

# DOCUMENTAÇÃO ELETRÔNICA PMR 3500

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECATRÔNICA

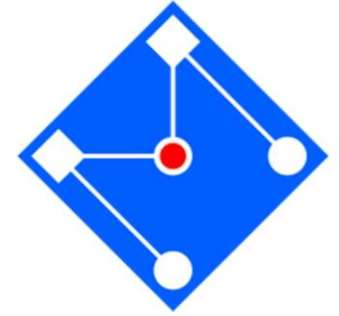
Arturo Forner-Cordero [aforner@usp.br]

Larissa Driemeier [driemeie@usp.br]

Lucas Moscato [lamoscat@usp.br]

Thiago Martins [thiago@usp.br]

# ESTADO DA ARTE



Avaliação:

- 1) É completa e atualizada?
- 2) É relevante? Os artigos, relatórios patentes achados são uteis para o projeto?
- 3) Delimitou a(s) áreas(s) específicas do projeto?
- 4) É formalmente correta?
- 5) Não tem plagio nem tabelas/figuras não devidamente referencias

**DE FRAC**

**DE**limita **F**ormalmente  
**co**rreta **R**elevante e  
**A**tualizada e **C**ompleta

# DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO



Possível estrutura:

1. Descrever o problema que foi resolvido e apresentar os antecedentes do projeto.
2. Apresentar o projeto (design)
3. Avaliação do desempenho em comparação com os requisitos de projeto
4. Adicionalmente incluir Manual de Uso ou/e reparação

Recomenda-se começar com um sumário executivo curto apresentando as três seções.

Recomenda-se escrever um relatório curto e focado a explicar o projeto.

Detalhes podem ser apresentados nos Apendices.

# DOCUMENTAÇÃO ELETRÔNICA



1. Título
2. Especificações do circuito
3. Descrição do circuito
  - Funcionamento do circuito
  - Cálculos e escolhas de componentes
  - Diagrama de blocos
4. Esquemático. Software de projeto eletrônico
5. Placa de circuito impresso
6. Lista de materiais
7. Construção final
8. Testes de validação

Muitos destes aspectos estão resolvidos com a utilização de um software de projeto eletrônico

Free EDA software:

DipTrace

KiCAD

Eagle

# TITULO



Titulo do projeto eletrônico

Organização (e.g. EP USP)

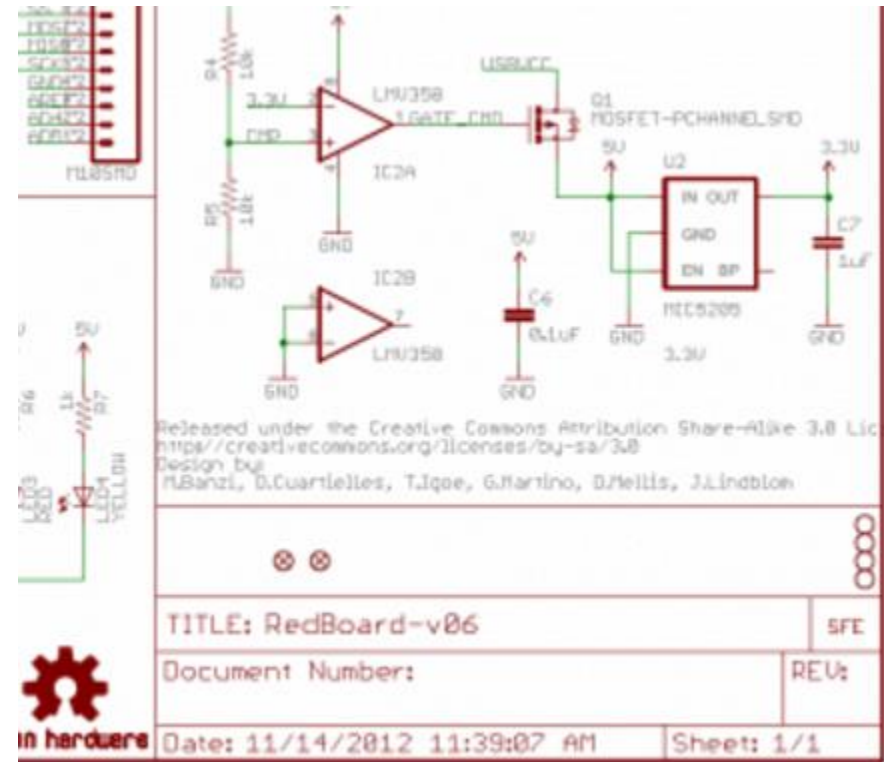
Nomes dos projetistas

Numero de projeto

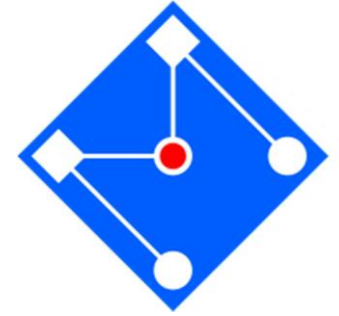
Versão

Data

Informação para identificar o projeto.



# ESPECIFICAÇÕES DO CIRCUITO



O primeiro a ser lido. Deve responder as seguintes questões:

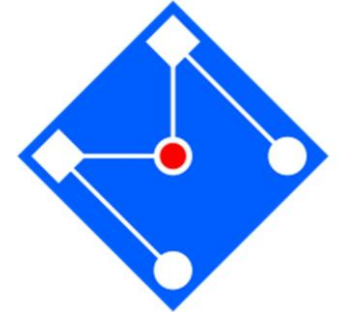
Que faz o circuito?

Que é diferente, novedoso deste projeto?

Quais são as restrições de funcionamento?

Exemplo (projetos de circuitos prontos de Digikey [www.digikey.com](http://www.digikey.com))

# ESPECIFICAÇÕES: RESUMO E CARACTERÍSTICAS



## RDK-BLDC: 3-Ph BLDC, 32Bit Motor Control, 14A

### Summary

---

The Brushless DC Motor Control Reference Design Kit (RDK-BLDC) is a four-quadrant motor control for three-phase brushless DC motors rated at up to 36 V. Key features of the RDK include complete CAN and Ethernet communications interfaces, a powerful 32-bit Stellaris microcontroller, and embedded software to optimally control a wide range of motors in diverse applications.

Stellaris Reference design kits (RDKs) accelerate product development by providing ready-to-run hardware, a typical motor, and comprehensive documentation including hardware design files. Designers without prior motor control experience can successfully implement a sophisticated motor control system using the RDK-BLDC.

Integrated 10/100 Ethernet connects the RDK-BLDC to an array of network options—from dedicated industrial networks to worldwide control and monitoring over the internet.

### Features

- **Advanced motor control for three-phase brushless DC motors**
  - **Four quadrant operation**
  - **Hall Effect, Quadrature, and Sensorless operation modes**
  - **Flexible RDK platform accelerates integration process**
  - **On-board braking circuit**
  - **Incremental quadrature encoder input**
  - **Analog and digital control inputs**
  - **Test mode push-button**
  - **Status LEDs indicate Power, Run, and Fault conditions**
  - **Optional power-managed fan for forced-air cooling**
  - **Screw terminals for all power and signal wiring**
-

# ESPECIFICAÇÕES GERAIS



## Specifications

<b>Manufacturer</b>	<a href="#">Texas Instruments</a>
<b>Category</b>	<a href="#">Motor Control</a>
<b>Eval Board</b>	-
<b>Voltage In</b>	12 ~ 36 V
<b>Number of Drivers</b>	1
<b>Motor Type</b>	3-Phase, BLDC 3-Phase, BLDC, Sensorless
<b>Power / Current Out</b>	14 A
<b>Features</b>	CAN Bus Ethernet Connection Fault Indication GUI / Design Software Hall Input Status Indication
<b>Component Count + Extras</b>	159 + 15
<b>Application / Target Market</b>	White Goods
<b>Design Author</b>	Texas Instruments
<b>Main I.C. Base Part</b>	<a href="#">LM3S8971</a>

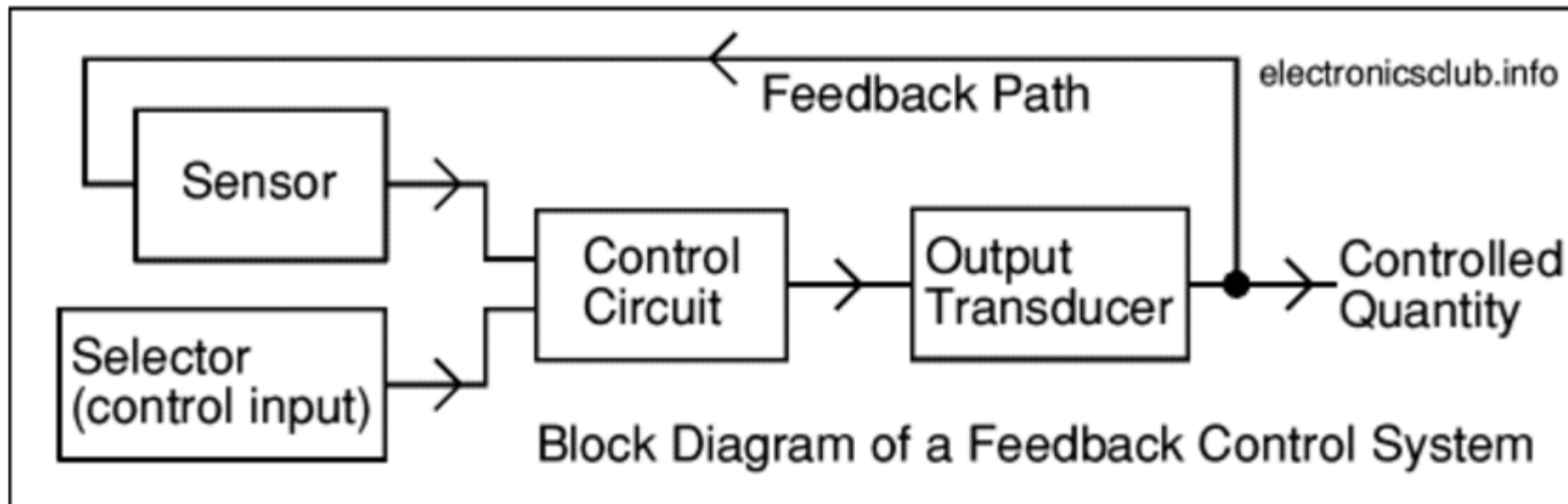
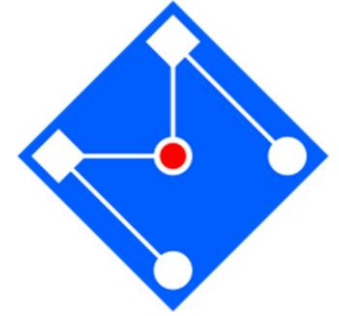


# DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

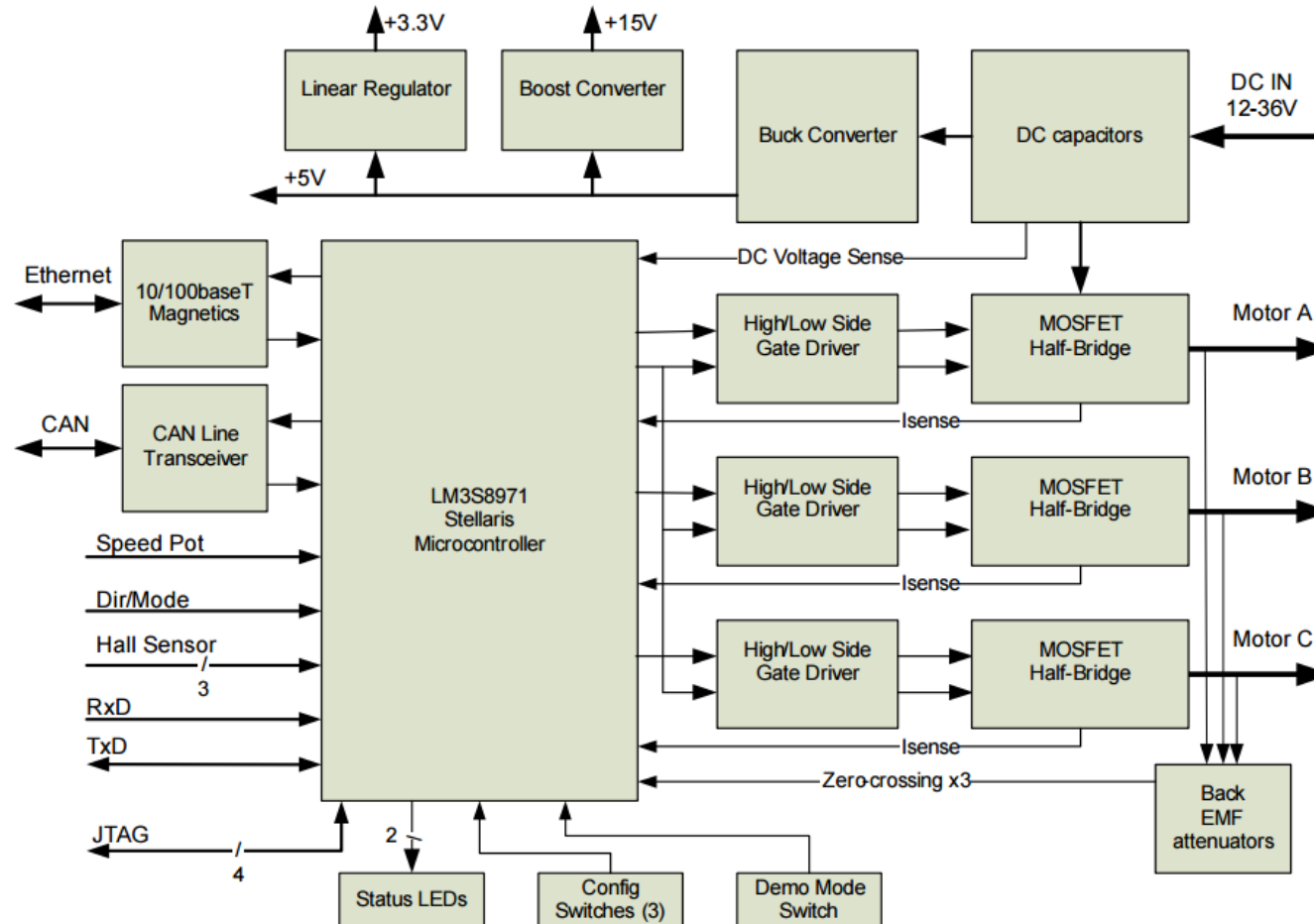


- Funcionamento do circuito. Descrição funcional
  - Descrição mais detalhada do funcionamento do circuito
- Calculos e escolhas de componentes
  - Calculos de parâmetros
  - Possíveis valores ajustáveis (e.g. resistor de ganho em circuitos de amplificação=)
- Diagrama de blocos
  - Blocos funcionais
  - Estrutura hierarquica

# DESCRIÇÃO DO CIRCUITO



# DIAGRAMA DE BLOCOS



# ASPECTOS CRITICOS NA DOCUMENTAÇÃO DE CIRCUITOS



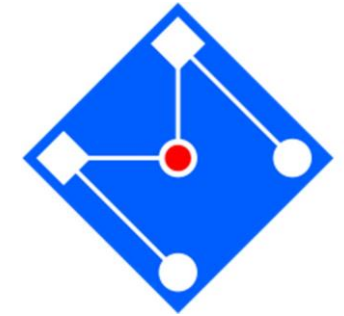
Diagrama do circuito

O projeto da placa de circuito impresso (PCB. Printed Circuito Board)... Especificações

Lista de componentes (Bill Of Materials)... Orçamento do circuito

Arquivos de fabricação da placa: (arquivos Gerber)

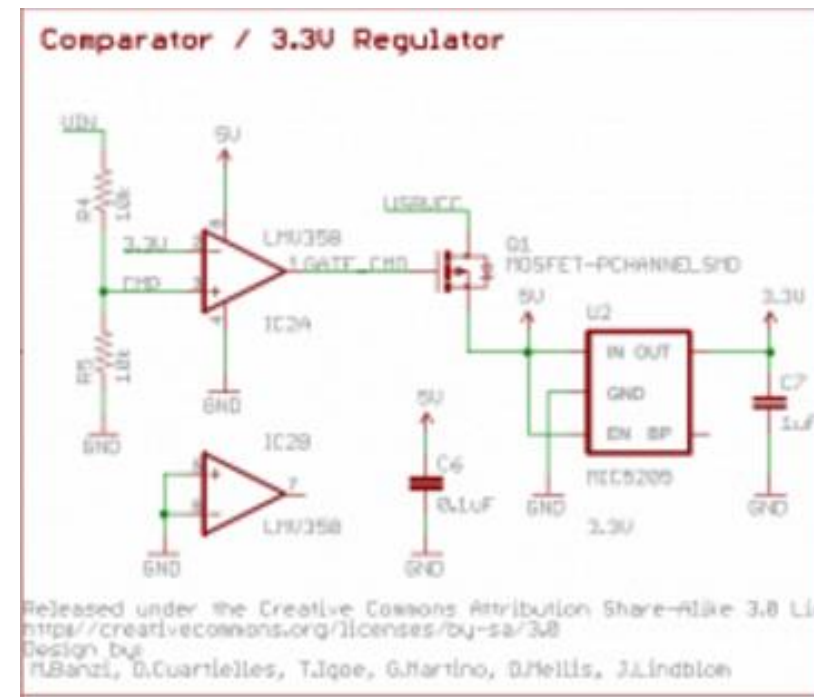
# DIAGRAMA DO CIRCUITO



O diagrama do circuito representa os componentes e as conexões entre eles.

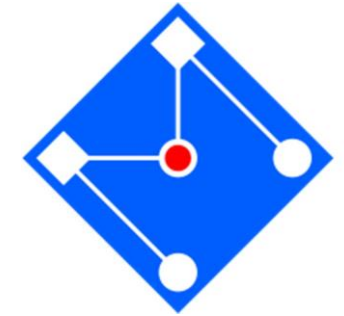
É importante:








- Compreensão do funcionamento do circuito
- Modificações ou mudança de componentes
- Reparação



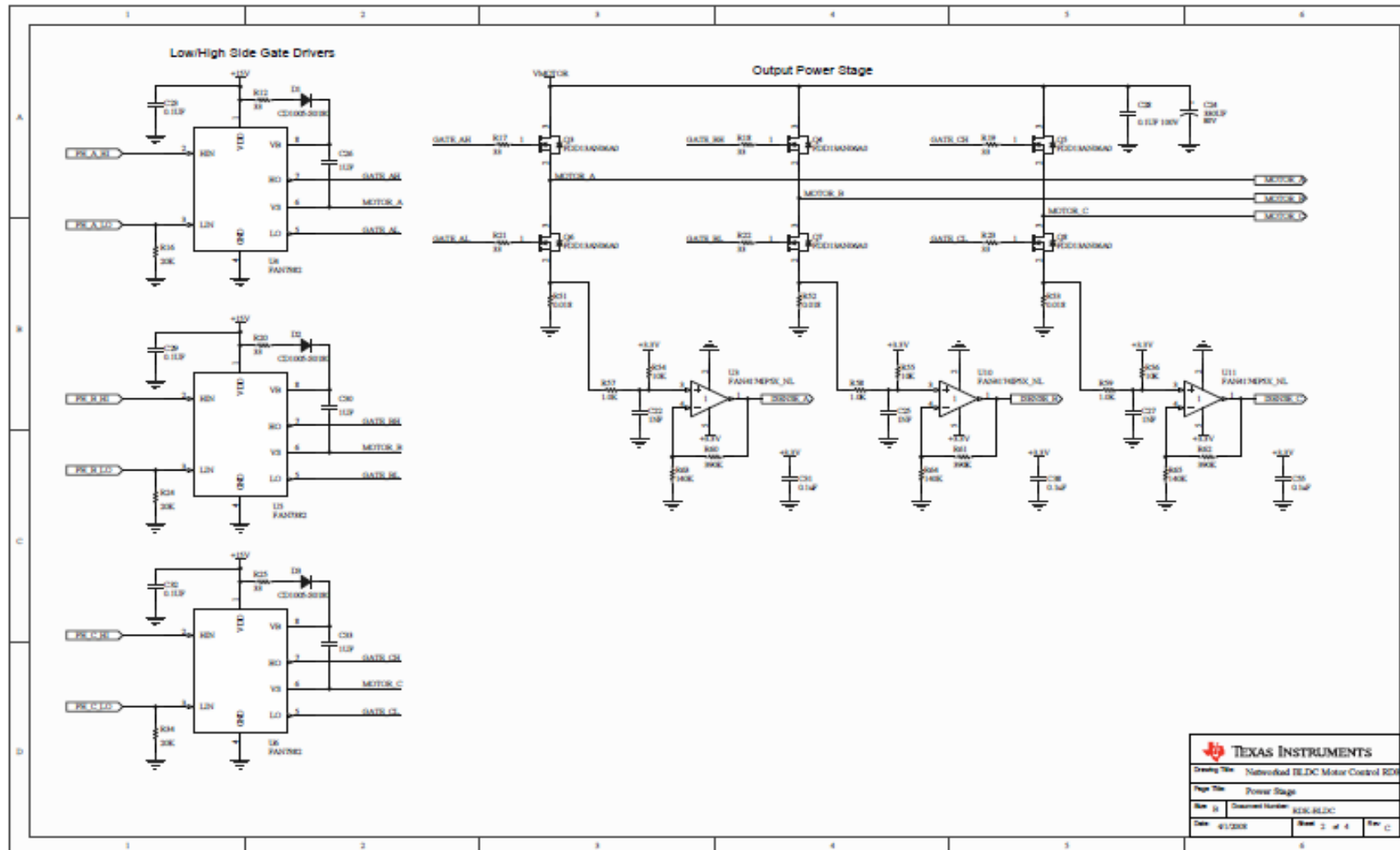
NOTA: É possível fazer “engenharia reversa” sob uma placa de circuito impresso mas é muito trabalhoso e fonte de erros

# SIMBOLOS ESQUEMÁTICO

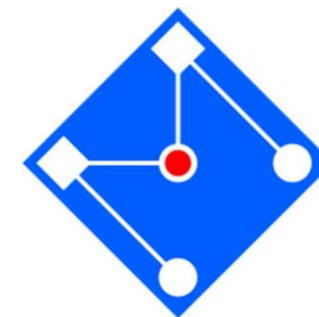


	Diodo		Puerta AND
	Condensador, capacitor		Puerta NAND
	Bobina, inductor		Puerta OR
	Resistencia, resistor		Puerta NOR
	Generador de corriente continua		Puerta XOR
	Generador de corriente alterna		Inversor (Puerta NOT)

# ESQUEMÁTICO



# PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

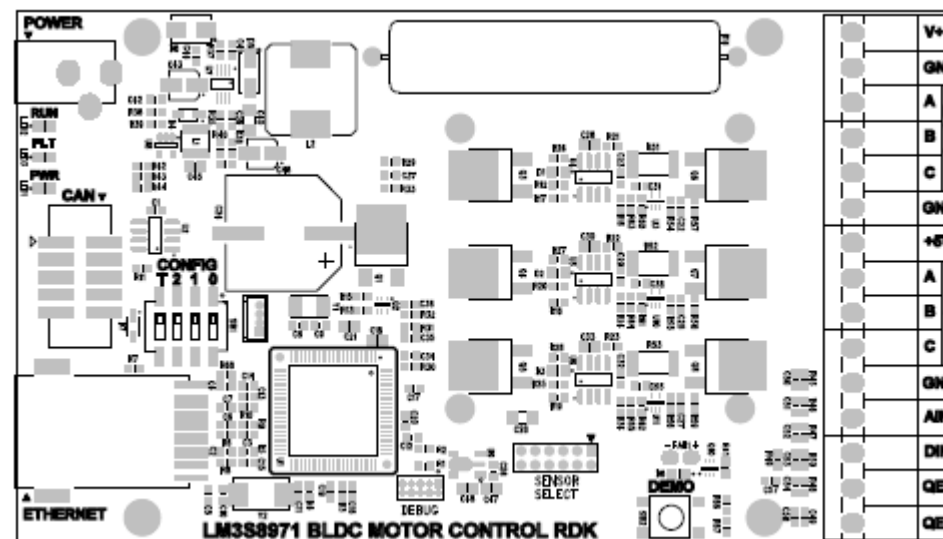


O diagrama da placa de circuito impresso mostra os componentes e pistas do circuito.

Utilizam-se códigos de cores e texto.

O software de projeto de placas de circuito impresso pode gerar:

- As camadas de pistas com os pinos dos componentes
- Camada de componentes





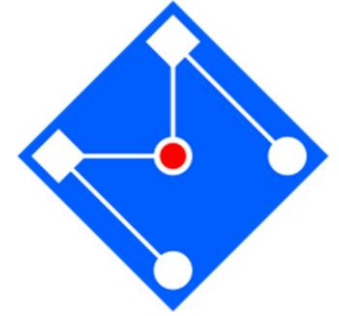
# LISTA DE MATERIAIS



Lista de componentes necessários para fabricar a placa.

The Bill-Of-Materials is a parts list, telling you what parts are needed to make the board. There are usually some notes associated with the BOM - such as "R1: do not fit this part". Again, a competent electronics person can take a board and generate a BOM from it, but it will certainly not be accurate - and it will take a lot of work. Many surface mount parts do not contain complete labelling, and finding what parts were used for surface mount is difficult.

# ARQUIVOS DE FABRICAÇÃO



Os arquivos de fabricação são normalmente fornecidos pelo programa CAD de projetos eletrônicos (DipTrace, Eagle, KiCAD, OrCAD,...)

Os arquivos Gerber são comumente usados para fabricar placa.

É importante especificar:

1. Tamanho da placa
2. Mounting holes
3. Revisões e notas. Incluir a data junto ao numero de revisão.
4. Pode ser importante explicar o que o circuito faz, p.

# EXEMPLO: SENSOR DE PRESSÃO



Airborn Electronics (<http://airborn.com.au/client/jdickens/psensor.html>)

○ circuito deve alimentar e acondicionar o sinal de um sensor de pressão:

- Especificações de níveis de tensão e corrente de entrada e de tensão de saída
- Especificações de largura de banda
- Alimentação +5V.

Cero e faixa de saída ajustável com um potenciômetro de 10 voltas

○ sensor usa 4 terminais estándar do ponte de wheatstone bridge

# PROJETO DO CIRCUITO



O circuito será montado a mais de 2 metros da CPU que dispõe de cartão para conversão Analógico-Digital A/D

-Não é necessário implementar a conversão A/D na placa

É importante acondicionar o sinal de baixo nível fornecido pelo sensor de pressão para que chegue em boas condições

O sensor de pressão precisa receber uma tensão de excitação estável para fornecer medidas confiáveis:

- Desde a CPU ou de A/D Board (+5V)
- Usar zener localmente
- Alimentação a 4 fios.

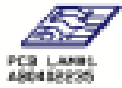
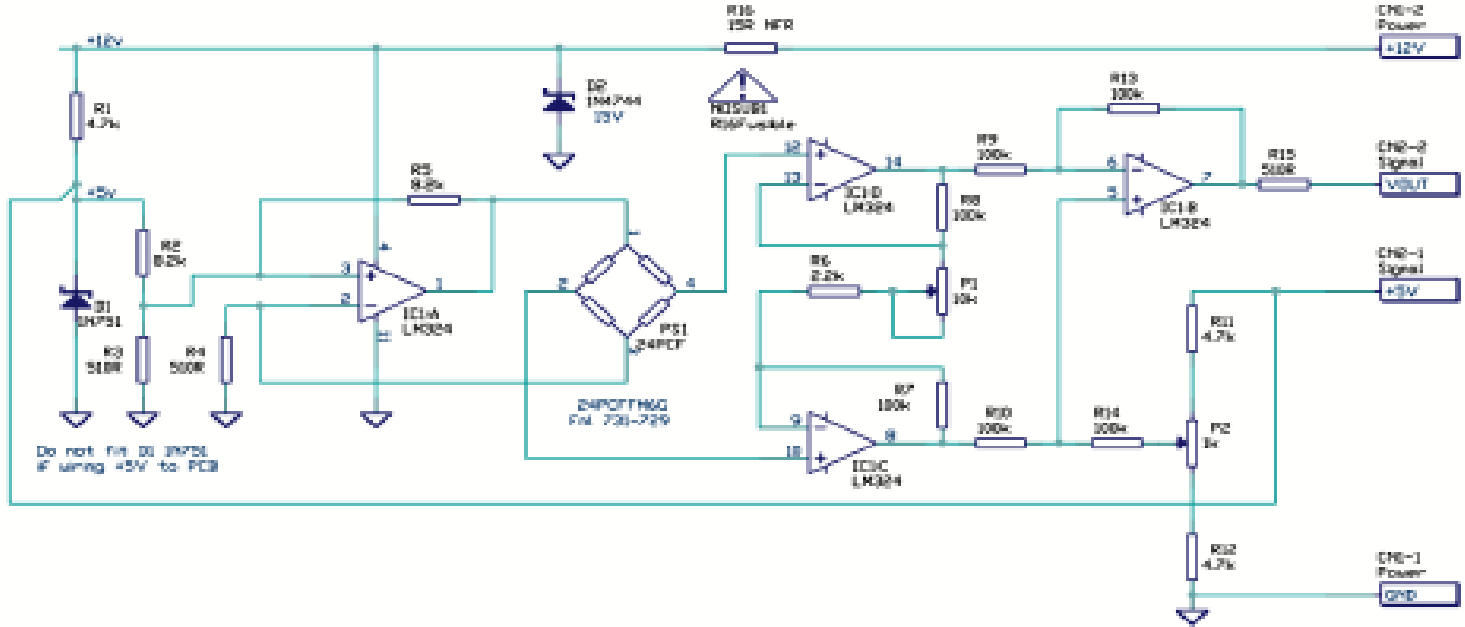
# PROJETO DO CIRCUITO



1. Alimentação do sensor: Amplificador operacional LM324 (IC1:A)
2. Condicionamento: Amplificação e filtragem com aplicador de instrumentação estándar de tres amplificadores ioeracionais. (Ref Horowitz & Hill, Art of Electronics, 2nd Ed, 7.10).
3. Modificação : o zero e o ajuste de faixa é realizado por meio da tensão de excitação do sensor de pressão.
4. Proteção de alimentação com D2 e R16:
  - Abrirá o circuito se é invertida a polaridade da alimentação ou se houver sobretensão (esperamos que dê proteção ao resto do circuito).



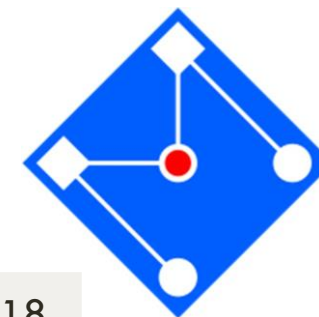
# DIAGRAMA DO CIRCUITO



Title		
Pressure sensor PCB		
Size	Number	Revision
A4	AB0402235	VL10a
Issue: 04 Feb 2004		Sheet 1 of 1
File: 2/airborn/jdickens/psensor		Drawn: ja

Fonte: Airborn Electronics  
(<http://airborn.com.au/client/jdickens/psensor.html>)

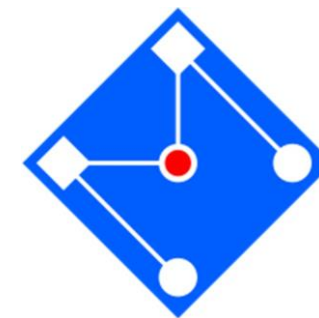
# LISTA DE COMPONENTES



CN1	Power	TBLK5MM/2	Z5W3-K2T	P2032A HM3130 135-7318
CN2	Signal	TBLK5MM/2	Z5W3-K2T	P2032A HM3130 135-7318
D1	1N751	DIODE7.5	Z400-5V1	Z0314
IC1	LM324	DIP14		
NOSUB1	R16Fusible	NOSUB/NOTE		
P1	10k	VR10TURN		
P2	1k	VR10TURN		
PCB LAM#	AB0402235	PCLAMINATE	AB0402235	
PS1	24PCF	SIP4HDR	NU49-L4V	P5494 HM3414 167-5766
R1	4.7k	AXIAL10	CR25-472	
R11	4.7k	AXIAL10	CR25-472	
R12	4.7k	AXIAL10	CR25-472	
R2	8.2k	AXIAL10	CR25-822	
R14	100k	AXIAL10	CR25-104	R0070
R16	15R NFR	AXIAL10	NF25-150	
SC1		SCREWPOZI3	LOPZ-U3Z	H3126A HP0404
SC2		SCREWPOZI3	LOPZ-U3Z	H3126A HP0404

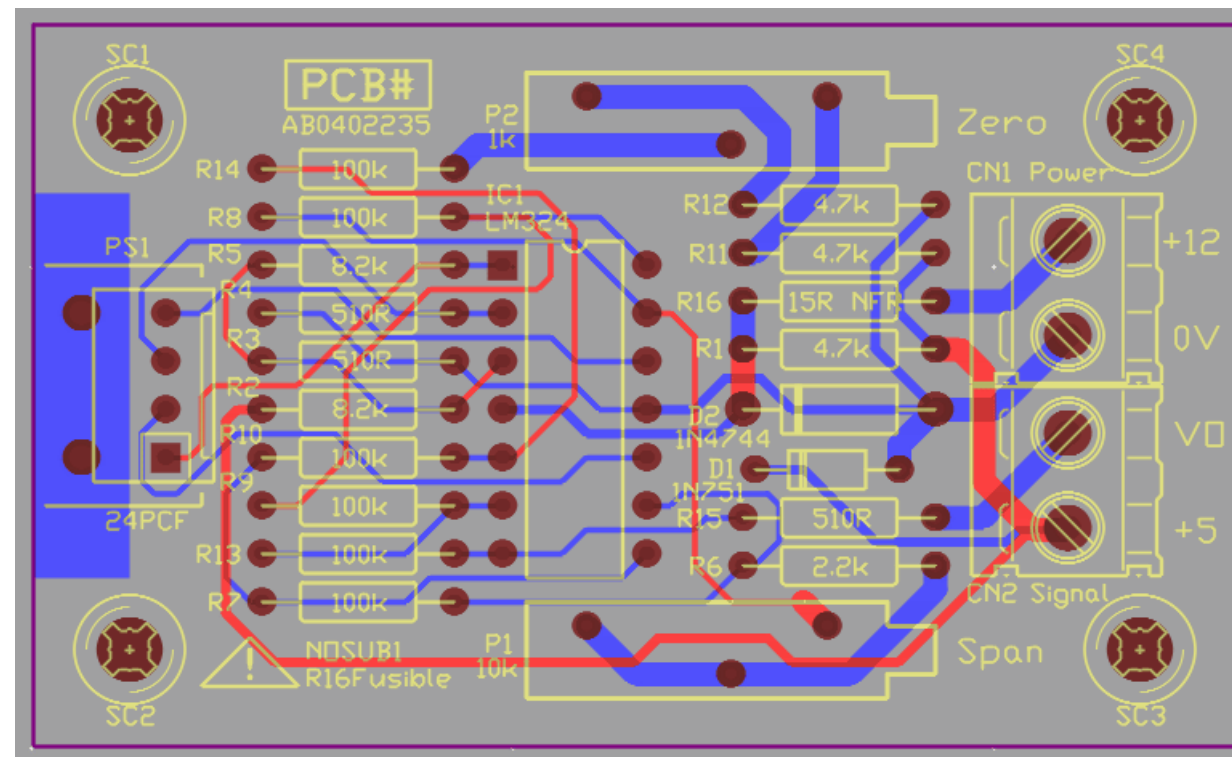
Fonte: Airborn Electronics  
<http://airborn.com.au/client/jdickens/psensor.html>

# PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO



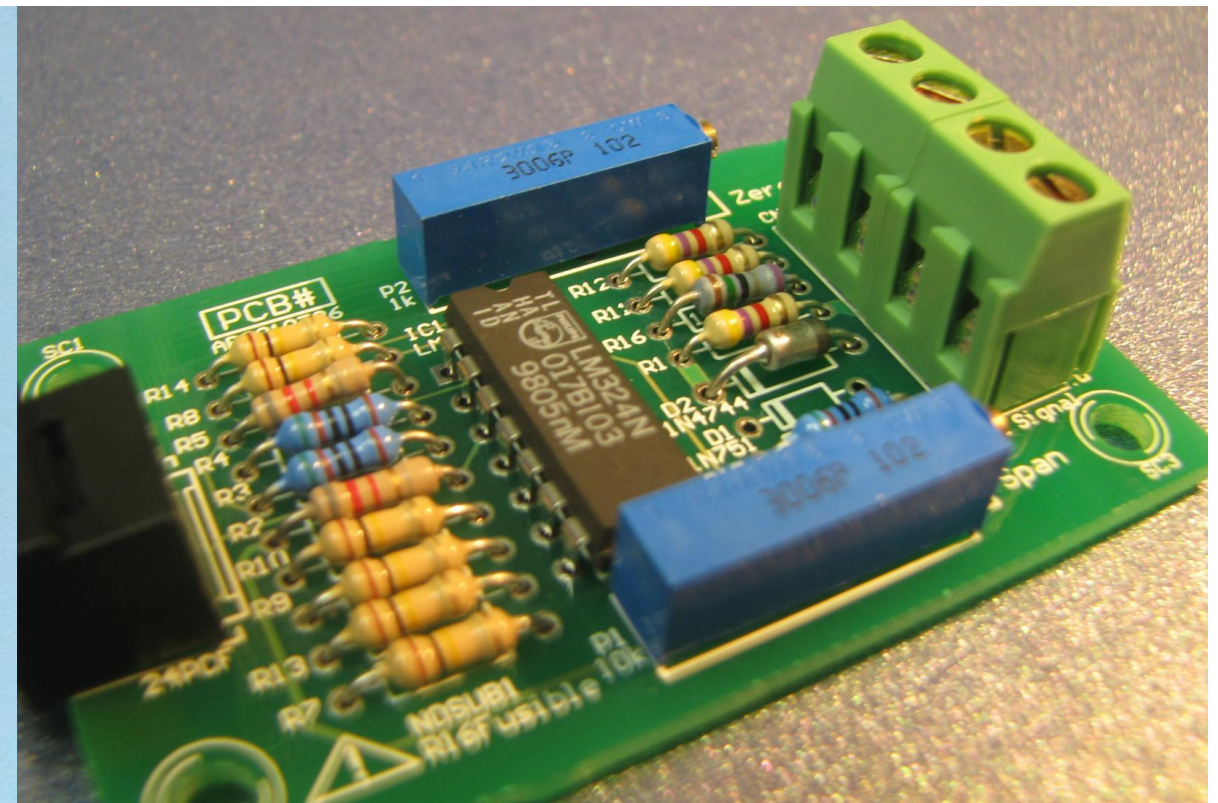
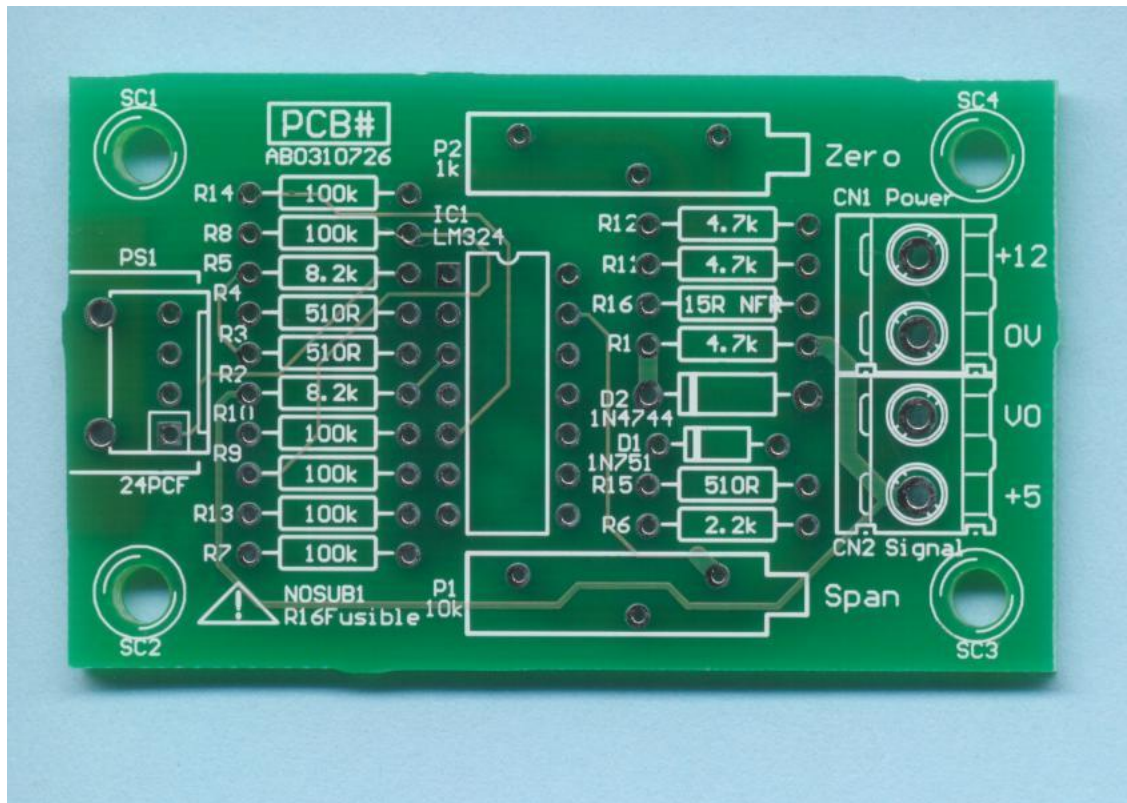
PCB size H W H x W  
Metric 38.1mm 63.5mm 2419mm<sup>2</sup>  
Inches 1.500in 2.500in 3.75in<sup>2</sup>  
Corner  
holes 27.9mm 53.3mm  
Diameter of holes: 3.5mm

Fonte: Airborn Electronics  
(<http://airborn.com.au/client/jdickens/psensor.html>)



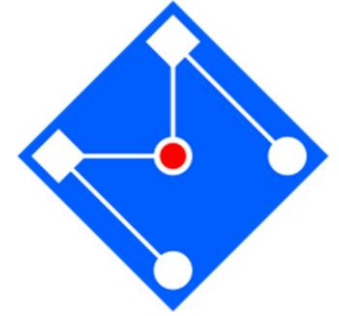


# CIRCUITO FINAL



Fonte: Airborn Electronics (<http://airborn.com.au/client/jdickens/psensor.html>)

# EXEMPLO DE DOCUMENTAÇÃO INCOMPLETA



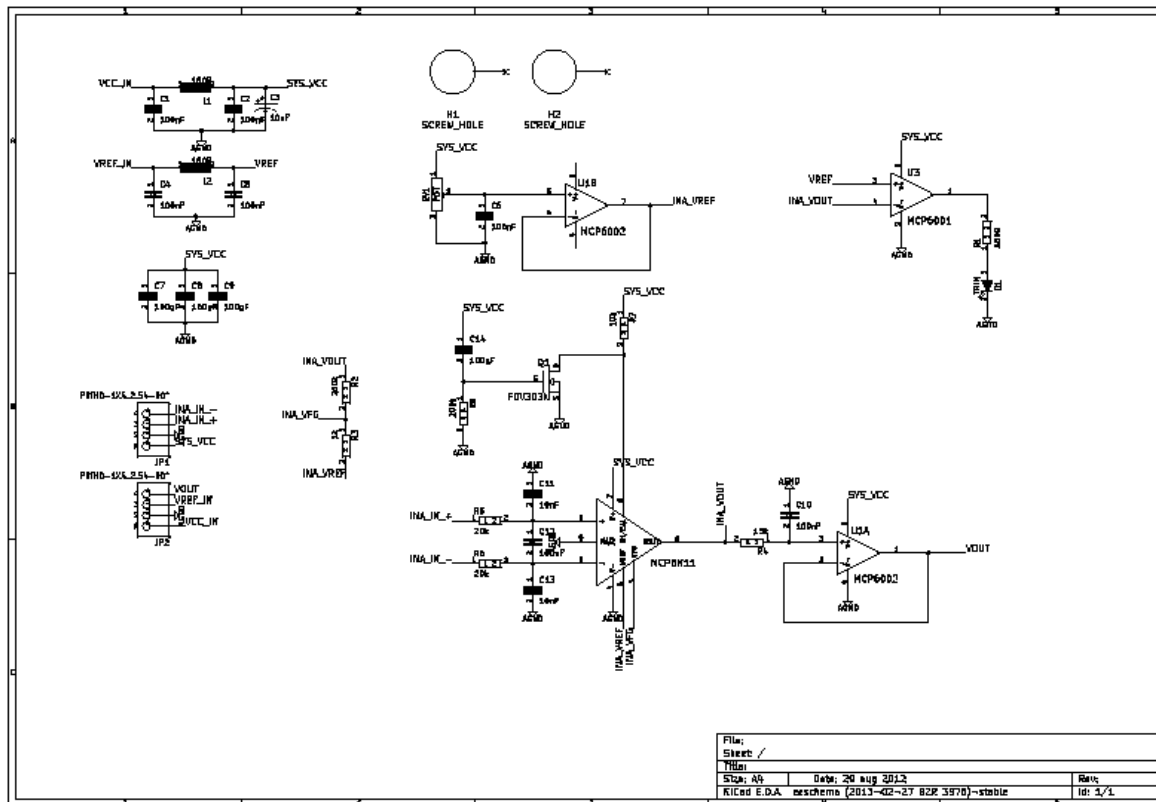
Amplificador para exoesqueleto.

Teremos uma célula de carga formada por quatro extensômetros em ponte de Wheatstone montadas sob a estrutura mecânica do exoesqueleto.

O circuito vai estar próximo do sensor:

Dimensões máximas ca placa

# PROJETO ELETRÔNICO: DIAGRAMA DO CIRCUITO

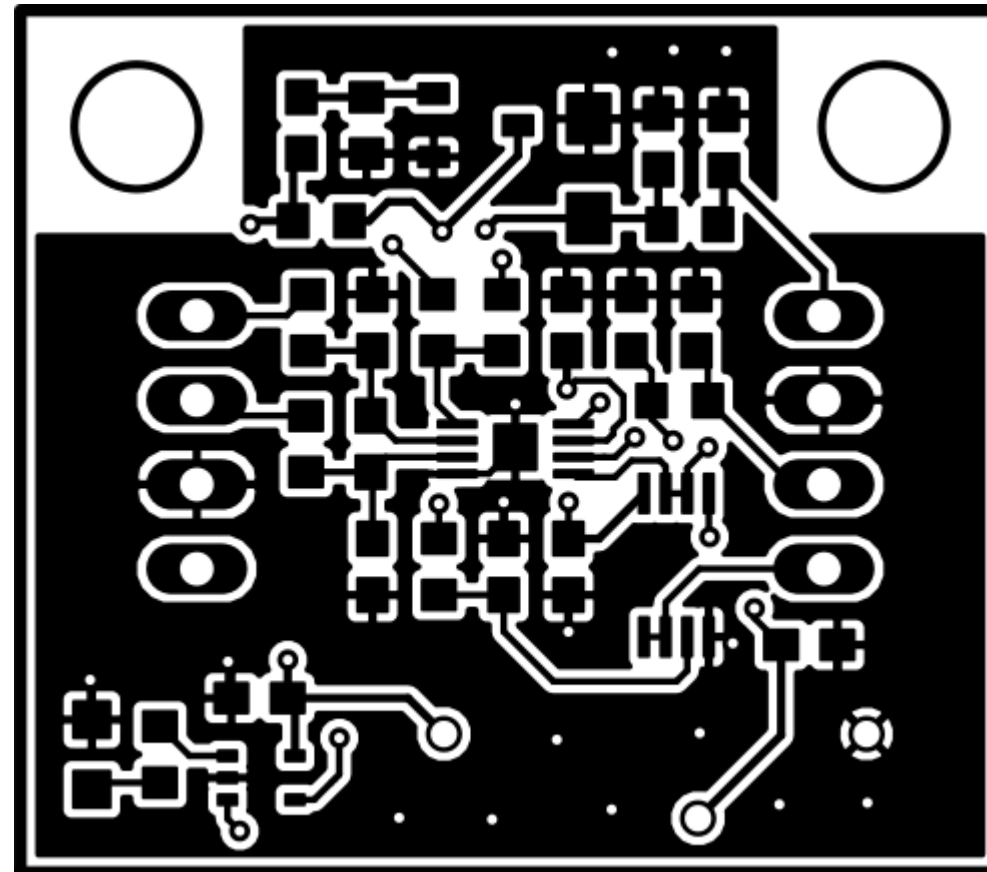


Esquemático Elétrico

Identificar elementos:

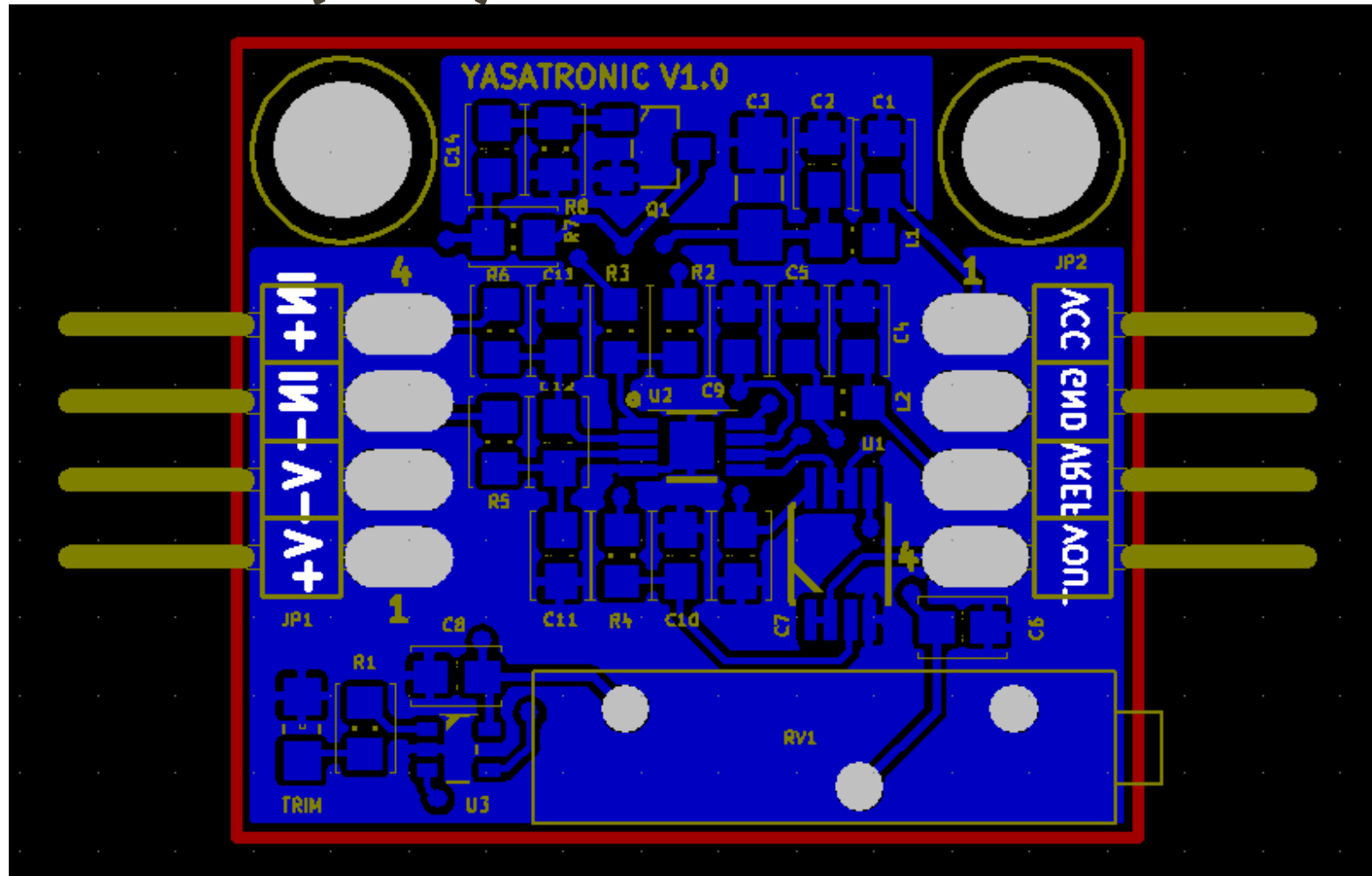
1. Módulo amplificador
  - Baseado em integrado comercial
2. Filtro passa-baixas ordem 1
  - Filtro anti-aliasing (R-C)
3. Comparador com LED
4. Gerador de tensão de referencia (ampop em modo seguidor)
5. Referencia da alimentçãõ

# PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO



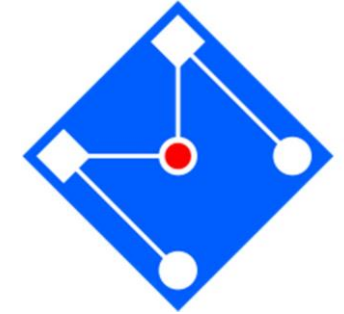
Roteamento

# FABRICAÇÃO DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI)



- Arquivos Gerber

# LISTA DE MATERIAIS (BILL OF MATERIALS)



Identificação	Navegador *	Pacote	Quantidade	Designação
1	R6,R5	rcl-R0603	2	20k
2	C13,C11	rcl-C0603	2	10nF
3	C12,C2,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C1,C14	rcl-C0603	11	100nF
4	U3	sc70-5	1	MCP6001
5	C3	rcl-SMC_A	1	10uF
6	R4	rcl-R0603	1	15k
7	R3,R7	rcl-R0603	2	1k
8	R2,R8	rcl-R0603	2	200k
9	R1	rcl-R0603	1	560R
10	L2,L1	rcl-L0603	2	180R
11	U1	MSOP_8	1	MCP6002

- Centróides XY

# Ref	Val	Package	PosX	PosY	Rot	Side
C1	100nF	rcl-C0603	86.6775	-66.4718	90.0	Front
C2	100nF	rcl-C0603	84.7039	-66.4413	90.0	Front
C3	10uF	rcl-SMC_A	82.6110	-67.2592	90.0	Front
C4	100nF	rcl-C0603	85.8495	-71.8998	90.0	Front
C5	100nF	rcl-C0603	83.8987	-71.8998	90.0	Front
C6	100nF	rcl-C0603	89.2505	-81.6000	0.0	Front
C7	100nF	rcl-C0603	81.9988	-79.2505	270.0	Front
C8	100nF	rcl-C0603	72.6999	-83.2002	180.0	Front
C9	100nF	rcl-C0603	81.9506	-71.8998	90.0	Front
C10	100nF	rcl-C0603	80.0506	-79.2480	270.0	Front
C11	10nF	rcl-C0603	76.1009	-79.2505	90.0	Front
C12	100nF	rcl-C0603	76.0501	-75.5498	90.0	Front
C13	10nF	rcl-C0603	76.1009	-71.8998	90.0	Front

**Montagem Automatizada da Placa**



# ERROS DE DOCUMENTAÇÃO



Faltou documentar as especificações de forma mais clara

Não foi explicado o projeto do circuito:

- Eu tive que interpretar o que foi feito

Não foram explicados os testes de validação

Não foram explicados os procedimentos para o uso do circuito:

- Temos um potenciômetro
- Temos um LED
- De fato: tem que ajustar o offset da célula de carga para conseguir apagar o LED, mas isto não foi explicado.

FIM

