informationen dazu finden Sie in der Programmhilfe von Multisim, *Multisim Help*.

4. Verdrahten Sie den Rest der Schaltung entsprechend der folgenden Abbildung.



Simulation

Durch Simulation einer Schaltung mit Multisim lassen sich schon früh Schaltungsfehler erkennen, wodurch Zeit und Geld gespart wird.

Virtuelle Messinstrumente

In diesem Abschnitt wird die Schaltung simuliert und das Ergebnis mit Hilfe eines virtuellen Oszilloskops angezeigt.



Tip Um Zeit zu sparen, können Sie aber auch die Datei `Getting Started 2` aus dem Ordner `Getting Started` verwenden, der sich unter `samples` befindet.

1. Legen Sie die Bedientasten für J1, J2 und R2 fest:
 - a. Klicken Sie jedes der Bauelemente doppelt an und klicken Sie auf die Registerkarte **Wert**.
 - b. Wählen Sie unter **Umschalttaste** “E” für J1 und “L” für J2.
 - c. Wählen Sie für R2 im Feld **Taste** den Buchstaben “A” aus.



Hinweis J1, J2 und R2 sind interaktive Bauelemente.

- Aktivieren Sie den Zähler durch Betätigen der <E>-Taste.

ODER

Klicken Sie auf den verbreiterten Schalterkontakt, der angezeigt wird, wenn sich der Cursor über J1 befindet.

Der Aktivierungseingang ist low-aktiv.

- Fügen Sie über **Simulieren»Instrumente»Oszilloskop** ein Oszilloskop ein.
- Verbinden Sie das Gerät wie im Schritt 7 dargestellt mit der restlichen Schaltung.



Tipp Um zwischen den Kurven auf dem Oszilloskop zu unterscheiden, klicken Sie die Leitung, die zum Eingang **B** des Geräts führt, mit der rechten Maustaste an und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Segmentfarbe** aus. Wählen Sie eine andere Farbe als die der Leitung an Eingang **A** aus, z. B. Blau (Um die Farbe oder eine andere Einstellung zu ändern, muss die Simulation gestoppt werden).

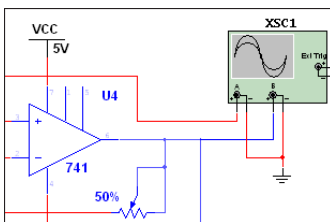
- Klicken Sie das Symbol für das Oszilloskop doppelt an, um die Vorderseite des Geräts mit der Anzeige und den Bedienknöpfen einzublenden.
- Wählen Sie **Simulieren»Start**.



Im Oszilloskop wird nun das Ausgangssignal des Operationsverstärkers angezeigt.

- Stellen Sie die **Zeitbasis** auf 2 ms/Div und die **Skalierung** von Kanal A auf 500 mV/Div ein.

Das Oszilloskop zeigt Folgendes an:



Während der Simulation der Schaltung zählt die 7-Segment-Anzeige aufwärts. Wenn der Zähler einmal durchgezählt hat, leuchtet eine LED auf.

8. Gehen Sie wie folgt vor:
 - a. Drücken Sie während der Simulation die Taste <E>, um den Zähler zu aktivieren oder zu deaktivieren. Der Aktivierungseingang ist low-aktiv.
 - b. Mit <L> wird der Zähler auf Null gestellt. Der Rückstelleingang ist ebenfalls low-aktiv.
 - c. Drücken Sie <Shift-A> und beobachten Sie, was beim Verringern des Potentiometerwerts geschieht. Drücken Sie anschließend <A>, um den Potentiometerwert zu erhöhen.



Tip Statt mit den oben genannten Tasten können Sie die Bauelemente auch mit der Maus bedienen.

Analyse

In diesem Abschnitt führen Sie an Ihrer Schaltung eine **AC-Analyse** durch, um den Frequenzgang des Verstärkers zu prüfen.

Zum Durchführen einer **AC-Analyse** am Ausgang des Operationsverstärkers gehen Sie wie folgt vor:

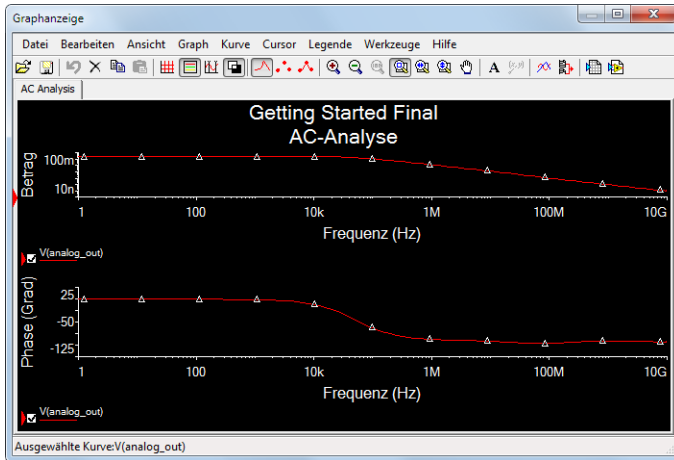
1. Klicken Sie die Verbindung an Pin 6 des Operationsverstärkers doppelt an. Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Netzeigenschaften**.
2. Stellen Sie **Bevorzugter Netiname** auf `analog_out` ein.
3. Wählen Sie **Simulieren»Analysen»AC-Analyse** und wählen Sie die Registerkarte "Ausgabe".
4. Markieren Sie `V(analog_out)` in der linken Spalte, **Variablen in Schaltung**, und klicken Sie auf **Hinzufügen**.

Der Eintrag `V(analog_out)` wird daraufhin in die rechte Spalte, **Für Analyse ausgewählte Variablen**, verschoben.

Damit wird kenntlich gemacht, dass die Spannung am Knoten `V(analog_out)` nach der Simulation angezeigt wird.

5. Klicken Sie auf **Simulieren**.

Die Ergebnisse der Analyse werden in der **Graphanzeige** angezeigt.

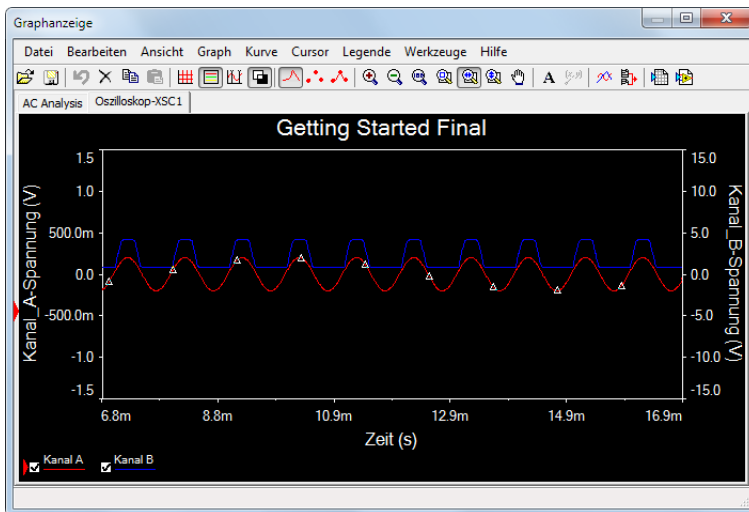


Graphanzeige

In der **Graphanzeige** können Graphen und Tabellen angezeigt, bearbeitet, gespeichert und exportiert werden. In diesem Fenster werden die Ergebnisse aller Multisim-Analysen in Graphen und Diagrammen oder Kurvengraphen dargestellt (wie bei einem Oszilloskop).

Zur Anzeige der Simulationsergebnisse in der **Graphanzeige** gehen Sie wie folgt vor:

1. Starten Sie die Simulation mit Hilfe des Oszilloskops wie zuvor beschrieben.
2. Wählen Sie **Ansicht»Graphanzeige**.



Postprozessor

Im **Postprozessor** können Sie mit Ihren Analyseergebnissen Berechnungen durchführen oder die Ergebnisse grafisch darstellen. Auf die Ergebnisse können arithmetische, trigonometrische, logarithmische, komplexe und logische Operationen sowie Exponential- und Vektorfunktionen angewandt werden.

Berichte

In Multisim können Berichte unterschiedlichster Art erzeugt werden, z. B. **Stücklisten** (BOMs), **Einzelheiten zu Bauelementen**, **Netzlisten**, **Schaltplanstatistiken**, **Listen unbelegter Gatter** oder **Querverweisberichte**.

Im folgenden Abschnitt soll für den Beispielschaltplan eine **Stückliste** erstellt werden.

Stückliste

Eine Stückliste ist eine Aufstellung der Bauelemente, die für eine bestimmte Schaltung und die Herstellung der zugehörigen Leiterplatte verwendet werden.

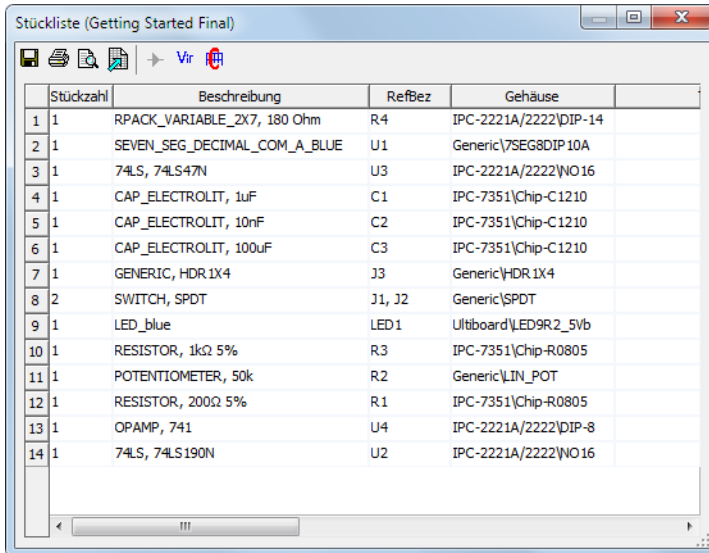
Folgende Angaben sind zu jedem Bauelement enthalten:

- benötigte Menge
- Beschreibung einschließlich des Bauelementtyps (z. B. Widerstand) und des Werts (z. B. 5,1 kΩ)
- Referenzbezeichner
- Gehäuse- oder Footprint-Name

Zum Erstellen einer Stückliste zu Ihrer Schaltung gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Berichte»Stückliste**.

Nun wird die Stückliste geöffnet, die in etwa wie folgt aussieht:



	Stückzahl	Beschreibung	RefBez	Gehäuse
1	1	RPACK_VARIABLE_2K7, 180 Ohm	R4	IPC-2221A/2222/DIP-14
2	1	SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_A_BLUE	U1	Generic\7SEG8DIP10A
3	1	74LS, 74LS47N	U3	IPC-2221A/2222/NO16
4	1	CAP_ELECTROLIT, 1uF	C1	IPC-7351/Chip-C1210
5	1	CAP_ELECTROLIT, 10nF	C2	IPC-7351/Chip-C1210
6	1	CAP_ELECTROLIT, 100uF	C3	IPC-7351/Chip-C1210
7	1	GENERIC, HDR1X4	J3	Generic\HDR1X4
8	2	SWITCH, SPDT	J1, J2	Generic\SPDT
9	1	LED_blue	LED1	Ultiboard\LED9R2_5vb
10	1	RESISTOR, 1kΩ 5%	R3	IPC-7351/Chip-R0805
11	1	POTENTIOMETER, 50k	R2	Generic\IIN_POT
12	1	RESISTOR, 200Ω 5%	R1	IPC-7351/Chip-R0805
13	1	OPAMP, 741	U4	IPC-2221A/2222/DIP-8
14	1	74LS, 74LS190N	U2	IPC-2221A/2222/NO16

Klicken Sie zum Ausdrucken der Stückliste auf die Schaltfläche **An Drucker senden**. Daraufhin öffnet sich ein Standard-Druckdialogfeld, in dem Sie den gewünschten Drucker, die Anzahl der Kopien usw. auswählen können.



Klicken Sie zum Speichern der Stückliste auf die Schaltfläche **In Textdatei speichern**. Daraufhin öffnet sich das Windows-Dialogfeld zum Speichern von Dateien, in dem Sie den Pfad und den Dateinamen angeben können.



Da die Stückliste hauptsächlich zur Unterstützung bei der Beschaffung und Herstellung gedacht ist, enthält sie keine Bauelemente, die nicht real sind oder nicht beschafft werden können, wie z. B. Quellen oder virtuelle Bauelemente. Bauelemente, denen kein Footprint zugewiesen ist, erscheinen nicht in der Stückliste.

Wenn Sie eine Liste der Bauelemente in Ihrer Schaltung sehen möchten, bei denen es sich nicht um reale Bauelemente handelt, klicken Sie auf die Schaltfläche **Virtuelle Bauelemente anzeigen**. Daraufhin wird eine weitere Ansicht geöffnet, in der nur diese Bauelemente angezeigt werden.



Einzelheiten zu diesem und anderen Berichten finden Sie in der Programmhilfe von Multisim, *Multisim Help*.

Einführung in Ultiboard

In diesem Kapitel wird die praktische Erstellung von Leiterplatten anhand der im Multisim-Kapitel beschriebenen Schaltpläne erläutert.

In Ihrer Ultiboard-Edition sind möglicherweise nicht alle der in diesem Kapitel beschriebenen Funktionen vorhanden.

Eine Liste der Funktionen in Ihrer Edition finden Sie auf ni.com.

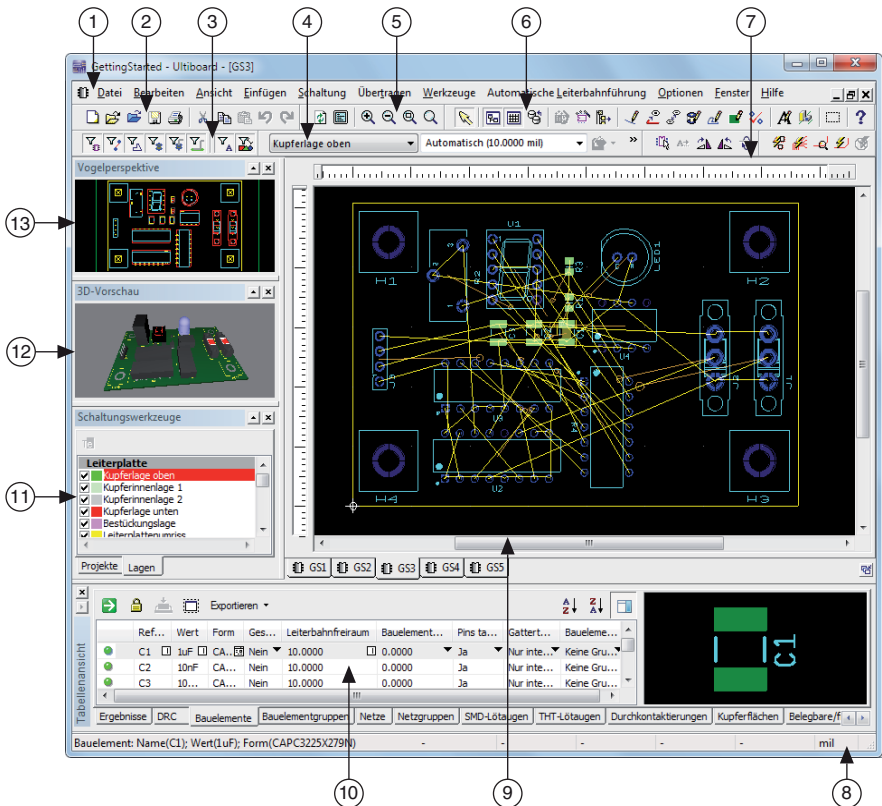
Ultiboard-Benutzeroberfläche

Ultiboard ist das Programm der NI Circuit Design Suite, mit dem das Layout von Leiterplatten entwickelt wird. Die Circuit Design Suite von National Instruments ist ein Softwarepaket zur automatisierten Elektronik-Entwicklung, die Ihnen die wichtigsten Schritte in der Schaltungs-entwicklung erleichtert.

Ultiboard erzeugt anhand der Daten von Multisim gedruckte Schaltungen, führt einfache mechanische CAD-Arbeitsschritte durch (z. B. Platzierung der Bauelemente auf den Leiterplatten) und bereitet die Leiterplatten für die Produktion vor. Außerdem bietet das Programm automatisierte Funktionen für Bestückung und Verbindungen.

Ultiboard-Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche von Ultiboard ist folgendermaßen aufgebaut:



1	Menüleiste	5	Symbolleiste "Ansicht"	8	Statusleiste	11	Schaltungswerkzeuge
2	Symbolleiste "Standard"	6	Hauptleiste	9	Arbeitsbereich	12	3D-Vorschau
3	Symbolleiste "Auswahl"	7	Symbolleiste "Autom. Leiterbahnführung"	10	Tabellenansicht	13	Vogelperspektive
4	Symbolleiste "Zeicheneinstellungen"						

Nachfolgend werden die Bestandteile im Einzelnen beschrieben:

	Element	Beschreibung
1	Menüleiste	Führt zu den Menüpunkten für die einzelnen Programmfunktionen.
2	Standard-Symbolleiste	Enthält Schaltflächen für die meistgenutzten Funktionen wie Speichern, Drucken, Ausschneiden oder Einfügen.
3	Symbolleiste Auswahl	Je mehr Bauelemente und Leiterbahnen Sie einer Leiterplatte hinzufügen, desto schwieriger wird es, ein bestimmtes Objekt zu markieren. Diese Symbolleiste enthält Schaltflächen, die das Markieren von Objekten vereinfachen.
4	Symbolleiste Zeicheneinstellungen	Diese Symbolleiste ermöglicht die Auswahl der Lage, Dicke und Messgröße gezeichneter Linien oder Objekte. Außerdem enthält sie Schaltflächen für Funktionen, mit denen die Darstellung von Linien und Formen auf einer Lage geändert werden kann.
5	Symbolleiste Ansicht	Enthält Schaltflächen zum Ändern der Darstellung der Benutzeroberfläche.
6	Hauptleiste	Enthält Schaltflächen für gängige Funktionen zur Leiterplattengestaltung.
7	Symbolleiste Autom. Leiterbahnführung	Enthält Funktionen zur automatischen Bestückung und Leiterbahnverlegung.
8	Statusleiste	Zeigt nützliche und wichtige Informationen an.
9	Arbeitsbereich	Enthält das Design Ihrer Leiterplatte.
10	Tabellenansicht	Ermöglicht das Abfragen und Ändern von Angaben zu Bauelementen, wie Platzbedarf, Referenzbezeichnung, Attribute oder Beschränkungen.
11	Schaltungswerkzeuge	Ermöglicht das Auffinden von Projektdateien sowie das Ausblenden oder Ausgrauen von Schaltungsbereichen.
12	3D-Vorschau	Zeigt eine dreidimensionale Vorschau der Leiterplatte an.
13	Vogelperspektive	Gestattet einen Draufblick auf die Leiterplatte und vereinfacht die Orientierung im Arbeitsbereich.

Öffnen der Einführung

Zum Öffnen der Übungsdatei gehen Sie wie folgt vor:

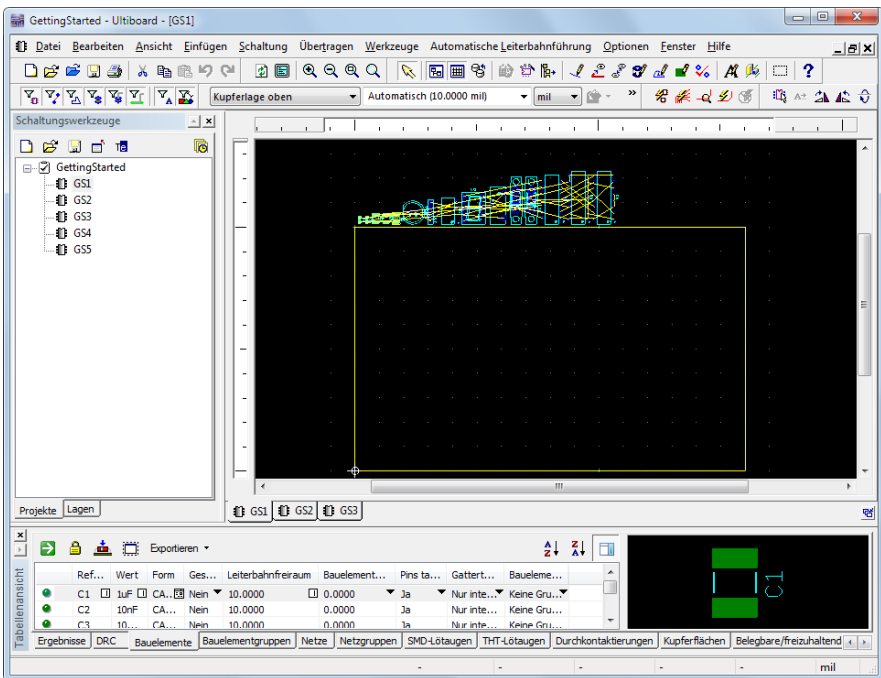
1. Starten Sie Ultiboard, wählen Sie **Datei>Beispiel öffnen** und klicken Sie doppelt auf den Ordner GettingStarted, um ihn zu öffnen.
2. Wählen Sie GettingStarted und klicken Sie auf **Öffnen**.

Die Projektdatei wird in Ultiboard geladen.



Tipp Das Importieren von Multisim-Schaltplänen ist in der *Multisim Help* und der *Ultiboard Help* beschrieben.

3. Wählen Sie die Schaltung GS1 aus.



Tipp Zum Auswählen eines Schaltplans aus dem Projekt (z. B. GS1) klicken Sie entweder auf die dazugehörige Registerkarte oder wählen Sie auf der Registerkarte **Projekte** der **Schaltungswerkzeuge** den Namen des Schaltplans aus.

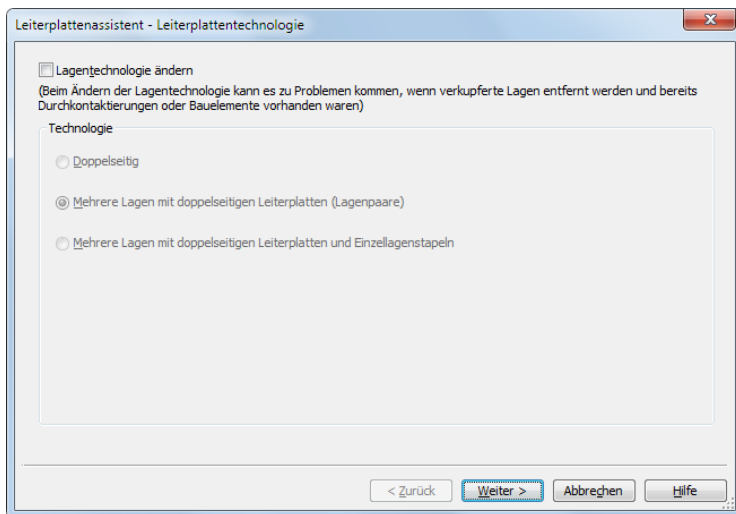
Auswahl des Leiterplattenumrisses

Zwar ist bereits ein Leiterplattenumriss eingestellt, aber wenn dieser für Ihre Bauelemente ungeeignet ist, können Sie einen anderen auswählen, z. B.:

- durch Ziehen eines Leiterplattenumrisses mit Hilfe der Zeichenwerkzeuge
- durch Importieren einer DXF-Datei
- mit Hilfe des **Leiterplattenassistenten**.

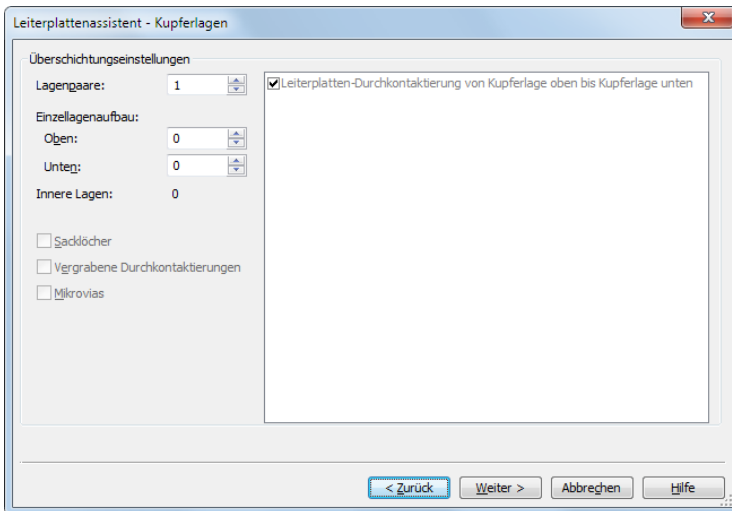
Um mit dem **Leiterplattenassistenten** zu arbeiten, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Klicken Sie auf der Registerkarte **Lagen** doppelt auf **Leiterplattenumriss**.
2. Klicken Sie in der Schaltung GS1 auf die vorhandene Kontur und drücken Sie die Taste <Entf>.
3. Wählen Sie **Werkzeuge»Leiterplattenassistent**.



4. Wählen Sie **Lagentechnologie ändern**, um zu den **Technologie**-Optionen zu gelangen.
5. Wählen Sie **Mehrere Lagen mit doppelseitigen Leiterplatten und Einzellagenstapeln** aus und klicken Sie auf **Weiter**.

Im nachfolgenden Dialogfeld (**Kupferlagen**) können Sie die **Überschichtungseinstellungen** für die Leiterplatte vornehmen. Bei dieser Übung wird jedoch keine Einstellung geändert.



6. Klicken Sie auf **Weiter**.

Im Dialogfeld **Leiterplattenassistent - Leiterplattenform**:

- muss **Einheit** auf **mil** eingestellt sein.
- muss der **Bezugspunkt** zur **Ausrichtung** auf **Unten links** gesetzt sein.
- muss für **Form und Größe der Leiterplatte** die Option **Rechteckig** ausgewählt sein.
- muss die **Breite** 3000 und die **Höhe** auf 2000 lauten.
- muss der **Freiraum** 5,00000 lauten.

Dieser Wert gibt die Breite des freizuhaltenden Leiterplattenrands an.

7. Klicken Sie anschließend auf **Beenden**.

Der Leiterplattenumriss wird Ihrer Schaltung hinzugefügt.



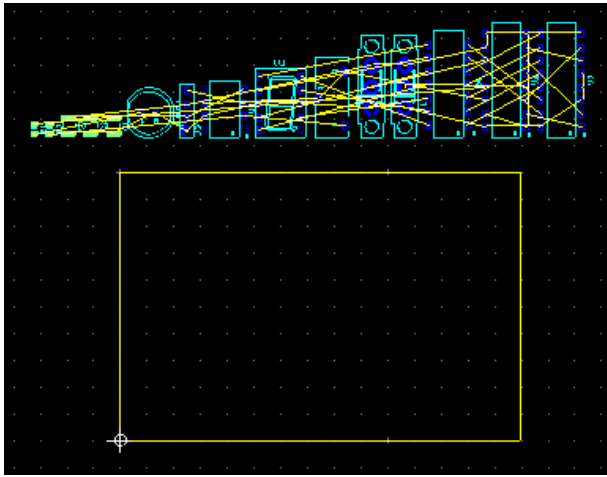
Hinweis Weitere Einzelheiten zum **Leiterplattenassistenten** erhalten Sie in der *Ultiboard Help*.

Um den Leiterplattenumriss zu verschieben, führen Sie die folgenden Schritte aus:

- Klicken Sie auf der Registerkarte **Lagen** doppelt auf **Leiterplattenumriss**.
- Klicken Sie dann an einer beliebigen Stelle auf den Leiterplattenumriss und ziehen Sie die Leiterplatte direkt unter die Bauelemente.

Zum Ändern des Bezugspunkts gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Schaltung»Bezugspunkt festlegen**.
Damit wird der Bezugspunkt dem Cursor unterlegt.
2. Führen Sie den Cursor in die linke untere Ecke des Leiterplattenumrisses und führen Sie zum Einfügen des Bezugspunkts einen Mausklick aus.



Platzieren von Bauelementen

Zum Einfügen der Bauelemente in den Entwurf GS1 gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Wählen Sie Bauelemente aus dem Bereich außerhalb des Leiterplattenumrisses aus und ziehen Sie sie an die gewünschte Stelle.
- Suchen Sie die Bauelemente auf der Registerkarte **Bauelemente** in der **Tabellenansicht** und fügen Sie sie von dort aus ein.
- Wählen Sie Bauelemente aus der Datenbank aus und platzieren Sie die Bauelemente.



Tipp Mit **Einfügen»Platzierung von Bauelementen aufheben** können Sie alle nicht fixierten Bauelemente von der Leiterplatte entfernen und sie noch einmal auf eine andere Weise einfügen.

Verschieben von Bauelementen in den belegbaren Leiterplattenbereich

Beim Öffnen einer Netzliste aus Multisim oder aus einem anderen Programm zum Erstellen von Schaltplänen werden die Bauelemente normalerweise außerhalb des Leiterplattenumrisses angeordnet.

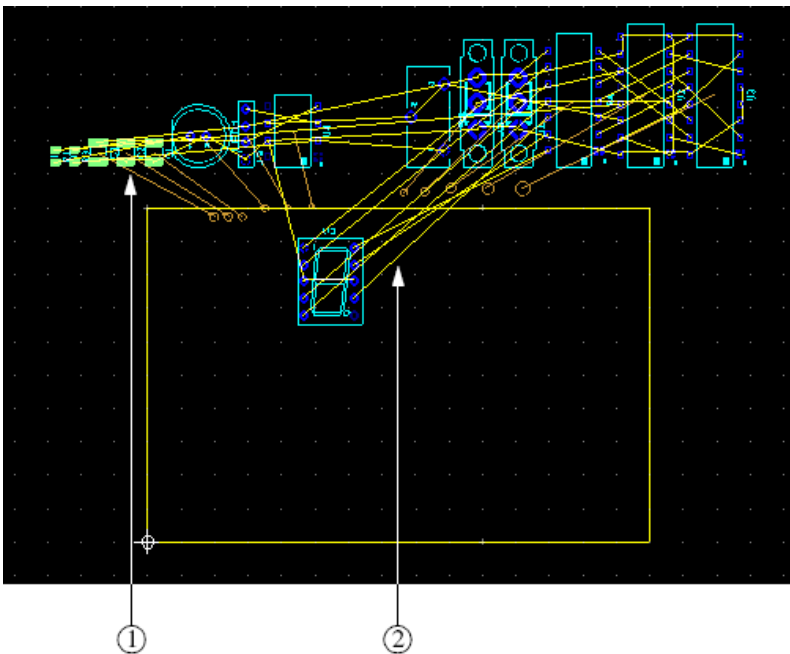
Um U1 in das Innere des Leiterplattenumrisses zu ziehen, führen Sie die folgenden Schritte aus:

1. Klicken Sie unter **Schaltungswerkzeuge** doppelt auf **Kupferlage oben**. Dadurch wird diese Lage als aktive Lage ausgewählt.
2. Suchen Sie in den Bauelementen außerhalb des Leiterplattenumrisses nach U1. Zoomen Sie die Leiterplatte dazu mit Hilfe des Mausekzes heran, bis Sie U1 erkennen können.



Tipp Mit Hilfe der Funktion **Bearbeiten»Suchen** können Sie nach einem Bauelement suchen. Diese Funktion arbeitet im Großen und Ganzen wie die Suchfunktion anderer Anwendungen. Zusätzlich können Sie ein Bauelement jedoch auch nach Namen, Nummer, Form, Wert oder nach allen diesen Parametern ausfindig machen. Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.

3. Klicken Sie auf U1 (die 7-Segment-Anzeige) und ziehen Sie sie an die in der folgenden Abbildung gezeigte Position.



1 Kraftvektor (orange Linie)

2 Luftlinie (gelbe Linie)

U1 bleibt so lange ausgewählt, bis Sie die Markierung aufheben. In Ultiboard müssen Sie jeden Vorgang beenden, bevor Sie fortfahren können.

Klicken Sie an eine andere Stelle im Arbeitsbereich, um die Markierung des Bauelements aufzuheben. Auch durch einen Klick mit der rechten Maustaste kann der aktuelle Vorgang beendet werden.

4. Klicken Sie auf die Registerkarte **Bauelemente** in der **Tabellenansicht** und scrollen Sie zu U1.

Beachten Sie, dass die grüne LED neben dem Bauelement etwas heller leuchtet – dadurch wird angezeigt, dass das Bauelement bereits auf der Leiterplatte platziert wurde.

Ziehen von Bauelementen aus der Registerkarte “Bauelemente” in die Schaltung

Um Bauelemente von der Registerkarte **Bauelemente** an eine andere Stelle zu ziehen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Scrollen Sie auf der Registerkarte **Bauelemente** zu J3.



2. Klicken Sie in der Tabelle auf J3 und ziehen Sie das Element von der Registerkarte **Bauelemente** in den Arbeitsbereich.
J3 ist nun dem Mauszeiger unterlegt.
3. Legen Sie J3 links am Rand etwa mittig auf der Leiterplatte ab.
Nun leuchtet auch die grüne LED von J3 auf der Registerkarte **Bauelemente** etwas heller und zeigt damit an, dass das Bauelement auf der Leiterplatte platziert wurde.

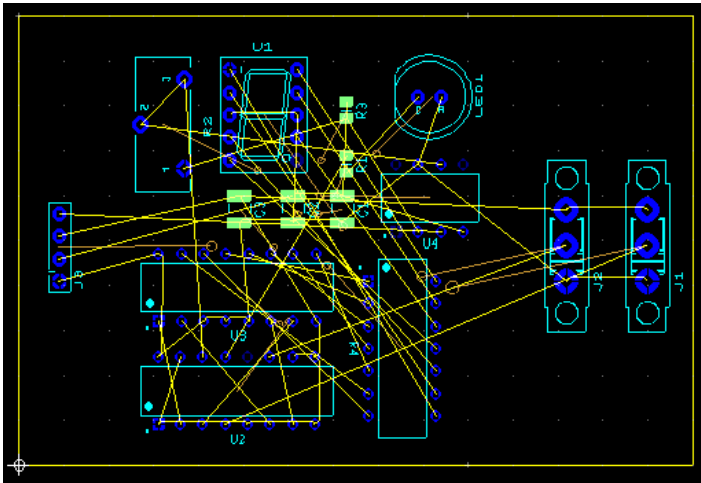
Einfügen der Bauelemente dieser Einführung

Bestücken Sie die Leiterplatte so, wie in der folgenden Abbildung dargestellt ist. Die Vorgehensweise bleibt Ihnen überlassen.



Tipp Sie können aber auch die Datei GS2 in Ihrem Projekt öffnen, die bereits entsprechend vorbereitet wurde.

Die Schaltung sollte wie folgt aussehen:



Einfügen von Bauelementen aus der Datenbank

Statt Bauelemente und andere Komponenten zu importieren, können Sie sie auch direkt aus der Datenbank in die Leiterplatte einfügen. Im Folgenden wird auf diese Weise eine Montagebohrung vorgenommen.

Zum Einfügen von Bauelementen aus der Datenbank gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Einfügen»Aus Datenbank**.

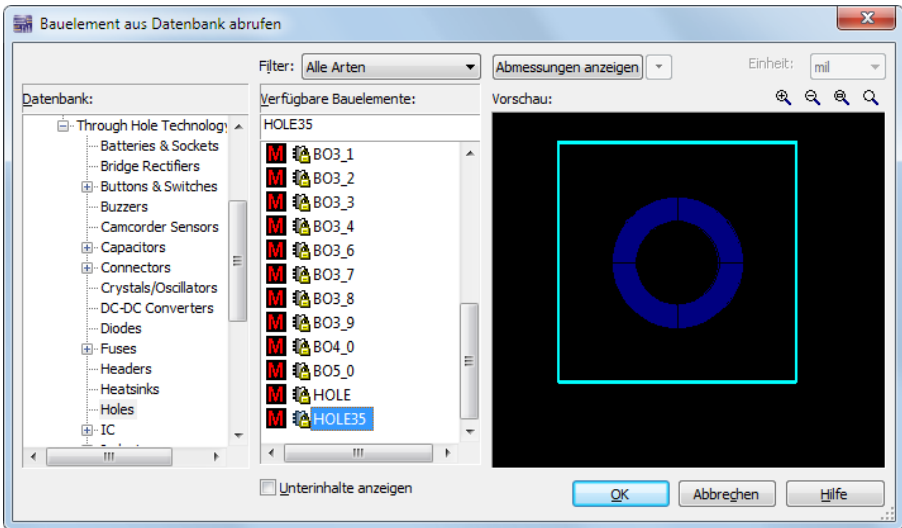


Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Bauelement aus Datenbank abrufen**.

2. Erweitern Sie unter **Datenbank** die Kategorie **Ultiboard-Hauptdatenbank»Through Hole Technology Parts** und wählen Sie die Kategorie **Holes**.

Unter **Verfügbare Bauelemente** werden daraufhin unterschiedliche Bohrlöcher angezeigt.

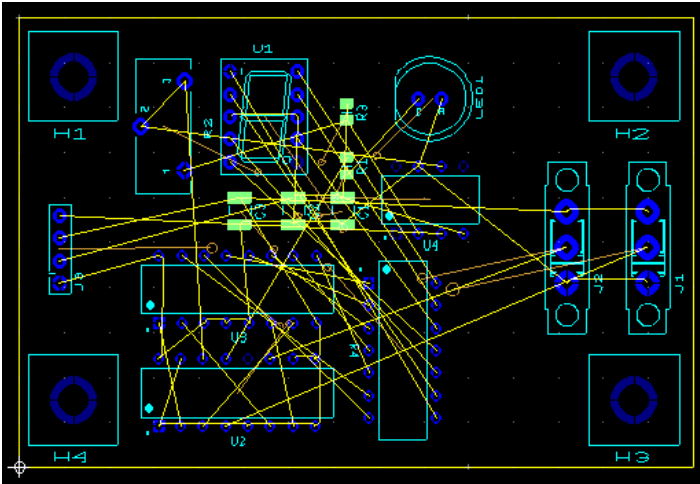
3. Klicken Sie unter **Verfügbare Bauelemente** auf **HOLE35**.
Die Komponente wird daraufhin in der **Vorschau** angezeigt.



4. Klicken Sie auf **OK**.
Das Dialogfeld **Bauelement aus Datenbank abrufen** wird ausgeblendet und das Dialogfeld **Referenzbezeichnung für Bauelement eingeben** wird angezeigt.
5. Geben Sie den **Refbez für Form HOLE35** (H1) und den **Wert** (HOLE) ein und klicken Sie auf **OK**.
6. Bewegen Sie den Mauszeiger über die Leiterplatte.
Die Komponente ist nun dem Mauszeiger unterlegt.
7. Bewegen Sie das Bohrloch in die linke obere Ecke und führen Sie einen Klick mit der linken Maustaste aus, um es auf der Leiterplatte abzulegen.
Es erscheint erneut das Dialogfeld **Referenzbezeichnung für Bauelement eingeben**. Der **RefBez für Form HOLE35** wurde automatisch auf H2 erhöht.
8. Geben Sie den Wert (HOLE) ein und klicken Sie auf **OK**, um die nächste Bohrung in der rechten oberen Ecke zu platzieren.
9. Wiederholen Sie diese Schritte zum Einfügen von H3 in der rechten unteren Ecke und H4 in der linken unteren Ecke.

10. Klicken Sie zwei Mal nacheinander auf **Abbrechen**.

Daraufhin schließt sich das Dialogfeld **Bauelement aus Datenbank abrufen**.



Verschieben von Bauelementen

Die verschiedenen Vorgehensweisen zum Einfügen von Bauelementen gelten ebenso für das Verschieben.

Um ein Bauelement auszuwählen, das sich bereits auf der Leiterplatte befindet, müssen Sie nur darauf klicken.

Zum Festlegen der Koordinaten, an die das Bauelement verschoben werden soll, drücken Sie auf dem Ziffernblock der Tastatur die <*>-Taste.

Stattdessen können Sie auch auf der Registerkarte **Bauelemente** ein platziertes Bauelement auswählen (durch eine hell leuchtende grüne LED gekennzeichnet) und es an eine andere Stelle ziehen.



Tipp Beschriftung und Lötungen von Bauelementen gehören nicht zum Footprint. Beim Markieren eines Bauelements auf der Leiterplatte müssen Sie daher darauf achten, dass Sie das gesamte Bauelement markieren und nicht nur die Beschriftung und die Lötungen. Um diesen Vorgang zu erleichtern, können Sie die **Auswahlfilter** zu Hilfe nehmen. Weitere Informationen finden Sie in der *Ultiboard Help*.



Tipp Zum Verschieben eines Bauelements markieren Sie es und drücken Sie die Pfeiltasten auf der Tastatur.

Um eine Gruppe von Bauelementen zu markieren und zu verschieben, gehen Sie wie folgt vor:

- Drücken Sie die <Shift>-Taste und klicken Sie mehrere Bauelemente an.
- Ziehen Sie um mehrere Bauelemente einen Rahmen auf.

Alle markierten Bauelemente werden beim Bewegen des Mauszeigers gemeinsam verschoben.



Tipp Die Gruppen gelten jedoch nur vorübergehend – sobald Sie ein anderes Bauelement auswählen, geht die Gruppierung verloren. Um eine Gruppe von Bauelementen dauerhaft (bis zum Entfernen) zusammenzuhalten, ist der **Gruppeneditor** zu verwenden. Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.

Mit **Bearbeiten»Ausrichten** können markierte Bauelemente so verschoben werden, dass ihre Ränder in einer Linie sind oder die Bauelemente einen bestimmten Abstand voneinander haben.

So platzieren Sie das eingefügte Bohrloch durch **Bearbeiten»Ausrichten** an die richtige Stelle:

1. Markieren Sie H1 und halten Sie die <Shift>-Taste gedrückt, um H2 auszuwählen.
2. Wählen Sie **Bearbeiten»Ausrichten»Oben ausrichten**.
Wenn H2 nicht in Linie mit H1 eingefügt wurde, wird es nun entsprechend verschoben.
3. Klicken Sie auf einen freien Bereich auf der Leiterplatte und markieren Sie H2 und H3.
4. Wählen Sie **Bearbeiten»Ausrichten»Rechtsbündig**.
5. Fahren Sie auf diese Weise mit dem Ausrichten der Unterkanten von H3 und H4 sowie der linken Kanten von H1 und H4 fort.

Verlegen von Leiterbahnen

Zum Verlegen von Leiterbahnen stehen Ihnen die folgenden Optionen zur Verfügung:

- manuell eingefügte Leiterbahn
- Follow-me-Leiterbahn
- vollautomatische Leiterbahnverlegung

Eine manuell eingefügte Leiterbahn wird genau so verlegt, wie Sie es vorgeben, auch wenn sie durch ein Hindernis verläuft.

Eine Follow-me-Leiterbahn stellt selbständig zulässige Verbindungen zwischen den mit der Maus ausgewählten Pins her. Sie können die Maus also von Pin zu Pin bewegen und so eine Leiterbahn anlegen.

Beim vollautomatischen Einfügen von Leiterbahnen werden zwei Pins auf dem kürzestmöglichen Weg miteinander verbunden, wobei der Verlauf der Leiterbahn nachträglich von Hand geändert werden kann.

Bevor Sie mit der Maus klicken, um eine Leiterbahn an einer bestimmten Stelle zu fixieren, können Sie jederzeit ein Stück der Leiterbahn entfernen, indem Sie den Cursor zurückbewegen.

Ein neues Segment wird immer dann erzeugt, wenn Sie durch Mausklicks eine Leiterbahn manuell verlegen oder wenn eine (halb-)automatisch verlegte Leiterbahn die Richtung ändert.



Tipp Dieser Umstand ist bei Änderungen an Leiterbahnen zu berücksichtigen.

Manuelles Verlegen von Leiterbahnen

Sie können entweder mit der bisher verwendeten Datei fortfahren oder GS3 öffnen.

Vergewissern Sie sich, dass Sie sich auf der **Kupferlage oben** befinden, bevor Sie beginnen.

Kupferlage oben muss auf der Registerkarte **Lagen** der **Schaltungswerkzeuge** rot hervorgehoben sein.



Tipp Drücken Sie bei Bedarf zum Einblenden des gesamten Plans die Taste <F7>.

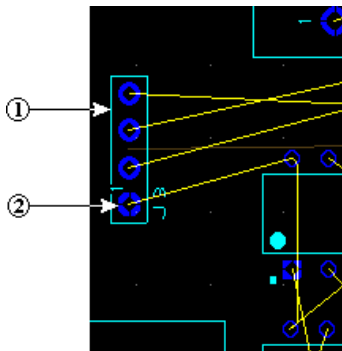
Zum manuellen Verlegen einer Leiterbahn gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Einfügen»Linie**.



Tipp Mit dem Menüpunkt **Linie** wird auf einer beliebigen Lage eine Linie erzeugt. Die Art der Linie ist je nach ausgewählter Lage unterschiedlich. Wenn die ausgewählte Lage zum Beispiel die Siebdrucklage ist, wird damit auf der Siebdrucklage eine Linie erzeugt. Bei einer Kupferlage wird mit dieser Option eine leitende Verbindung hergestellt.

2. Orten Sie auf der linken Seite der Leiterplatte das Bauelement J3 und suchen Sie den unten dargestellten Startpin:



1 Bauelement J3

2 Startpin



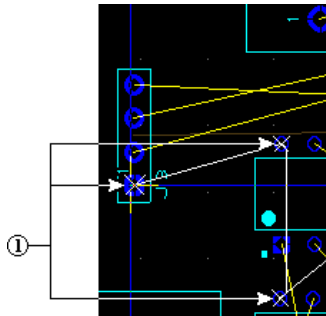
Tipp Die **Kraftvektoren** können ausgeblendet werden, so dass die Netze deutlicher sichtbar sind. Deaktivieren Sie dazu die Option **Kraftvektoren** und die Farbwahl auf der Registerkarte **Lagen** der **Schaltungswerkzeuge**. Weitere Informationen zu **Kraftvektoren** finden Sie in der *Ultiboard Help*.



Tipp Bei Problemen mit dem Auffinden des Bauelements nutzen Sie die Suchfunktion auf der Registerkarte **Bauelemente**. Wählen Sie das Bauelement auf der Registerkarte **Bauelemente** aus und klicken Sie dann die Schaltfläche **Bauelement suchen und auswählen** an. Das Bauelement wird im Arbeitsbereich angezeigt. Bei Bedarf können Sie mit Hilfe des Mauseisens näher heranzoomen.

3. Klicken Sie auf den Pin, der im Schritt oben festgelegt wurde.

Ultiboard hebt alle Pins durch ein "X" hervor, die sich im selben Netz wie der angeklickte Pin befinden. So wissen Sie, welche Pins Ihrem Schaltplan entsprechend zu verbinden sind.

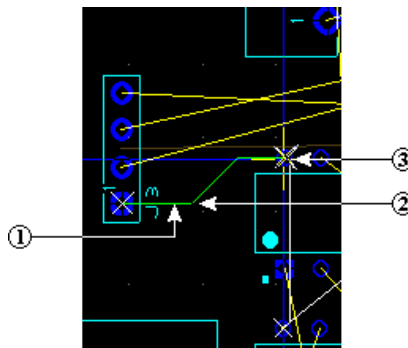


1 Pins desselben Netzes

4. Bewegen Sie den Cursor in eine beliebige Richtung.

Eine grüne Linie (die Leiterbahn) wird nun an den ausgewählten Pin angefügt. Mit jedem Klick fixieren Sie ein Leiterbahnsegment, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

5. Klicken Sie, um die Leiterbahn am Endpin zu fixieren (vgl. Abbildung).



1 Leiterbahn

2 Zum Fixieren der Leiterbahn klicken

3 Endpunkt

6. Mit einem Rechtsklick und Auswahl von **Abbrechen** wird das Verlegen von Leiterbahnen beendet.
7. Um den Modus zum Verlegen von Leiterbahnen zu beenden, klicken Sie in der **Hauptleiste** auf die Schaltfläche **Auswählen**.



Verlegen von Follow-me-Leiterbahnen

Zum Verlegen einer Follow-me-Leiterbahn gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Einfügen»Follow-me**.



2. Klicken Sie auf den oberen Pin von J3.
3. Klicken Sie den Pin von U4 an, der durch das "X" markiert ist.
Ultiboard stellt automatisch eine Verbindung zwischen den Pins her.

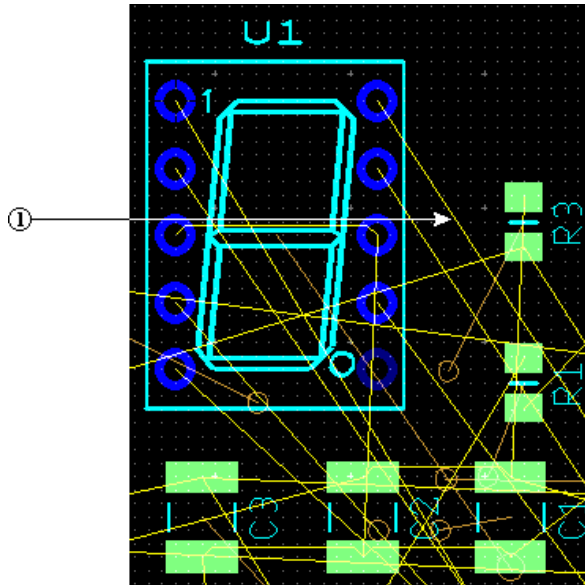
Vollautomatisches Verlegen von Leiterbahnen

Zum vollautomatischen Verlegen von Leiterbahnen gehen Sie wie folgt vor:

1. Wählen Sie **Einfügen»Vollautomatisch**.

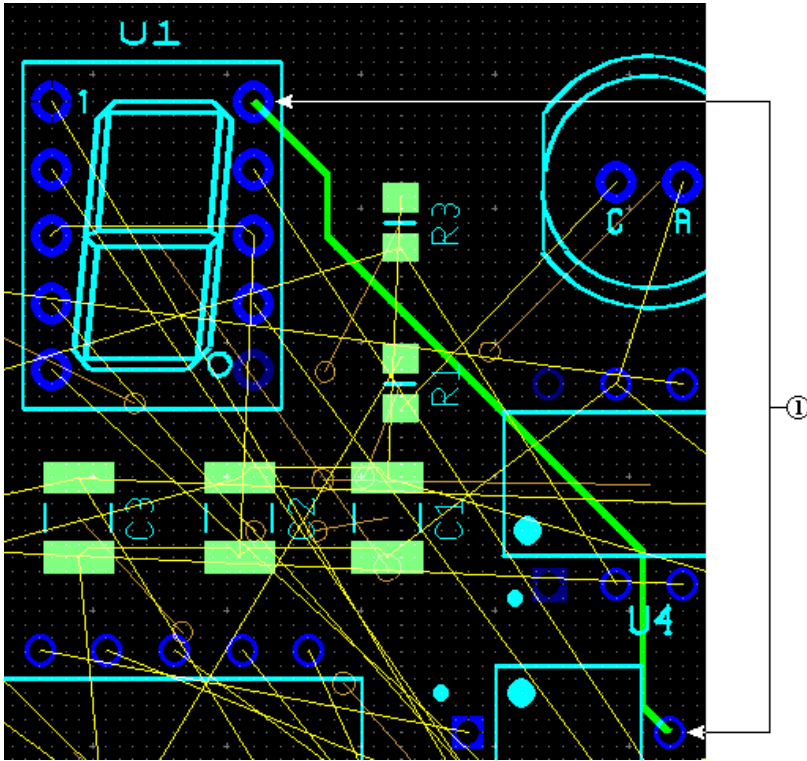


2. Klicken Sie auf die unten dargestellte Luftlinie.



1 Luftlinie anklicken

3. Bewegen Sie den Cursor.
Während der Cursor-Bewegung zeigt Ultiboard mehrere Verlegeoptionen an.
4. Wenn Sie den gewünschten Leiterbahnverlauf sehen, fixieren Sie die Leiterbahn durch einen Klick. Sie müssen dazu nicht auf die Luftlinie oder den Pin klicken, an dem die Verbindung enden soll.



1 Leiterbahnsegmente zwischen Pins

5. Mit einem Rechtsklick beenden Sie die Leiterbahnplatzierung.

Automatische Bestückung

Neben den bisher beschriebenen Möglichkeiten zum Bestücken von Leiterplatten bietet Ultiboard eine vollautomatische Funktion zur Bauelementplatzierung für fortgeschrittene Benutzer.



Tipp Vor dem automatischen Bestücken der Leiterplatte müssen Sie alle Bauelemente, die vom automatischen Einfügen ausgenommen werden sollen, per Hand einfügen und an der gewünschten Stelle fixieren (die Montagebohrungen und U1, J1, J2, J3, und LED 1 in GS5 wurden beispielsweise bereits fixiert). Weitere Informationen zum Fixieren von Bauelementen finden Sie in der *Ultiboard Help*.

Zum automatischen Einfügen der Bauelemente in der Datei `GettingStarted` gehen Sie wie folgt vor:

1. Öffnen Sie die Schaltung `GS5` in Ultiboard.
2. Wählen Sie **Automatische Leiterbahnführung»Automatisch bestücken**.

Die Leiterplatte wird nun mit den Bauelementen bestückt.

Automatische Leiterbahnführung

Leiterbahnen können in Ultiboard entweder nach den bisher beschriebenen Verfahren oder automatisch verlegt werden. Die automatische Leiterbahnführung wird nachfolgend erklärt.

Zum automatischen Verbinden der Leiterbahnen in `Getting Started` gehen Sie wie folgt vor:

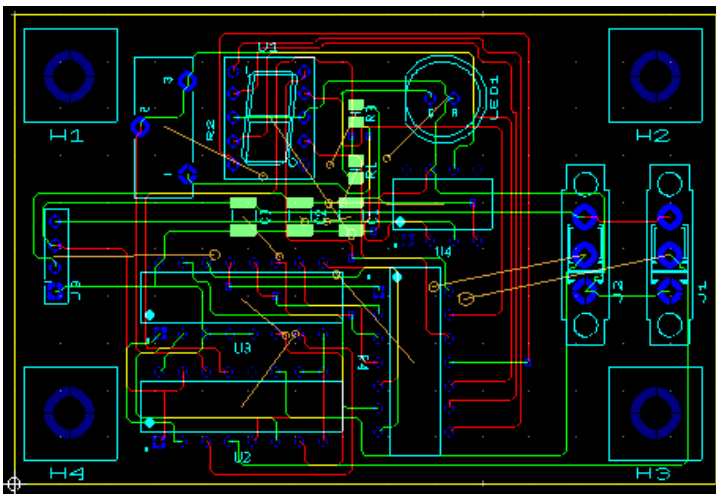
1. Öffnen Sie in Ultiboard die Schaltung `GS3`.
2. Wählen Sie **Automatische Leiterbahnführung»Automatische Leiterbahnführung starten/fortsetzen**.

Der Arbeitsbereich wechselt in den **Modus der automatischen Leiterbahnführung**.

Daraufhin können Sie sehen, wie die Leiterbahnen auf der Leiterplatte verlegt werden.

Nach Abschluss des Vorgangs wechselt Ultiboard zurück zum Arbeitsbereich.

3. Wählen Sie **Automatische Leiterbahnführung»Leiterbahnführung optimieren**, um den optimalen Leiterbahnverlauf zu erzielen.



Sie können die automatische Leiterbahnführung jederzeit anhalten und manuelle Änderungen vornehmen. Bei erneutem Start der automatischen Leiterbahnführung fährt die Funktion an der letzten Stelle fort. Alle manuell verlegten Leiterbahnen müssen fixiert werden, damit sie nicht durch die Automatik verschoben werden.



Tipp Die Einstellungen zum automatischen Bestücken mit Bauelementen und zur automatischen Leiterbahnführung befinden sich in den **Leiterbahnführungsoptionen**. Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.

Vorbereitung für die Leiterplattenfertigung

Ultiboard bietet eine Vielzahl verschiedener Ausgabeformate für die Produktion und Fertigung der Leiterplatte. In den folgenden Abschnitten erfahren Sie mehr über das Fertigen der Leiterplatte und das Dokumentieren des gefertigten Produkts.

Aufräumen der Leiterplatte

Bevor Sie die Leiterplatte in die Fertigung schicken, sollten Sie alle offenen Leiterbahnnenden und ungenutzten Lötungen von der Leiterplatte beseitigen.

Das Löschen offener Leiterbahnnenden soll nun anhand der Schaltung GS4 geübt werden. Öffnen Sie die Datei und wählen Sie **Bearbeiten»Kupferflächen löschen»Offene Leiterbahnnenden**.

Zum Löschen ungenutzter Durchkontaktierungen wählen Sie **Schaltung»Ungenutzte Durchkontaktierungen löschen**. Daraufhin werden alle Durchkontaktierungen ohne dazugehörige Leiterbahnen oder Kupferflächen gelöscht.

Hinzufügen von Kommentaren

Mit Hilfe von Kommentaren können Sie Änderungsaufträge oder Hintergrundinformationen an die Ingenieursabteilung übermitteln.

Sie können Kommentare in die Schaltung einfügen oder direkt an ein Bauelement anheften. Wenn Sie das betreffende Bauelement verschieben, so verschiebt sich der Kommentar ebenfalls.

Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.

Exportieren von Dateien

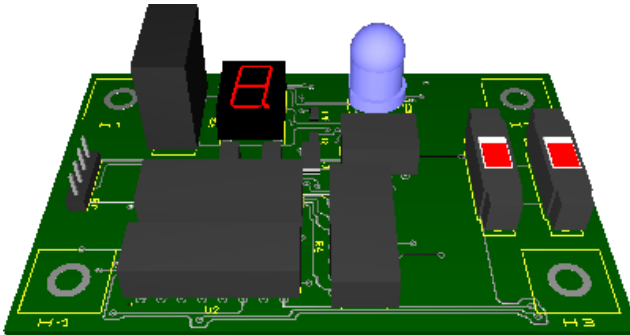
Für den Export stehen viele unterschiedliche Dateitypen, u. a. Gerber, zur Verfügung. Eine Exportdatei enthält umfassende Angaben zur Fertigung einer Leiterplatte.

Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.

3D-Ansicht von Schaltungen

Mit der **3D-Ansicht** können Sie sich jederzeit eine dreidimensionale Voransicht der Leiterplatte ansehen.

Weitere Informationen dazu finden Sie in der *Ultiboard Help*.



Technische Unterstützung und professioneller Service

Bei der Anmeldung mit einem NI-Benutzerprofil werden auf ni.com für den jeweiligen Benutzer relevante Serviceleistungen angezeigt. Informationen zu Serviceleistungen und technischem Support von National Instruments sind auf ni.com unter folgenden Abschnitten zu finden:

- **Support**—Technische Unterstützung erhalten Sie auf der Website ni.com/support in Form folgender Informationsquellen und Tools:
 - **Technische Ressourcen**—Die Website ni.com/support bietet Ihnen Soforthilfe bei Fragen und Problemen. Außerdem finden Sie hier Treiber, Updates, eine umfassende Wissensdatenbank (KnowledgeBase), Bedienungsanleitungen, Anleitungen zur Problemlösung, Tausende Beispielprogramme, autodidaktische Kurse und Application Notes. Registrierte Nutzer können sich auch an den Diskussionsforen auf ni.com/forums (englisch) beteiligen. Jede im Forum eingereichte Frage wird garantiert beantwortet.
 - **Standard Service Program**—Teilnehmer dieses Programms können sich telefonisch oder per E-Mail direkt mit unseren Applikationsingenieuren in Verbindung setzen und haben exklusiven Zugriff auf Selbstlernmodule auf ni.com/self-paced-training. Sie erhalten mit dem Erwerb fast aller Softwareprodukte und Produktpakete inklusive der NI Developer Suite automatisch ein Einjahresabonnement des Standard Service Program (SSP). Darüber hinaus bietet National Instruments flexible Vertragsoptionen zum Verlängern Ihrer SSP-Leistungen. Weitere Informationen finden Sie unter ni.com/ssp.
Welche Art der technischen Unterstützung es in Ihrer Nähe gibt, erfahren Sie unter ni.com/services oder bei einer unserer Niederlassungen (ni.com/contact).
- **Training und Zertifizierung**—Auf ni.com/training erhalten Sie Informationen zu Schulungsmaterialien und Zertifizierungsprogrammen von National Instruments. Hier können Sie sich auch für eine der weltweit angebotenen Softwareschulungen anmelden.
- **Systemintegration**—Wenn Sie aus Zeit- oder Personalmangel oder anderen Gründen bei der Fertigstellung eines Projekts in Verzug geraten, können Ihnen die Mitglieder des NI-Alliance-Programms weiterhelfen. Für Informationen zu diesem Programm setzen Sie sich entweder telefonisch mit einer National-Instruments-Niederlassung in Ihrer Nähe in Verbindung oder besuchen Sie die Website ni.com/alliance.

Auf die Websites der einzelnen Niederlassungen, auf denen Sie immer die aktuellen Kontaktinformationen, Telefonnummern des technischen Supports, E-Mail-Adressen sowie Informationen über Veranstaltungen finden, gelangen Sie über ni.com/niglobal.

Stichwortverzeichnis

Zahlen

3D-Schaltungen in Ultiboard, 3-21

A

Analyse, 2-14

Aufbau der Benutzeroberfläche, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2

Auffinden von Bauelementen, 2-9

automatische Bestückung, 3-18

automatische Leiterbahnführung, 3-19

B

Beispiele (von National Instruments), A-1

Benutzeroberfläche, Elemente, 2-1, 2-2

BOM, 2-16

D

Diagnoseprogramme (von National Instruments), A-1

Dokumentation, NI-Ressourcen, A-1

E

Einfügen von Bauelementen aus der Ultiboard-Datenbank, 3-10

Einfügen von Bauelementen in Multisim, 2-5

Einfügen von Bauelementen in Ultiboard, 3-7, 3-9

Einführung in Multisim (Überblick), 2-3

Einführungen (Beschreibung), 1-1

Erstellen von Multisim-Dateien, 2-4

Exportieren von Dateien aus Ultiboard, 3-20

F

Fehlersuche (Hilfsmittel von National Instruments), A-1

Fertigung, 3-20

Follow-me-Leiterbahn, 3-16

G

Gerätetreiber (von National Instruments), A-1

Graphanzeige, 2-15

H

Hilfe (Technische Unterstützung), A-1

I

Informationen im Web, A-1

K

KnowledgeBase, A-1

Kommentare, 3-20

L

Leiterplatten-Clean-Up, 3-20

Leiterplattenumriss, 3-5

M

Manuell eingefügte Leiterbahn, 3-14

O

Öffnen der Ultiboard-Einführung, 3-4

Öffnen von Multisim-Dateien, 2-4

P

Postprozessor, 2-16

Produkte, 1-1

Programmierbeispiele (von National Instruments), A-1

Protokolle, 2-16

S

Schaltungsentwicklung, 2-4

Simulation, 2-12

Software (von National Instruments), A-1

Speichern von Multisim-Dateien, 2-4

Stückliste, 2-16

Support und Serviceleistungen von NI, A-1

Support, technisch, A-1

T

technische Unterstützung, A-1

technische Unterstützung und andere Serviceleistungen von National Instruments, A-1

Training und Zertifizierung (von National Instruments), A-1

Treiber (von National Instruments), A-1

V

Verbinden der Bauelemente in Multisim, 2-10

Verlegen von Leiterbahnen in Ultiboard, 3-13

Verschieben von Bauelementen, 3-7, 3-9

Verschieben von Bauelementen in Ultiboard, 3-12

virtuelle Instrumente, 2-12

vollautomatische Leiterbahnverlegung, 3-16

NI Circuit Design Suite

NI Circuit Design Suite スタートアップガイド

世界各地の技術サポートと製品情報

ni.com

世界各地のオフィス

ni.com/niglobal から、お問い合わせ先、サポート電話番号、電子メールアドレス、現在実施中のイベントに関する最新情報を提供する各国現地オフィスのウェブページにアクセスできます。

National Instruments 米国本社

11500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 512 683 0100

サポートの詳細については、付録「[技術サポートおよびプロフェッショナルサービス](#)」を参照してください。ナショナルインスツルメンツのドキュメントに関するご意見は、ナショナルインスツルメンツのウェブサイト ni.com にてお寄せください。

重要情報

保証

NIのソフトウェア製品が記録されている媒体は、素材および製造技術上の欠陥によるプログラミング上の問題に対して、受領書などの書面によって示される出荷日から90日間保証致します。NIは、保証期間中にこのような欠陥の通知を受け取った場合、弊社の裁量により、プログラミングの指示どおりに実行できないソフトウェア媒体を修理、交換致します。NIは、ソフトウェアの操作が中断されないこと、および欠陥のないことを保証致しません。

お客様は、保証の対象となる製品をNIに返却する前に、返品確認(RMA: Return Material Authorization)番号をNIから取得し、パッケージ外に明記する必要があります。NIは、保証が及んでいる部品をお客様に返却する輸送費を負担いたします。

本書の内容については万全を期しており、技術的内容に関するチェックも入念に行っております。技術的な誤りまたは誤植があった場合、NIは、本書を所有するお客様への事前の通告なく、本書の次の版を改訂する権利を有します。誤りと思われる箇所がありましたら、NIへご連絡ください。NIは、本書およびその内容により、またはそれに関連して発生した損害に対して、一切責任を負いません。

NIは、ここに記載された以外、明示または黙示の保証は致しません。特に、商品性または特定用途への適合性に関する保証は致しません。NI側の過失または不注意により発生した損害に対するお客様の賠償請求権は、お客様が製品に支払われた金額を上限とします。NIは、データの消失、利益の損失、製品の使用による損失、付随的または間接的損害に対して、その損害が発生する可能性を通知されていた場合でも、一切の責任を負いません。NIの限定保証は、訴訟方式、契約上の責任または不法行為に対する責任を問わず、過失責任を含め、適用されます。NIに対する訴訟は、訴訟原因の発生から1年以内に提起する必要があります。NIは、NIの合理的に管理可能な範囲を超えた原因により発生した履行遅延に関しては一切の責任を負いません。所有者がインストール、操作、保守に関するNIの指示書に従わなかったため、所有者による製品の改造、乱用、誤用、または不注意な行動、さらに停電、サージ、火災、洪水、事故、第三者の行為、その他の合理的に管理可能な範囲を超えた事象により発生した損害、欠陥、動作不良またはサービスの問題については、本書に定める保証の対象となりません。

著作権

著作権法に基づき、National Instruments Corporation(米国ナショナルインストルメンツ社)の書面による事前の許可なく、本書のすべてまたは一部を写真複写、記録、情報検索システムへの保存、および翻訳を含め、電子的または機械的ないかなる形式によっても複製または転載することを禁止します。

National Instrumentsは他者の知的財産を尊重しており、お客様も同様の方針に従われますようお願いいたします。NIソフトウェアは著作権法その他の知的財産権に関する法律により保護されています。NIソフトウェアを用いて他者に帰属するソフトウェアその他のマテリアルを複製することは、適用あるライセンスの条件その他の法的規制に従ってそのマテリアルを複製できる場合に限り可能であるものとします。

エンドユーザ使用許諾契約および他社製品の法的注意事項

エンドユーザ使用許諾契約 (EULA) および他社製品の法的注意事項は以下の場所にあります。

- 注意事項は、<National Instruments>%_Legal Information および <National Instruments> ディレクトリにあります。
- EULA は、<National Instruments>%Shared%MDF%Legal%license ディレクトリにあります。
- NI 製品とともに作成したインストーラに法律情報を組み込む方法については、<National Instruments>%_Legal Information%_Legal Information.txt をお読みください。

商標

National Instrumentsの商標の詳細については、ni.com/trademarks のNI Trademarks and Logo Guidelines (英語) をご覧ください。

ARM, Keil, and µVision are trademarks or registered of ARM Ltd or its subsidiaries.

LEGO, the LEGO logo, WEDO, and MINDSTORMS are trademarks of the LEGO Group.©2013 The LEGO Group.

TETRIX by Pitsco is a trademark of Pitsco, Inc.©2013

FIELDBUS FOUNDATION™ and FOUNDATION™ are trademarks of the Fieldbus Foundation.

EtherCAT® is a registered trademark of and licensed by Beckhoff Automation GmbH.

CANopen® is a registered Community Trademark of CAN in Automation e.V.

DeviceNet™ and EtherNet/IP™ are trademarks of ODVA.

Go!, SensorDAQ, and Vernier are registered trademarks of Vernier Software & Technology. Vernier Software & Technology and vernier.com are trademarks or trade dress.

Xilinx is the registered trademark of Xilinx, Inc.

TapTite and Trilobular are registered trademarks of Research Engineering & Manufacturing Inc.

FireWire® is the registered trademark of Apple Inc.

Linux® is the registered trademark of Linus Torvalds in the U.S. and other countries.

Handle Graphics®, MATLAB®, Real-Time Workshop®, Simulink®, Stateflow®, and xPC TargetBox® are registered trademarks, and TargetBox™ and Target Language Compiler™ are trademarks of The MathWorks, Inc.

Tektronix®, Tek, and Tektronix, Enabling Technology are registered trademarks of Tektronix, Inc.

The Bluetooth® word mark is a registered trademark owned by the Bluetooth SIG, Inc.

The ExpressCard™ word mark and logos are owned by PCMCIA and any use of such marks by National Instruments is under license.

The mark LabWindows is used under a license from Microsoft Corporation. Windows is a registered trademark of Microsoft Corporation in the United States and other countries.

本文中中に記載されたその他の製品名および企業名は、それぞれの企業の商標または商号です。

特許情報

National Instrumentsの製品を保護する特許については、ソフトウェアで参照できる特許情報（ヘルプ→特許情報）、メディアに含まれている patents.txt ファイル、または ni.com/patents からアクセスできる National Instruments Patent Notice(英語)のうち、該当するリソースから参照してください。

輸出関連法規の遵守に関する情報

ナショナルインスツルメンツの輸出関連法規遵守に対する方針について、また必要な HTS コード、ECCN、その他のインポート/エクスポートデータを取得する方法については、「輸出関連法規の遵守に関する情報」(ni.com/legal/export-compliance) を参照してください。

National Instruments Corporation 製品を使用する際の警告

(1) National Instruments Corporation（以下「NI」という）の製品は、外科移植またはそれに関連する使用に適した機器の備わった製品として、または動作不良により人体に深刻な障害を及ぼすおそれのある生命維持装置の重要な機器として設計されておらず、その信頼性があるかどうかの試験も実行されていません。

(2) 上記を含むさまざまな用途において、不適切な要因によってソフトウェア製品の操作の信頼性が損なわれるおそれがあります。これには、電力供給の変動、コンピュータハードウェアの誤作動、コンピュータのオペレーティングシステムソフトウェアの適合性、アプリケーション開発に使用したコンパイラや開発用ソフトウェアの適合性、インストール時の間違い、ソフトウェアとハードウェアの互換性の問題、電子監視・制御機器の誤作動または故障、システム（ハードウェアおよび/またはソフトウェア）の一時的な障害、予期せぬ使用または誤用、ユーザまたはアプリケーション設計者の側のミスなどがありますが、これに限定されません（以下、このような不適切な要因を総称して「システム故障」という）。システム故障が財産または人体に危害を及ぼす可能性（身体の損傷および死亡の危険を含む）のある用途の場合は、システム故障の危険があるため、1つの形式のシステムにのみ依存すべきではありません。損害、損傷または死亡といった事態を避けるため、ユーザまたはアプリケーション設計者は、適正で慎重なシステム故障防止策を取る必要があります。これには、システムのバックアップまたは停止が含まれますが、これに限定されません。各エンドユーザのシステムはカスタマイズされ、NIのテスト用プラットフォームとは異なるため、そしてユーザまたはアプリケーション設計者が、NIの評価したことのない、または予期していない方法で、NI製品を他の製品と組み合わせて使用する可能性があるため、NI製品をシステムまたはアプリケーションに統合する場合は、ユーザまたはアプリケーション設計者が、NI製品の適合性を検証、確認する責任を負うものとします。これには、このようなシステムまたはアプリケーションの適切な設計、プロセス、安全レベルが含まれますが、これに限定されません。

目次

第 1 章

NI Circuit Design Suite の概要

NI Circuit Design Suite の製品ライン	1-1
チュートリアル	1-1

第 2 章

Multisim チュートリアル

Multisim インタフェースの概要	2-1
Multisim のユーザインタフェース	2-2
概要	2-4
回路図キャプチャ	2-4
ファイルを作成する	2-5
コンポーネントを配置する	2-5
コンポーネントの位置	2-9
設計を配線する	2-10
シミュレーション	2-12
仮想計測器	2-12
解析	2-14
グラフ	2-15
後処理	2-16
レポート	2-16
材料表	2-16

第 3 章

Ultiboard チュートリアル

Ultiboard インタフェースの概要	3-1
Ultiboard のユーザインタフェース	3-2
チュートリアルを開く	3-4
ボードアウトラインを作成する	3-5
部品を配置する	3-7
ボードアウトラインの外側から部品をドラッグする	3-7
部品タブから部品をドラッグする	3-9
チュートリアルの部品を配置する	3-9
データベースから部品を配置する	3-10
部品を移動する	3-11
トレースを配置する	3-12
手動トレースを配置する	3-13
誘導型トレースを配置する	3-15
接続マシントレースを配置する	3-15
自動部品配置	3-16

目次

トレースを自動経路設定する 3-17

製造 / アセンブリの準備をする 3-17

 ボードをクリーンアップする 3-18

 コメントを追加する 3-18

 ファイルをエクスポートする 3-18

設計を 3D で表示する 3-18

付録 A

技術サポートおよびプロフェッショナルサービス

索引

NI Circuit Design Suite の概要

記載されている一部の機能は、NI Circuit Design Suite のバージョンによって使用できない場合があります。

ご利用のバージョンで利用できる機能のリストについては、ni.com を参照してください。

NI Circuit Design Suite の製品ライン

NI Circuit Design Suite は、EDA（Electronics Design Automation）ツールのパッケージソフトで、回路設計フローにおける主なステップを支援します。

Multisim は、回路図の入力、シミュレーション、および PCB レイアウトのようなダウンステージステップへの準備用に設計された回路図キャプチャおよびシミュレーションプログラムです。Multisim には、混合アナログ / デジタルシミュレーション機能、およびマイクロコントローラコシミュレーションも含まれています。

Ultiboard は、プリント回路基板の設計、特定の基本的な機械 CAD 操作、そして製造の準備に使用します。また、Ultiboard を使用して自動部品配置およびレイアウトを行うことができます。

チュートリアル

本書には、以下の段階的なチュートリアルが含まれています。

- [「Multisim チュートリアル」](#) —Multisim およびその多くの機能を紹介します。
- [「Ultiboard チュートリアル」](#) —Multisim チュートリアルの章で説明する設計のコンポーネント、そしてトレースを配置する方法を説明します。また、部品を自動配置し、自動で経路設定する方法について習得します。

これらの章で説明される機能の詳細については、『Multisim Help』または『Ultiboard Help』を参照してください。

Multisim チュートリアル

この章には、Multisim およびその多くの機能を紹介するチュートリアルが含まれています。

記載されている一部の機能は、NI Circuit Design Suite のバージョンによって使用できない場合があります。

ご利用のバージョンで利用できる機能のリストについては、ni.com を参照してください。

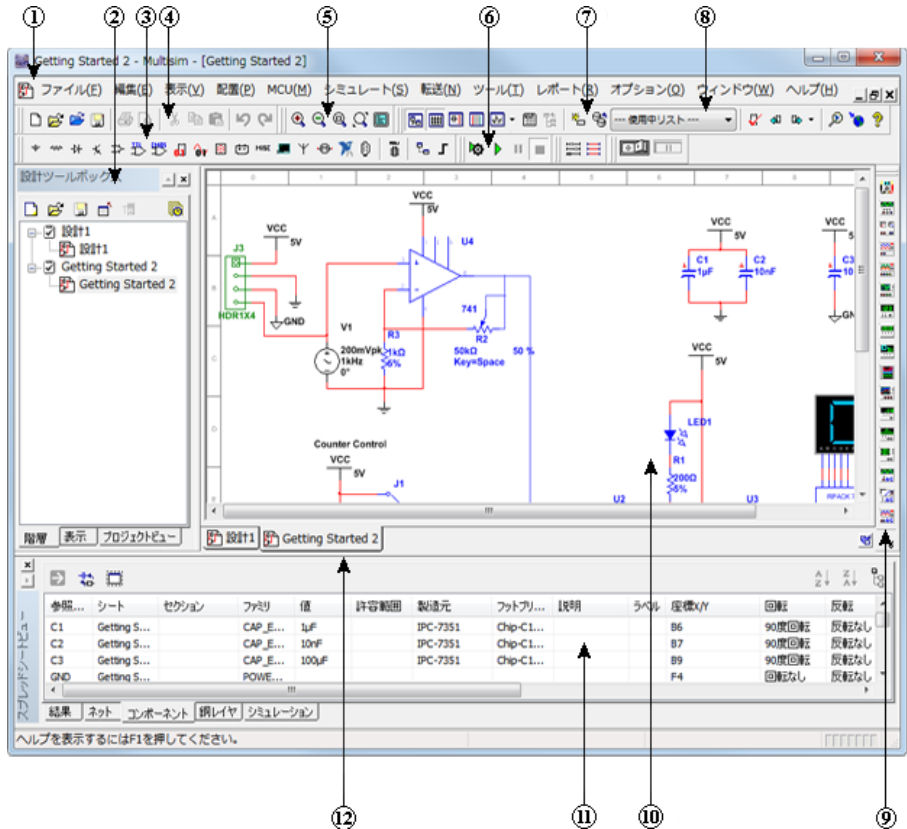
Multisim インタフェースの概要

Multisim は、NI Circuit Design Suite の回路図キャプチャおよびシミュレーションアプリケーションであり、EDA（Electronics Design Automation）ツールのパッケージソフトで、回路設計フローにおける主なステップを支援します。

Multisim は、回路図の入力、シミュレーション、および PCB レイアウトのようなダウンステージステップへのエクスポート用に設計されています。

Multisim のユーザインタフェース

Multisim のユーザインタフェースは、以下の基本要素から構成されています。



- | | | |
|----------------|-----------------|----------------|
| 1 メニューバー | 5 表示ツールバー | 9 計測器ツールバー |
| 2 設計ツールボックス | 6 シミュレーションツールバー | 10 ワークスペース |
| 3 コンポーネントツールバー | 7 メインツールバー | 11 スプレッドシートビュー |
| 4 標準ツールバー | 8 使用中リスト | 12 アクティブタブ |

必要に応じて以下の表を参照してください。

	要素	説明
1	メニューバー	すべての機能へのコマンドがあります。
2	設計ツールボックス	プロジェクトの異なるタイプのファイル（回路図、PCB、レポート）を参照、回路図の階層を表示、そして異なるレイヤを表示または非表示に設定することができます。
3	コンポーネントツールバー	Multisim のデータベースから回路図に配置するコンポーネントを選択するためのボタンがあります。
4	標準 ツールバー	保存、印刷、切り取り、および貼り付けなどの一般的な操作のボタンがあります。
5	表示ツールバー	画面の表示方法を変更するためのボタンがあります。
6	シミュレーションツールバー	開始、停止、およびその他のシミュレーション機能のボタンがあります。
7	メインツールバー	よく使用する Multisim の機能のボタンがあります。
8	使用中リスト	設計で使用中のすべてのコンポーネントのリストが含まれています。
9	計測器 ツールバー	各計測器のボタンがあります。
10	ワークスペース	設計を行う場所です。
11	スプレッドシートビュー	フットプリント、参照番号、属性、および設計制約など、コンポーネントの詳細を含むパラメータの迅速で詳細な表示および編集に使用します。
12	アクティブタブ	作業中の設計を示します。他のタブをクリックして切り替えます。

概要

このチュートリアルでは、回路図キャプチャ、シミュレーション、解析といった回路設計フローについて説明します。次のページで説明する手順に従って、小さなアナログ信号をサンプリング、増幅して簡単なデジタルカウンタでサイクルをカウントする回路を設計します。

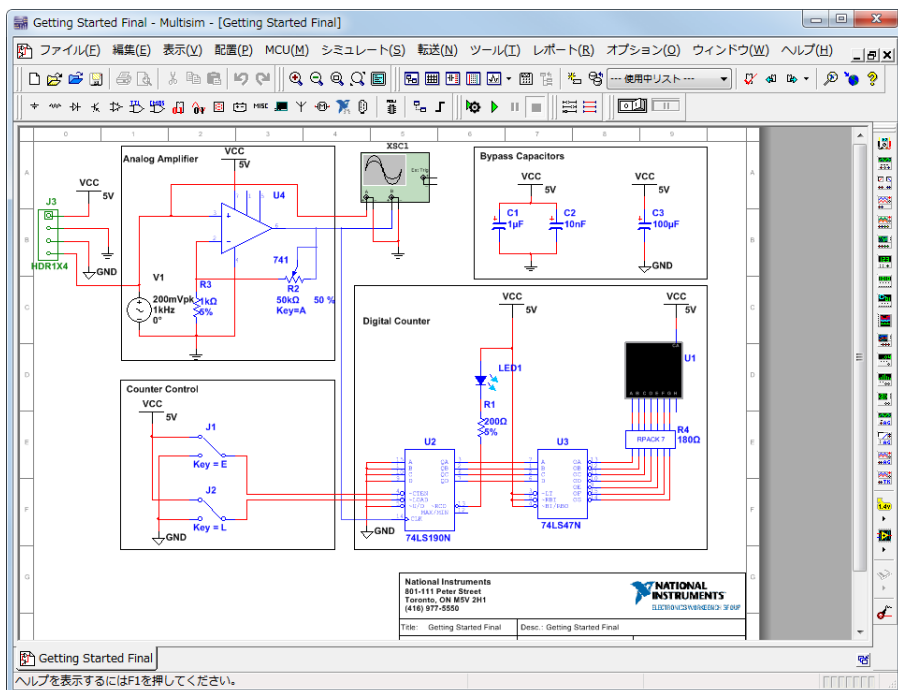
以下の「ヒント」のように、役立つヒントが左側のアイコンによって示されます。



ヒント キーボードで「F1」を押す、またはダイアログボックスのヘルプボタンをクリックすることで、オンラインヘルプにいつでもアクセスすることができます。

回路図キャプチャ

このセクションでは、以下の図のように設計にコンポーネントを配置して配線します。



ファイルを作成する

以下の手順に従い、設計ファイルを作成します。

1. Multisim を起動します。
「設計 1」という空のファイルがワークスペースで開きます。
2. **ファイル**→**別名で保存**を選択して、Windows 標準の保存ダイアログを表示します。
3. ファイルを保存する場所へ移動し、**ファイル名**に `MyGettingStarted` と入力して**保存**ボタンをクリックします。



ヒント データを間違えて削除した場合のために、**グローバルオプション** ダイアログボックスの**保存**タブでファイルの**自動バックアップ**を設定することができます。

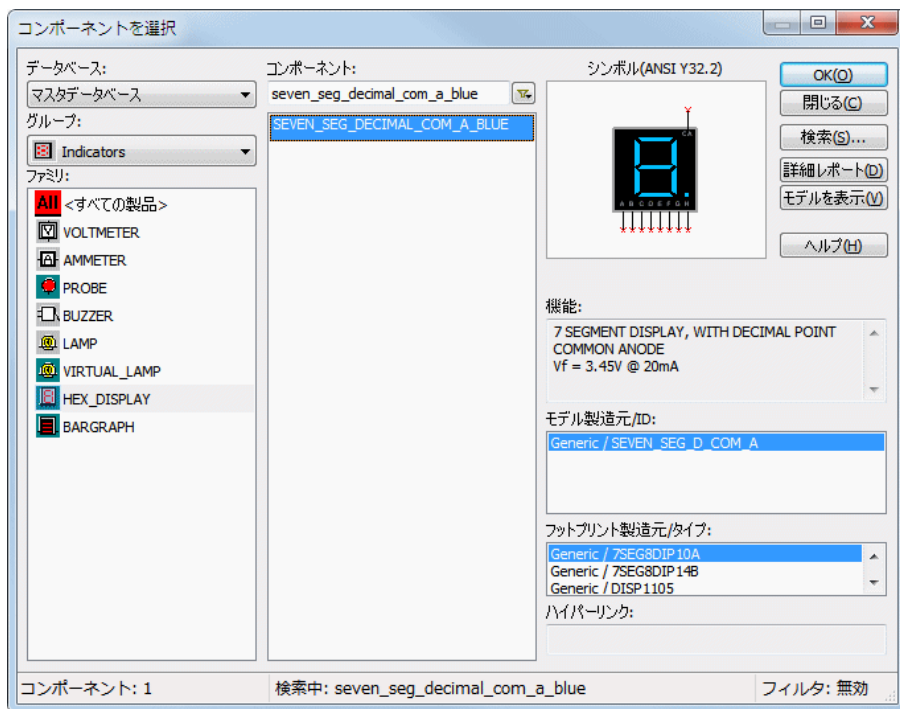
コンポーネントを配置する

以下の手順に従い、`MyGettingStarted` にコンポーネントを配置します。

1. **配置**→**コンポーネント** を選択して**コンポーネントを選択**ダイアログボックスを表示します。
2. **グループ**から **Indicators** コンポーネントを、**ファミリ**から **HEX_DISPLAY** コンポーネントを選択します。
3. **コンポーネント**フィールドに `seven_seg_decimal_com_a_blue` と入力します。
入力する際、ブラウザの下にある**検索中**フィールドに文字列が表示されます。一致するコンポーネント名が**コンポーネント**リストに表示されます。

- 以下に示すように、必要なコンポーネントが表示されたら **OK** をクリックします。

コンポーネントのゴースト画像がカーソル上に表示されます。



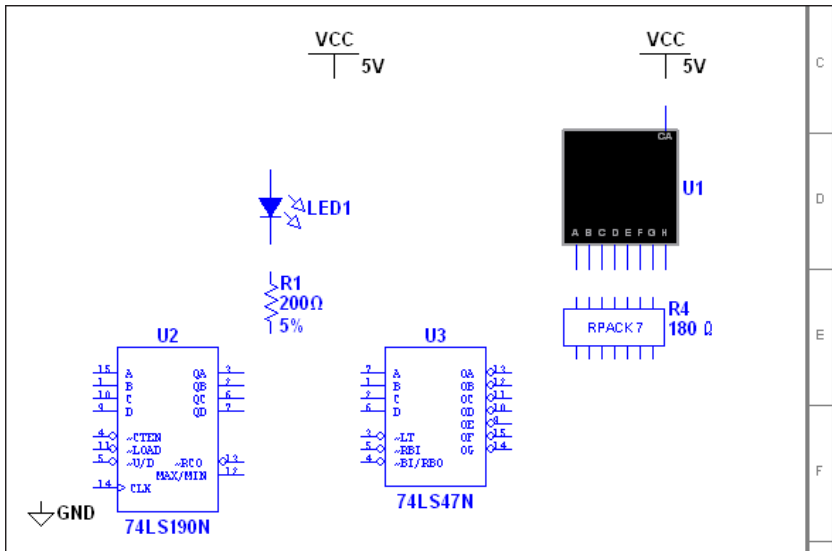
- カーソルをワークスペースの右下へ移動し、クリックしてコンポーネントを配置します。

このコンポーネントの参照番号は **U1** となります。

6. 残りのコンポーネントを下の図のようにデジタルカウンタ用の領域に配置します。

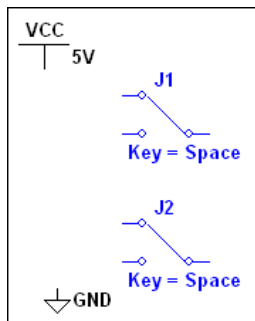


ヒント 各コンポーネントの**グループ**および**ファミリ**の場所は「**コンポーネントの位置**」にリストされています。



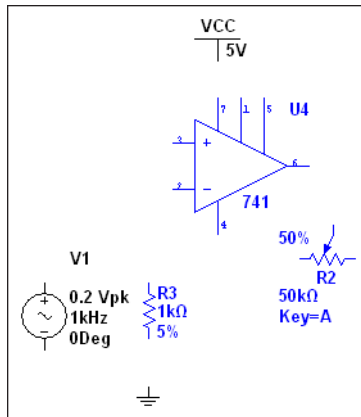
ヒント 200Ω の抵抗を配置する場合は、キーボードで <Ctrl-R> を押して、縦になるよう回転させます。

7. 下の図のように、カウンタ制御用の領域にコンポーネントを配置します。

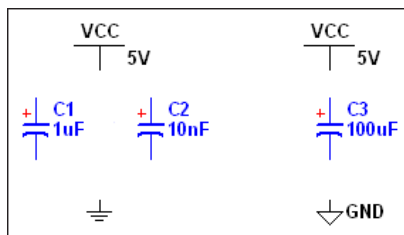


8. 各 SPDT スイッチを右クリックして**水平方向反転**を選択します。

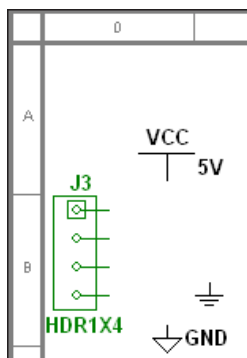
9. 下の図のように、アナログ増幅用の領域にコンポーネントを配置します。部品は必要に応じて回転させます。



10. AC 電圧信号ソース (V1) をダブルクリックし、**電圧 (Pk)** を 200 mV に変更し、**OK** をクリックしてダイアログを閉じます。
11. 下の図のように、バイパスコンデンサ用の領域にコンポーネントを配置します。



12. 下の図に示されるように、ヘッダと関連コンポーネントを配置します。



コンポーネントの位置

以下の表に、**コンポーネントを選択**ダイアログボックスでこの設計に対するすべてのコンポーネントの場所を示します。



ヒント 各コンポーネントの参照番号（例：U1、U2 など）は、配置した順番に割り当てられます。したがって、コンポーネントを配置する順番によっては、上の図と参照番号が異なる場合があります。これは、設計の動作には影響しません。

コンポーネント	グループ	ファミリ
VCC GND - DGND GROUND	Sources	POWER_SOURCES
LED1 - LED_blue	Diodes	DIODES_VIRTUAL
U1 - 7-segment display	Indicators	HEX_DISPLAY
U2 - 74LS190N U3 - 74LS47N	TTL	74LS
R1 - 200 Ω	Basic	RESISTOR
R2 - 1 k potentiometer	Basic	POTENTIOMETER
R3 - 1 k	Basic	RESISTOR
R4 - 10Line_Bussed	Basic	RPACK
J1, J2 - SPDT	Basic	SWITCH
U4 - 741	Analog	OPAMP
V1 - AC_VOLTAGE	Sources	SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES
C1 - 1 μF C2 - 10 nF C3 - 100 μF	Basic	CAP_ELECTROLIT
J3 - HDR1X4	Connectors	HEADERS_TEST



メモ 抵抗、インダクタ、コンデンサを配置する場合、**コンポーネントを選択**ダイアログボックスには他のコンポーネントとは若干異なるフィールドがあります。これらを配置する際、コンポーネント値（例：抵抗値）、タ

イブ（例：炭素膜）など任意の組み合わせを選択することができます。PCB レイアウトにエクスポートされるコンポーネントを配置する場合は、選択する値の組み合わせが実際に購入可能なコンポーネントであることに注意する必要があります。

設計を配線する

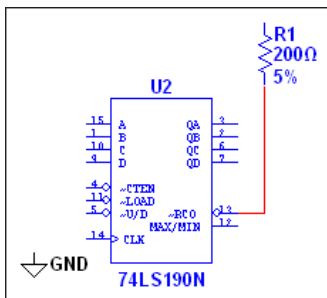
すべてのコンポーネントには、他のコンポーネントまたは計測器に配線するためのピンがあります。カーソルをピンの上に配置すると十字に変化し、配線を開始できるようになります。



ヒント ワークスペースに配置した設計を配線するか、Getting Started フォルダ (samples フォルダ内) から Getting Started 1 を使用することもできます。

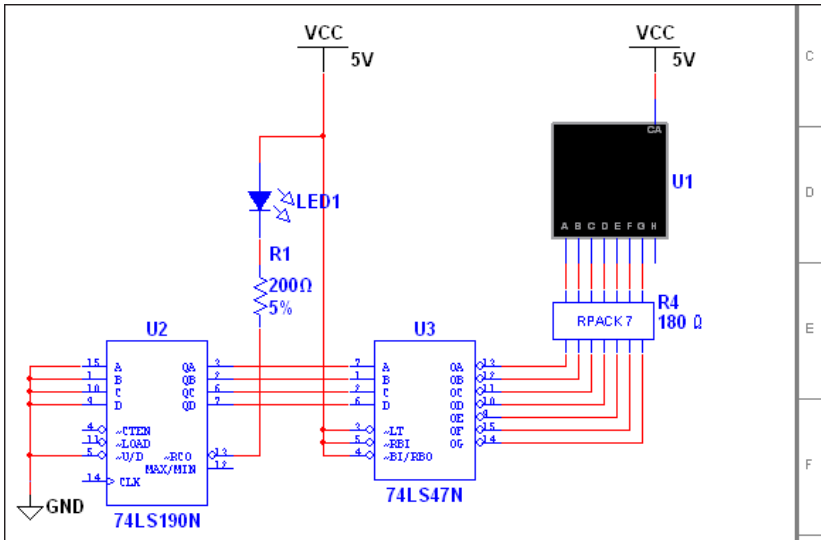
以下の手順に従い、設計を配線します。

1. コンポーネントのピンをクリックして接続を開始し（ポイントが十字に変化します）、マウスを移動させます。
カーソルの動きに合わせてワイヤが表示されます。
2. 2 番目のコンポーネントのピンをクリックして接続を完了します。
以下に示されるように、Multisim は適切な構成にワイヤを自動的に配置します。



ヒント 配線中にマウスをクリックして、ワイヤの位置を指定することもできます。マウスをクリックするたびに、ワイヤがそのポイントに固定されます。

3. 下の図に示されるように、デジタルカウンタ領域のコンポーネントを配線します。

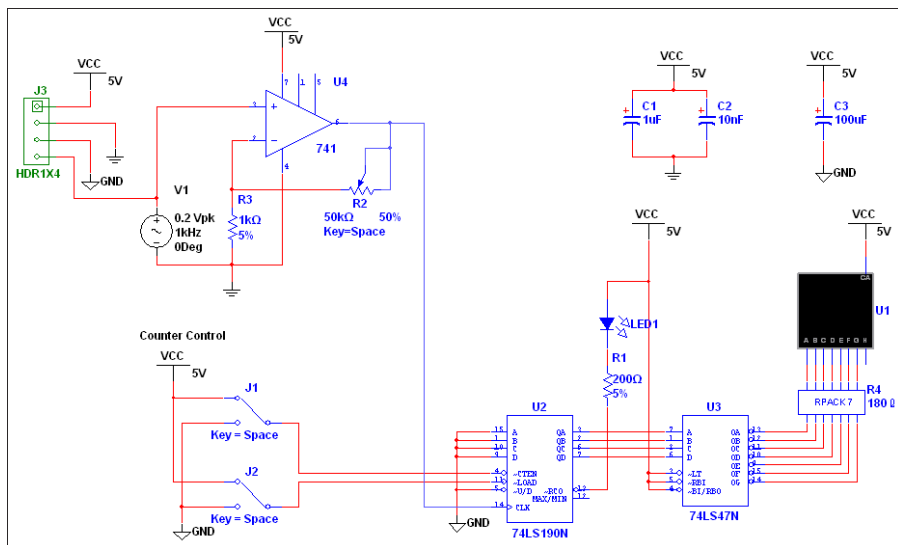


ヒント U3 や R4 などのマルチピンデバイスをバスで接続するには、**バスベクトル接続**を使用します。詳細については、『Multisim Help』を参照してください。



ヒント 仮想配線 - カウンタ制御領域とデジタルカウンタ領域の間のオンページコネクタを使用した接続では、仮想接続を使用して配線を簡潔にすることができます。詳細については、『Multisim Help』を参照してください。

4. 下の図のように配線を完了します。



シミュレーション

設計を Multisim でシミュレートすると、設計フローの早い段階でエラーを検出することができ、時間とコストを削減することができます。

仮想計測器

このセクションでは、設計のシミュレーションを実行して結果を仮想オシロスコープに表示します。



ヒント Getting Started フォルダ (samples フォルダ内) から Getting Started 2 を使用することもできます。

1. J1、J2、および R2 の操作キーを設定します。
 - a. 各コンポーネントをダブルクリックし、**値**タブを選択します。
 - b. **トグルキー**フィールドに、J1 に対して「E」、J2 に対して「L」を選択します。
 - c. R2 の**キー**フィールドに「A」を選択します。



メモ J1、J2、R2 は対話式コンポーネントです。

2. キーボードの <E> を押してカウンタを有効にします。
または
カーソルを「J1」の上に移動すると表示されるスイッチアームをクリックします。
有効はアクティブ LOW です。
3. **シミュレート→計測器→オシロスコープ**を選択して、ワークスペースにオシロスコープを配置します。
4. 手順 7 で示されるように計測器を配線します。



ヒント オシロスコープのトレースを簡単に区別するには、スコープの **B** 入力に配線されているワイヤを右クリックし、表示される詳細メニューから**セグメントカラー**を選択します。たとえば青など、**A** 入力に接続されているワイヤと異なる色を選択します。(ワイヤの色の変更やその他の編集機能は、シミュレーションの実行中に実行できません。)

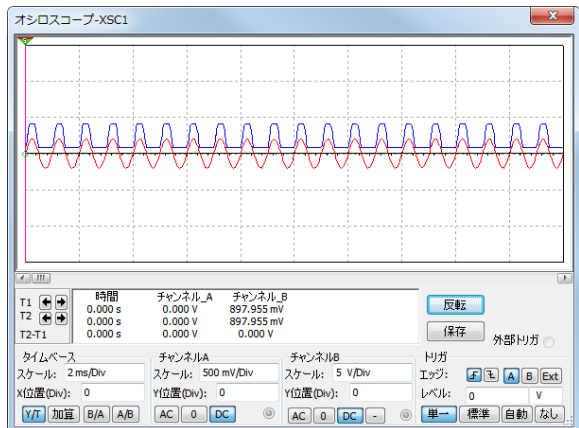
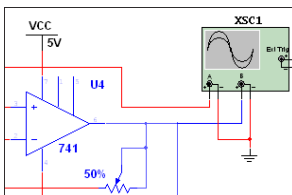
5. オシロスコープのアイコンをダブルクリックして計測器を表示します。
6. **シミュレート→実行**を選択します。



オペアンプの出力がスコープに表示されます。

7. **タイムベース**を 2 ms/Div に変更して、チャンネル A の**スケール**を 500 mV/Div に設定します。

以下がオシロスコープに表示されます。



設計のシミュレーション実行中に、7 セグメントのカウンタの数値が増加し、各カウントサイクルの終わりに LED が点滅します。

8. 以下の操作を行います。
 - a. シミュレーション実行中にキーボードの <E> キーを押して、カウンタを有効 / 無効に切り替えます。有効はアクティブ LOW です。
 - b. <L> キーを押してカウンタにゼロをロードします。ロードはアクティブ LOW です。
 - c. <Shift-A> キーを押して、ポテンシオメータの設定値の減分を確認します。<A> キーを押して設定値を増分し、同じ操作を繰り返します。



ヒント 上記のキーを押す代わりに、マウスで回路図上の対話式コンポーネントを直接操作することができます。

解析

このセクションでは、**AC 解析**を用いてアンプの周波数応答を検証します。

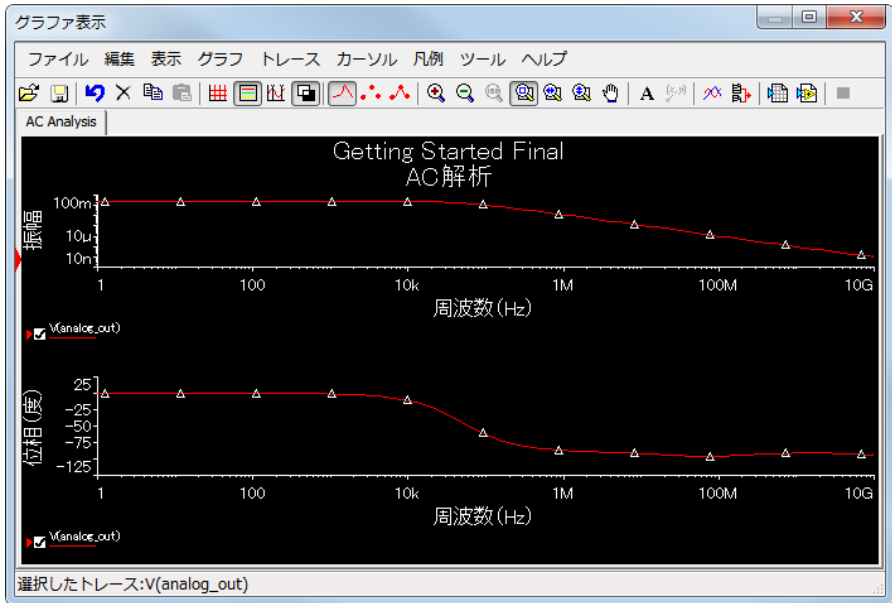
オペアンプの出力で **AC 解析**を実行するには、以下の手順に従います。

1. オペアンプのピン 6 に接続されているワイヤの上でダブルクリックします。
ネットプロパティダイアログボックスが表示されます。
2. **推奨ネット名**を `analog_out` に変更し、**OK** をクリックしてダイアログボックスを閉じます。
3. **シミュレート**→**解析**→**AC 解析**を選択して、**出力タブ**をクリックします。
4. **回路内の変数** (左) 列の `V(analog_out)` をハイライトし、**追加**をクリックします。

`V(analog_out)` が**解析用に変数を選択** (右) 列に移動します。

これは、シミュレーションの後にノードの電圧 `V(analog_out)` が表示されることを示します。

5. シミュレーションをクリックします。
解析結果が**グラフ**に表示されます。

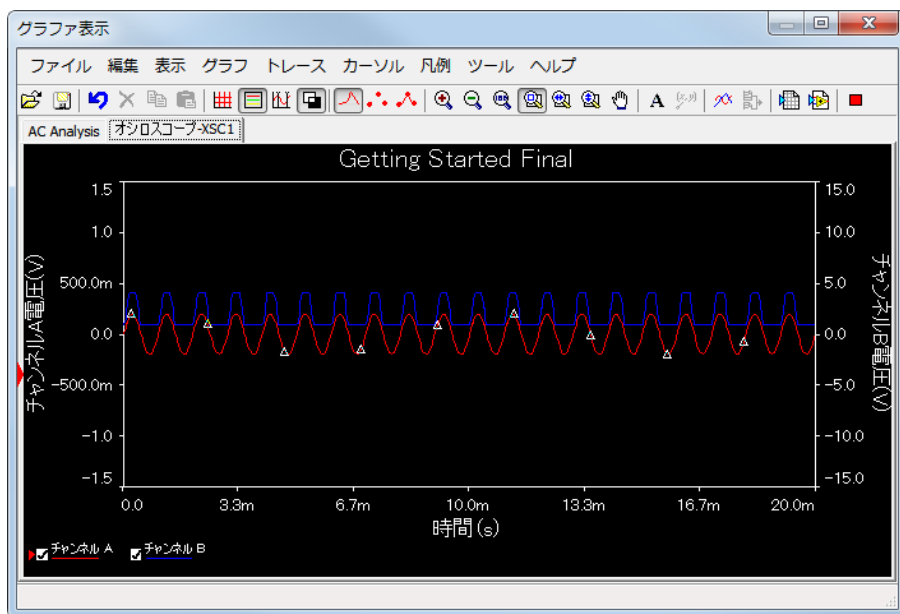


グラフ

グラフは、グラフや表を表示、調整、保存、エクスポートするための多目的表示ツールです。Multisim によるすべての解析結果のグラフや表、または一部の計測器（例：オシロスコープ）のトレースのグラフを表示するために使用します。

グラフ上にシミュレーションの結果を表示するには、以下の手順に従います。

1. 上記の説明に従って、オシロスコープを使用したシミュレーションを実行します。
2. **表示**→**グラフ**を選択します。



後処理

後処理では、解析結果を処理して結果をグラフまたはチャートにプロットすることができます。解析結果で実行できる数学演算の種類は、算術演算、三角関数、指数関数、対数関数、複素演算、ベクトル演算、および論理演算です。

レポート

Multisim では、**材料表 (BOM)**、**コンポーネント詳細レポート**、**ネットリストレポート**、**回路図統計**、**スベアゲート**、および**相互参照レポート**などの多くのレポートを生成できます。

以下のセクションでは、チュートリアル設計の例として **BOM** を使用します。

材料表

材料表は、設計で使用されるコンポーネントの一覧で、回路基板の製造に必要なコンポーネントの概要を示します。

各コンポーネントに対して提供される情報には、以下が含まれます

- 必要な数量。
- コンポーネントのタイプ（例：抵抗）および値（例：5.1 kΩ）などの説明。

- 参照番号。
- パッケージまたはフットプリントの名前。

設計の BOM（材料表）を作成するには、以下の手順に従います。

1. **レポート→材料表**を選択します。

以下のようなレポートが表示されます。

材料表 (ドキュメント: Getting Started 2)

	数量	説明	参照番号	パッケージ
1	1	RPACK_VARIABLE_2X7, 180Ω	R4	IPC-2221A/2222WDIP-14
2	1	SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_A_BLUE	U1	Generic#7SEG8DIP 10A
3	1	74LS, 74LS47N	U3	IPC-2221A/2222#NO16
4	1	CAP_ELECTROLIT, 1μF	C1	IPC-7351#Chip-C1210
5	1	CAP_ELECTROLIT, 10nF	C2	IPC-7351#Chip-C1210
6	1	CAP_ELECTROLIT, 100μF	C3	IPC-7351#Chip-C1210
7	1	GENERIC, HDR.1X4	J3	Generic#HDR.1X4
8	2	SWITCH, SPDT	J1, J2	Generic#SPDT
9	1	LED_blue	LED1	Ultiboard#LED9R2_5Vb
10	1	RESISTOR, 1kΩ 5%	R3	IPC-7351#Chip-R0805
11	1	POTENTIOMETER, 50kΩ	R2	Generic#LIN_POT
12	1	RESISTOR, 200Ω 5%	R1	IPC-7351#Chip-R0805
13	1	OPAMP, 741	U4	IPC-2221A/2222WDIP-8
14	1	74LS, 74LS190N	U2	IPC-2221A/2222#NO16

材料表を印刷するには、**プリンタへ送信**ボタンをクリックします。標準の**印刷**ダイアログボックスが表示され、プリンタ、部数などを選択できます。



材料表を保存するには、**テキストファイルへ保存**ボタンをクリックします。Windows 標準のファイル保存ダイアログボックスが表示され、パスとファイル名を指定することができます。



材料表は主に調達および製造プロセスの支援が目的であるため、実際のコンポーネントのみが含まれています。ソースや仮想コンポーネントなどの実物ではない、またはは

購入不可能なコンポーネントは除外されます。フットプリントに割り当てられていないコンポーネントは、材料表に表示されません。

設計の実際のコンポーネントではないコンポーネントの一覧を表示するには、**仮想コンポーネントを表示**ボタンをクリックします。別のウィンドウにこれらのコンポーネントのみを表示します。



この詳細情報および他のレポートについては、『Multisim Help』を参照してください。

Ultiboard チュートリアル

この章のチュートリアルでは、Multisim チュートリアル の章に記載される回路の部品およびトレースを配置する方法を説明します。

記載されている一部の機能は、Ultiboard のバージョンによって使用できない場合があります。

ご利用のバージョンで利用できる機能のリストについては、ni.com を参照してください。

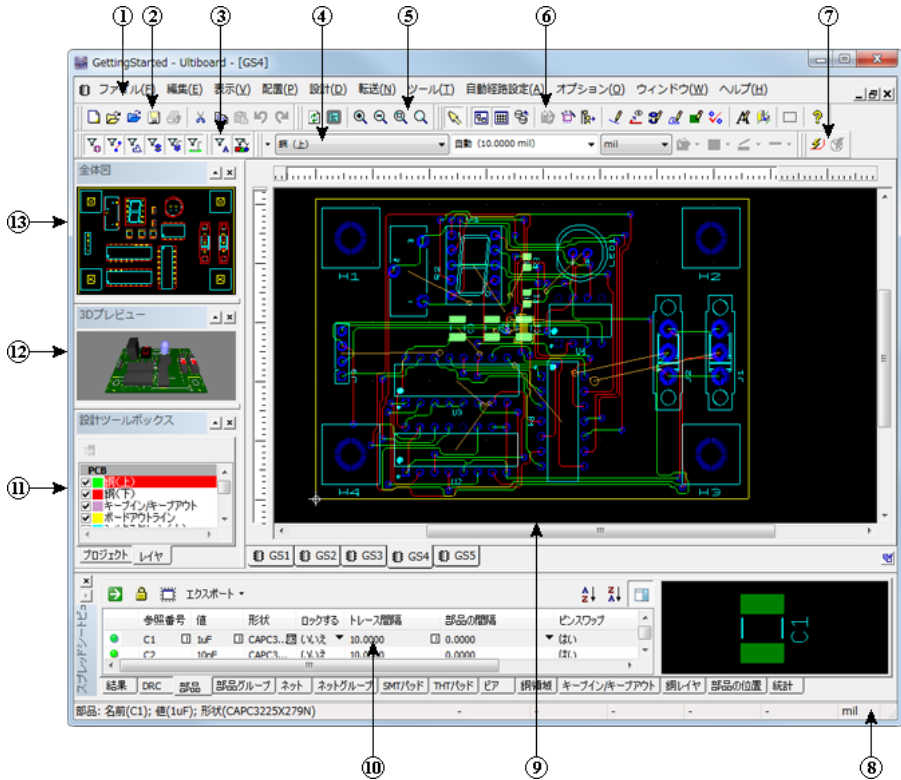
Ultiboard インタフェースの概要

Ultiboard は、NI Circuit Design Suite の PCB レイアウトアプリケーションであり、EDA (Electronics Design Automation) ツールのパッケージソフトで、設計フローにおける主なステップを支援します。

Ultiboard は、プリント回路基板のレイアウトおよび経路設定、特定の基本的な機械 CAD 操作の実行、そしてボードの製造の準備に使用します。また、Ultiboard を使用して自動部品配置およびワイヤ経路設定を行うことができます。

Ultiboard のユーザインタフェース

Ultiboard のユーザインタフェースは、複数の要素から構成されています。



- | | | | |
|-------------|---------------|----------------|--------------|
| 1 メニューバー | 5 表示ツールバー | 8 ステータスバー | 11 設計ツールボックス |
| 2 標準ツールバー | 6 メインツールバー | 9 ワークスペース | 12 3D プレビュー |
| 3 選択ツールバー | 7 自動経路設定ツールバー | 10 スプレッドシートビュー | 13 全体図ビュー |
| 4 描画設定ツールバー | | | |

必要に応じて以下の表を参照してください。

	要素	説明
1	メニューバー	すべての機能へのコマンドがあります。
2	標準 ツールバー	保存、印刷、切り取り、および貼り付けなどの一般的な操作のボタンがあります。
3	選択ツールバー	より多くの部品およびトレースをボードに追加すると、それらの中から使用するものだけを選択することが難しくなります。このツールバーには、選択の制御に使用するボタンが含まれています。
4	描画設定ツールバー	このツールバーでは、描画するラインまたはオブジェクトの太さおよび測定単位、そしてレイヤを選択することができます。このツールバーにはまた、ラインの外観、そしてレイヤに描画する形状を制御する機能のボタンが含まれています。
5	表示ツールバー	画面の表示方法を変更するためのボタンがあります。
6	メインツールバー	よく使用する設計機能のボタンがあります。
7	自動経路設定ツールバー	自動経路設定および部品配置機能があります。
8	ステータスバー	役立つ情報や重要情報を表示します。
9	ワークスペース	PCB のレイアウトを行う場所です。
10	スプレッドシートビュー	このビューでは、フットプリント、形状、参照番号、属性、および設計制約など、部品の詳細を含むパラメータの迅速で詳細な表示および編集が可能です。
11	設計ツールボックス	プロジェクトファイルを参照したり、設計の異なる要素を表示、非表示、または淡色表示にします。
12	3D プレビュー	ボードの 3 次元プレビューを表示することができます。
13	全体図ビュー	設計の全体図を表示し、ワークスペースでの操作を簡単にします。

チュートリアルを開く

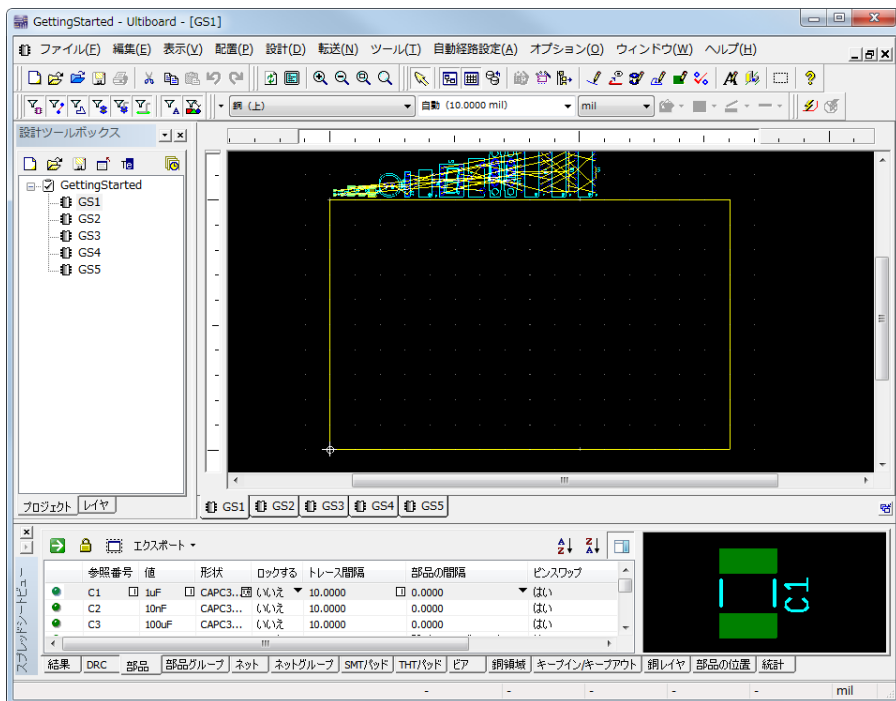
チュートリアルファイルを開くには、以下の手順に従います。

1. Ultiboard を起動して**ファイル→サンプルを開く**を選択し、GettingStarted フォルダをダブルクリックして開きます。
2. GettingStarted を選択し、**開く**をクリックします。
プロジェクトファイルが Ultiboard にロードされます。



ヒント Multisim から Ultiboard に設計をエクスポートする方法については、『Multisim Help』および『Ultiboard Help』を参照してください。

3. 設計 GS1 を選択します。



ヒント プロジェクトから設計（例：GS1）を選択するには、そのタブをクリックするか、**設計ツールボックス**の**プロジェクト**タブ内の名前をクリックします。

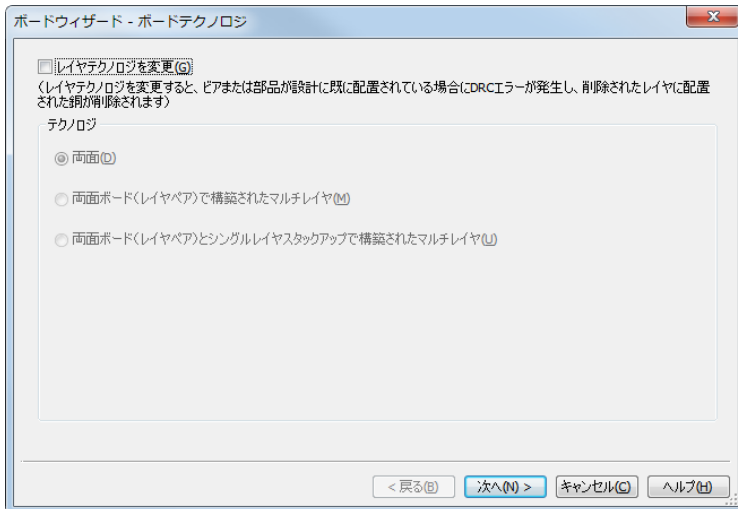
ボードアウトラインを作成する

ボードアウトラインはすでに存在しますが、この設計の部品に適したサイズのボードアウトラインを以下のいずれかの方法で作成することができます。

- 描画ツールを使用してボードアウトラインを描画。
- DXF ファイルをインポート。
- **ボードウィザード**を使用。

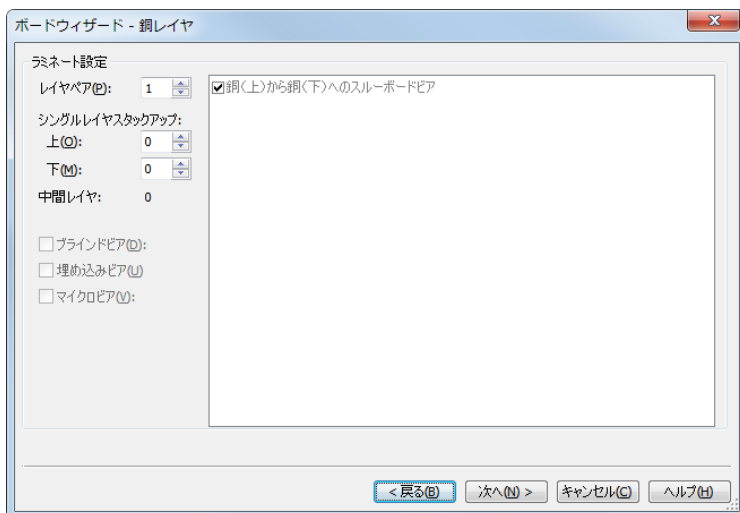
以下の手順に従い、**ボードウィザード**を使用します。

1. **レイヤタブ**で**ボードアウトライン**をダブルクリックして、レイヤをアクティブにします。
2. GS1 設計で既存のボードアウトラインをクリックして、キーボードで **Delete** を押します。
3. **ツール**→**ボードウィザード**を選択します。



4. **レイヤテクノロジーを変更**オプションを選択して、**テクノロジー**オプションが利用できるようにします。
5. **両面ボード (レイヤペア) とシングルレイヤスタックアップで構築されたマルチレイヤ**を選択して、**次へ**をクリックします。

次のダイアログボックス (**銅レイヤ**) で、ボードの**ラミネート設定**を定義します。(このチュートリアルでは設定は変更しません。)



6. **次へ**をクリックします。

ボードウィザード - ボードの形状ダイアログボックスでは、以下に注意してください。

- 単位**が **mil** に設定されている。
- 基準ポイント**で**アライメント**が**下（左）**に設定されている。
- ボードの形状とサイズ**で**長方形**オプションが設定されている。
- 幅**を 3000 に、**高さ**を 2000 に設定する。
- 間隔**を 5.00000 に設定する。

これは部品または要素を配置しない、ボードの端からの距離です。

7. **終了**をクリックします。

ボードアウトラインは設計に配置されます。



メモ ボードウィザードの詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

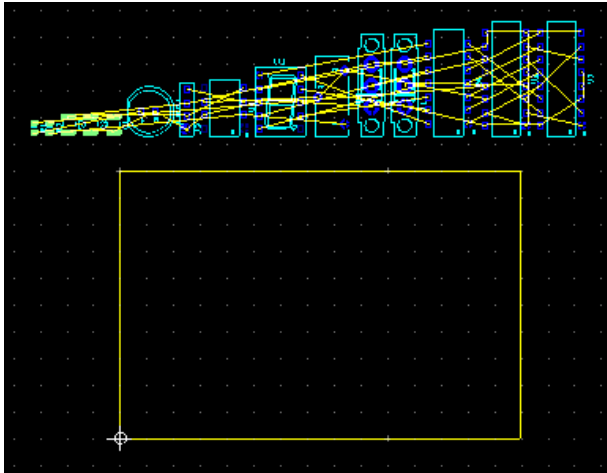
以下の手順に従い、ボードアウトラインを移動します。

- レイヤタブのボードアウトライン**をダブルクリックします。
- ワークスペースのボードラインをクリックして、ボードを部品の行のすぐ下にドラッグします。

以下の手順に従い、基準ポイントを変更します。

- 設計→基準ポイントを設定**を選択します。
カーソルに基準ポイントが表示されます。

2. カーソルをボードラインの左下へ移動し、クリックして配置します。



部品を配置する

GS1 設計にさまざまな方法で部品を配置することができます。

- ボードアウトラインの外側から 1 つまたは複数の部品を選択して所定の位置へドラッグする。
- **スプレッドシートビュー**の**部品**タブを使用して部品を検索して配置する。
- データベースから部品を選択して配置する。



ヒント **配置→部品配置を取り消し**コマンドを使用して、ロックされていないすべての部品を PCB から素早く削除して、異なる配置方法を試すことができます。

ボードアウトラインの外側から部品をドラッグする

デフォルトでは、Multisim または他の回路図キャプチャプログラムからのネットリストを開くと、コンポーネントはボードアウトラインの外側に配置されています。

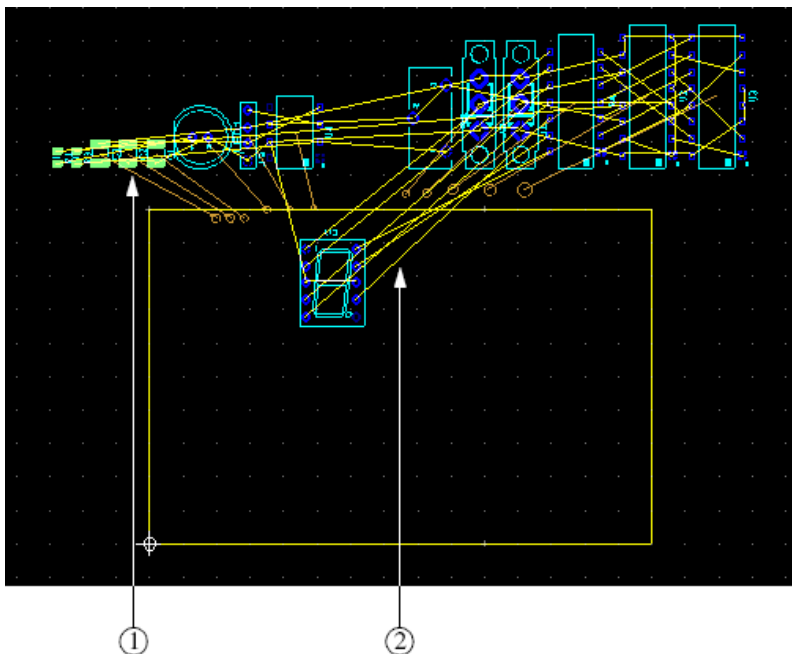
以下の手順に従い、U1 をボードアウトラインの外側にドラッグします。

1. **設計ツールボックス**で銅（上）レイヤをダブルクリックして、アクティブレイヤにします。
2. ボードアウトラインの外側の部品のコレクションの中から U1 を探します。マウスホイールを使用して、U1 が見えるまでズームインすると簡単です。



ヒント また、**編集→検索**コマンドで部品を検索することもできます。このコマンドは他のアプリケーションの検索機能のような役割を果たし、名前、番号、形状、値、またはすべての変数から検索することができます。詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

3. U1 (7 セグメント表示器) をクリックして、下記の図に表示される位置にドラッグします。



1 フォースベクトル (オレンジのライン)

2 ラツツネスト (黄色のライン)

U1 は選択されたままです。これは、アプリケーションにおける Ultiboard の重要な点であり、すべての操作を明示的に終了する必要があります。

ワークスペースの空白部分をクリックして、部品を選択解除します。また、右クリックすると現在の操作が終了します。

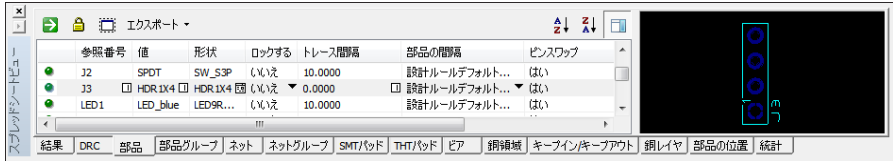
4. **スプレッドシートビューの部品タブ**へ移動し、U1 が表示されるまでスクロールします。

部品の隣の緑のライトがやや明るくなっていることに注意してください。これは、部品が配置されたことを示しています。

部品タブから部品をドラッグする

以下の手順に従い、部品を**部品タブ**からドラッグします。

1. **部品タブ**で J3 が表示されるまでスクロールします。



2. 表の J3 をクリックして、**部品タブ**からワークスペースにドラッグします。
ポインタの動きに合わせて J3 が表示されます。
3. J3 をボードの左側のエッジの、ほぼ中央にドロップします。

部品タブの J3 の緑色のライトはやや明るくなり、部品が配置されたことを示しています。

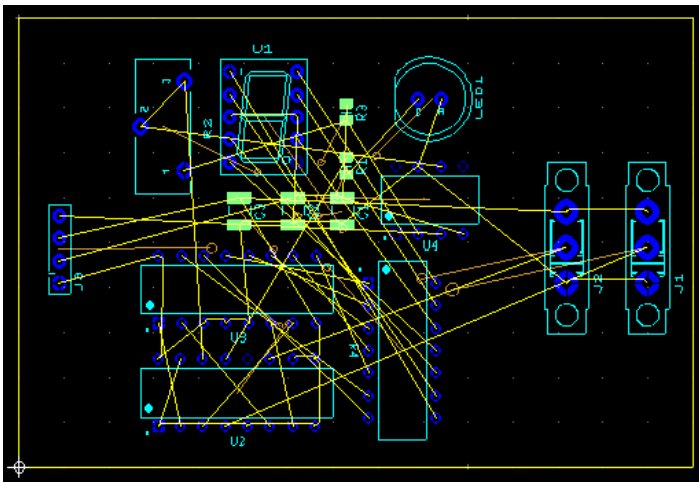
チュートリアル部品を配置する

任意の方法、または任意の方法の組み合わせで、以下の図のようなレイアウトを作成してください。



ヒント すでにこのように配置されている、プロジェクトの次の設計ファイル、GS2 を使用することもできます。

設計は以下のようになります。



データベースから部品を配置する

設計にインポートされた部品を配置する以外に、データベースから直接部品を配置することができます。以下では、この方法を使用して取り付け穴を配置します。

以下の手順に従い、データベースから部品を配置します。

1. **配置→データベースから**を選択します。



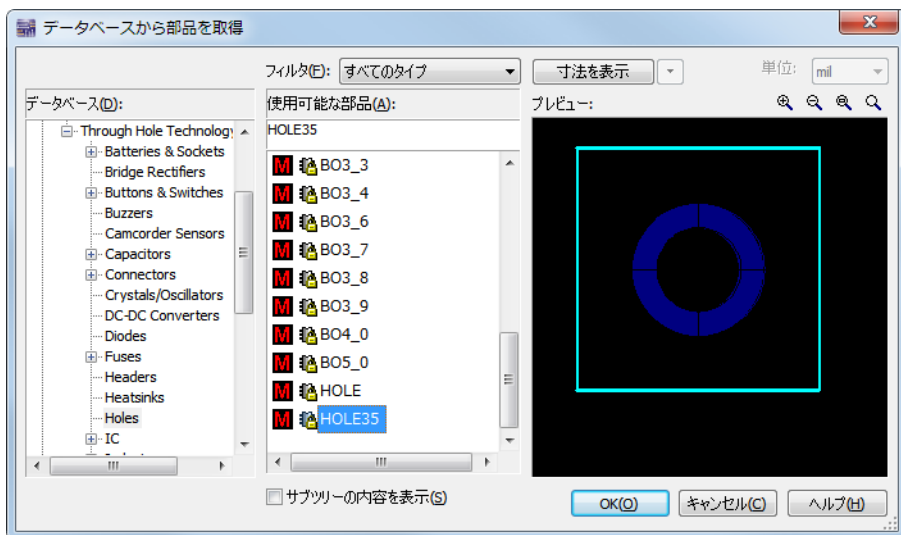
データベースから部品を取得ダイアログボックスが表示されます。

2. **データベース**パネルで、**Ultiboard マスタ→Through Hole Technology Parts** カテゴリを展開し、**Holes** カテゴリを参照します。

使用可能な部品パネルに部品が表示されます。

3. **使用可能な部品**パネルで、**HOLE35**を選択します。

プレビューパネルに部品が表示されます。

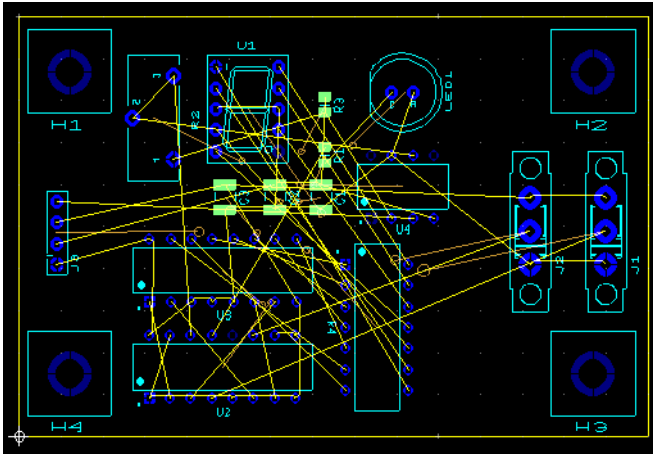


4. **OK**をクリックします。

データベースから部品を取得ダイアログボックスが消え、**部品の参照番号**を入力ダイアログボックスが表示されます。

5. **形状 HOLE35 の参照番号**に「H1」と、**値**に「HOLE」と入力し、**OK**をクリックします。
6. ボード上にポインタを移動します。
ポインタに部品が表示されます。

7. 左上隅の位置に穴を移動し、クリックしてボードにドロップします。
形状 HOLE35 の参照番号が自動的に H2 に増分された**部品の参照番号**を入力ダイアログボックスが再び表示されます。
8. 値に「HOLE」と入力して **OK** をクリックし、次の取り付け穴を右上隅に配置します。
9. 同じ作業を繰り返して H3 を右下隅に配置し、H4 を左下隅に配置します。
10. **キャンセル** をクリックして停止し、**キャンセル** をもう一度クリックします。
データベースから部品を取得ダイアログボックスが閉じます。



部品を移動する

配置する方法と同じ方法で部品を移動することができます。

クリックすると、ボード上にすでにある部品を選択できます。

選択した部品の移動先の X/Y 座標を指定するには、数値キーパッドの * キーを押します。

または、**部品**タブで配置した部品（隣に緑色のライトで示される）を選択し、新しい場所にドラッグします。



ヒント 部品のラベルとパッドは、形状とは別の要素です。ボードの部品を選択する場合は、ラベルまたはパッドだけでなく部品全体を選択してください。必要に応じて**選択フィルタ**を使用してください。詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。



ヒント 部品を選択したら、キーボードの矢印キーを押して、ボード上で移動することもできます。

部品のグループを選択して同時に移動するには、以下のいずれかを行います。

- <Shift> キーを押したまま、複数の部品をクリックする。
- いくつかの部品の周りをマウスでドラッグしてボックスで囲む。

選択されたすべての部品は、ポインタをドラッグすると移動します。



ヒント これらは一時的なグループで、他の部品を選択するとグループ接続は解除されます。グループが削除するまで残るようするには、**グループエディタ**を使用します。詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

編集→整列コマンドを使用して、選択した部品の端を揃えるか、部品間のスペースを相対的に設定します。

編集→整列コマンドを使用して、配置した取り付け穴を揃えます。

1. H1 を選択して、<Shift> キーを押したまま H2 を選択します。
2. **編集→整列→上揃え**を選択します。
H2 が H1 に沿って配置されていなかった場合は、H2 が移動します。
3. ボード上の空白をクリックして、H2 と H3 を選択します。
4. **編集→整列→右揃え**を選択します。
5. 同様に H3 と H4 の下端、および H1 と H4 の左端を揃えます。

トレースを配置する

トレースの配置には以下のオプションがあります。

- 手動トレース
- 誘導型トレース
- 接続マシントレース

手動トレースは、ユーザの設定に従って、コンポーネントまたはトレースを介する場合も指定した通りに配置されます。

誘導型トレースは、マウス操作で選択したピン間に有効なトレースを自動的に描画します。ピンからピンへ移動することで、有効なトレースを作成することができます。

接続マシントレースは、最も効率の良い経路で 2 つのピンを自動的に接合します。オプションで経路を変更することもできます。

トレースを配置する際は、最後にクリックして固定する前に解除することによってセグメントを削除することができます。

手動トレースを配置中にクリック、もしくは誘導型トレースまたは接続マシントレースで方向を変更するたびに、トレースの個別のセグメントが作成されます。



ヒント トレースの操作をする場合、最適なセグメントを選択するか、必要であればトレース全体を選択します。

手動トレースを配置する

今まで作業してきた設計を継続して使用するか、GS3 を使用します。

開始する前に**銅（上）**レイヤが選択されていることを確認してください。**銅（上）**が**設計ツールボックスのレイヤタブ**で赤でハイライトされているはずです。



ヒント 必要な場合は、<F7> を押して設計全体を表示します。

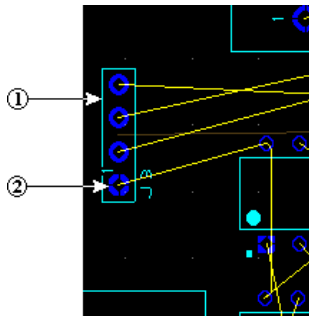
以下の手順に従い、トレースを手動で配置します。

1. **配置→ライン**を選択します。



ヒント **ライン**コマンドは任意のレイヤ上にラインを作成するために使用します。結果は、選択するレイヤによって異なります。たとえば、選択したレイヤがシルクスクリーンの場合、PCB のシルクスクリーンレイヤ上にラインが作成されます。選択したレイヤが銅の場合、ラインが実際のトレースになります。

2. ボードの左側にある J3 を検索し、下記に示される開始ピンを検索します。



1 部品 J3

2 開始ピン



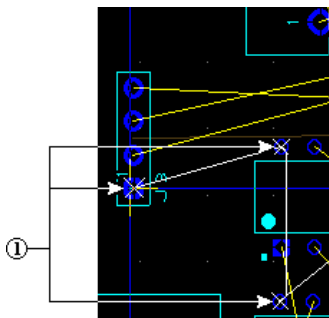
ヒント フォースベクトルを無効にするか淡色表示すると、ネットをより明確に表示できます。**設計ツールボックスのレイヤタブのフォースベクトルチェックボックス**と**カラーチューザ**を使用して表示を変更します。**フォースベクトル**については、『Ultiboard Help』を参照してください。



ヒント 部品を検索できない場合は、**部品タブの検索機能**を使用します。**部品タブ**で部品を選択して、**部品を検索して選択ボタン**をクリックします。部品は、ワークスペースに表示されます。必要な場合は、マウスホイールを使用してさらにズームインします。

3. 上記のステップで指定されたピンをクリックします。

Ultiboard は、クリックしたピンと同じネット上のすべてのピンを X 印でハイライトします。これらは回路図の接続に対応した接続するピンを示しています。

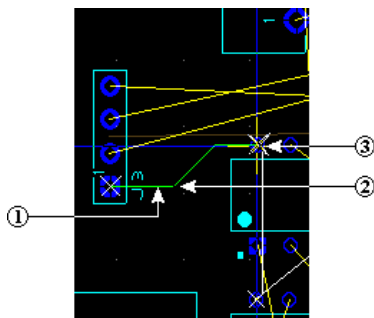


1 同じネットのピン

4. カーソルを動かします。

緑のライン（トレース）は選択されたピンに固定されます。クリックするたびに、以下の図の②のようにトレースセグメントが固定されます。

5. 以下のように、クリックしてトレースを配線先のピンに固定します。



1 トレース

2 クリックしてトレースを固定

3 配線先のピン

6. 右クリックして**キャンセル**を選択し、トレースの配置を終了します。
7. ライン配置モードを終了するには、**メインツールバー**の**選択**ボタンをクリックします。



誘導型トレースを配置する

以下の手順に従い、誘導型トレースを配置します。

1. **配置→誘導型**を選択します。



2. J3 の一番上のピンをクリックします。
3. U4 の X 印で示されるピンをクリックします。
Ultiboard が自動的にトレースを描画します。

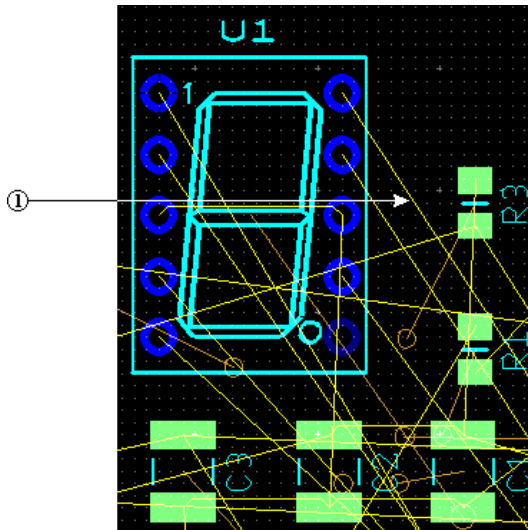
接続マシントレースを配置する

以下の手順に従い、**接続マシン**トレースを配置します。

1. **配置→接続マシン**を選択します。

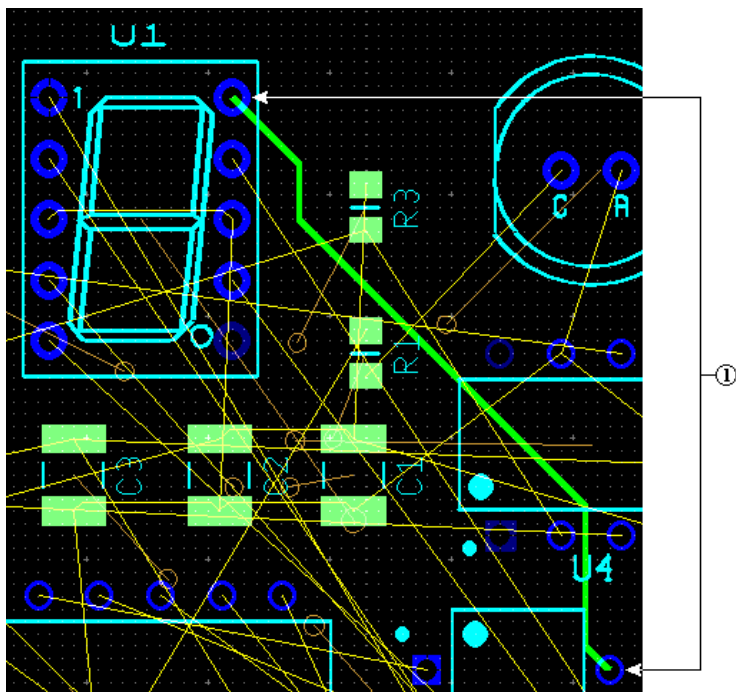


2. 下記に示されるラッツネストのセグメントをクリックします。



- 1 ラッツネストをクリック
3. カーソルを動かします。
カーソルを動かすと、Ultiboard はさまざまなトレース配置オプションを表示します。

4. 設定したい経路がある場合、クリックしてトレースを固定します。ラッツネストまたは配線先のピンをクリックする必要はありません。



1 ピンの間に表示されるトレースセグメント

5. 右クリックしてトレース配置を終了します。

自動部品配置

この章で説明された部品の配置以外に、Ultiboard の上級自動部品配置機能を使用することができます。



ヒント 部品を自動配置する前に、自動配置プロセス中に移動しない部品すべてをあらかじめ配置してロックします。(GS5 の取り付け穴および U1、J1、J2、J3、LED 1 はあらかじめ配置されロックされています)。部品をロックする方法の詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

Getting Started で部品を自動配置するには、以下の手順に従います。

1. Ultiboard で GS5 設計を開きます。
2. **自動経路設定→自動部品配置**を選択します。
部品が回路基板に配置されます。

トレースを自動経路設定する

この章ですでに説明した方法、または以下で説明する自動的に経路設定する方法で、Ultiboard にトレースを配置することができます。

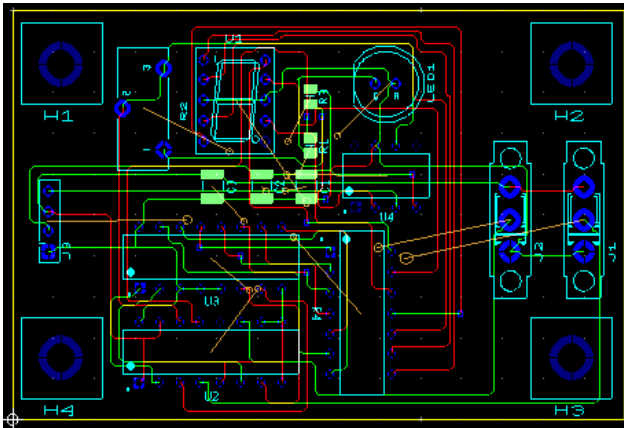
GettingStarted でトレースを自動設定するには、以下の手順に従います。

1. Ultiboard で GS3 設計を開きます。
2. **自動経路設定**→**自動経路設定を開始 / 再開**を選択します。

ワークスペースは**自動経路設定モード**になり、トレースの自動経路設定が開始されます。

自動経路設定が開始されると、トレースがボードに配置されます。自動経路設定が完了すると、**自動経路設定モード**が閉じ、ワークスペースに戻ります。

3. **自動経路設定**→**経路を最適化**を選択して、トレースの配置を最適化することができます。



自動経路設定は、いつでも終了することができ、手動で変更できます。自動経路設定を再開すると、変更を反映して継続します。手動で配置したトレースで、自動経路設定機能によって移動したくないトレースはロックしてください。



ヒント 経路設定オプションダイアログボックスを使用して、自動配置および自動経路設定オプションを変更できます。詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

製造 / アセンブリの準備をする

Ultiboard は、多くの異なる出力フォーマットが生成可能で、生産および製造のニーズに対応します。以下のセクションでは、生産およびドキュメント化のためにボードを出力する機能について説明します。

ボードをクリーンアップする

ボードの製造に進む前に、開いているトレース終端（設計で終端接続がされていないトレースセグメント）および未使用のビアを削除する必要があります。

開いているトレース終端を削除するには、**GS4 設計**を開き、**編集→銅を削除→開いたトレース終端**を選択します。

未使用のビアを削除するには、**設計→未使用ビアを削除**を選択します。この操作はトレースセグメントまたは接続されている銅領域を持たないすべてのビアを削除します。

コメントを追加する

コメントを使用して設計の変更指示を表示したり、チームメンバー間の共同作業を容易にしたり、背景情報を設計に追加することができます。

コメントをワークスペースや部品に固定することができます。コメントの付いた部品が移動されると、コメントも一緒に移動します。

詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

ファイルをエクスポートする

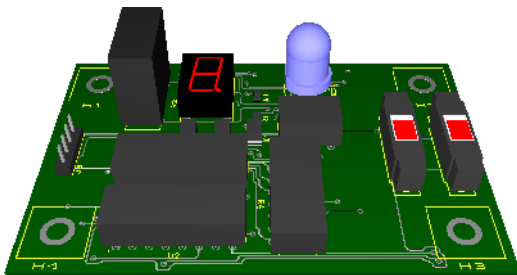
Gerber を含む様々なファイルタイプをエクスポートできます。エクスポートされたファイルには、完成ボードの製造方法の詳細情報が含まれています。

詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。

設計を 3D で表示する

3D 表示を使用して、設計中にいつでも 3 次元でボードを表示できます。

詳細については、『Ultiboard Help』を参照してください。



技術サポートおよびプロフェッショナルサービス

ナショナルインスツルメンツのウェブサイト (ni.com/jp) のユーザプロフィールにログインして、お客様向けサービス用にカスタマイズされたアクセスページを表示します。技術サポートおよびその他のサービスについては、弊社のウェブサイト (ni.com/jp) の下記のセクションを参照してください。

- **サポート** — 技術サポート (ni.com/jp/support) には以下のリソースがあります。
 - **セルフヘルプリソース** — 質問に対する回答やソリューションが必要な場合は、ナショナルインスツルメンツのウェブサイト (ni.com/jp/support) でソフトウェアドライバとアップデート、検索可能な技術サポートデータベース、製品マニュアル、トラブルシューティングウィザード、種類豊富なサンプルプログラム、チュートリアル、アプリケーションノート、計測器ドライバなどをご利用いただけます。ユーザ登録されたお客様は、NI ディスカッションフォーラム (ni.com/jp/dforum) にアクセスすることもできます。
 - **標準サポート・保守プログラム (SSP)** — NI のアプリケーションエンジニアによる電話または E メールでの個別サポート、ni.com/eLearning での e ラーニングトレーニングモジュールへのアクセスが可能となるプログラムです。ソフトウェア製品（一部を除く）または NI Developer Suite を含むバンドルソフトウェアをご購入のお客様には、「標準サポート・保守プログラム (SSP)」の 1 年間のメンバーシップを自動的にご提供いたします。また、お客様のニーズに合わせて SSP 契約を延長することにより、その特典を継続して確実にご利用いただけるオプションもご用意しております。詳細につきましては、ni.com/ssp をご覧ください。
その他の技術サポートオプションについては、ni.com/jp/services をご覧いただくか、ni.com/contact からお問い合わせください。
- **トレーニングと認定** — トレーニングおよび認定プログラムについては、ni.com/jp/training を参照してください。また、世界各地で登録可能なオンライントレーニングを提供しております。
- **システムインテグレーション** — 時間の制約がある場合や社内の技術リソースが不足している場合、またはプロジェクトで簡単に解消しない問題がある場合などは、ナショナルインスツルメンツのアライアンスパートナーによるサービスをご利用いただけます。詳しくは、最寄りの NI 営業所にお電話いただくか、ni.com/jp/alliance をご覧ください。

弊社ウェブサイトの Worldwide Offices セクション (ni.com/niglobal (英語)) からは、お問い合わせ先、サポート電話番号、電子メールアドレス、現行のイベント等に関する最新情報を提供する各国支社のウェブサイトへアクセスできます。

索引

B

BOM、2-16

M

Multisim チュートリアル概要の、2-4
Multisim にコンポーネントを配線する、2-10

Multisim にコンポーネントを配置する、2-5

Multisim ファイルを作成する、2-5

Multisim ファイルを開く、2-5

Multisim ファイルを保存する、2-5

N

NI サポートとサービス、A-1

U

Ultiboard DB 部品を配置する Ultiboard
DB ぶひんをはいちする、3-10

Ultiboard からファイルをエクスポート
する、3-18

Ultiboard チュートリアルを開く、3-4

Ultiboard で部品を移動する、3-11

Ultiboard にトレースを配置する、3-12

Ultiboard に部品を配置する、3-7、3-9

Ultiboard の 3D 設計、3-18

あ

後処理、2-16

い

インタフェース、要素、2-1、2-2

インタフェース要素、3-1、3-2

う

ウェブリソース、A-1

か

解析、2-14

回路図キャプチャ、2-4

仮想計測器、2-12

き

技術サポート、A-1

技術サポートデータベース、A-1

く

グラフア、2-15

け

計測器ドライバ (NI リソース)、A-1

こ

コメント、3-18

コンポーネントの位置、2-9

さ

材料表、2-16

サポート、技術、A-1

サンプル (NI リソース)、A-1

し

自動経路設定、3-17

自動配置、3-16

シミュレーション、2-12

手動トレース、3-13

診断ツール (NI リソース)、A-1

せ

製造 / アセンブリ、3-17

製品、1-1

接続マシントレース、3-15

そ

ソフトウェア (NI リソース)、A-1

ち

チュートリアル^の概要、1-1

と

ドキュメント、NI リソース、A-1

ドライバ (NI リソース)、A-1

トラブルシューティング (NI リソース)、A-1

トレーニングと認定 (NI リソース)、A-1

な

ナショナルインスツルメンツのサポートとサービス、A-1

ふ

部品をドラッグする、3-7、3-9

プログラミングサンプル (NI リソース)、A-1

へ

ヘルプ、技術サポート、A-1

ほ

ボードアウトライン、3-5

ボードのクリーンアップ、3-18

ゆ

ユーザインタフェース、要素、2-1、2-2

誘導型トレース、3-15

れ

レポート、2-16