

Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Engenharia Elétrica
Laboratório de Materiais Elétricos - LAMATE

Experiência 1

Chip 1 - Resistores e Propriedades dos Semicondutores

Este roteiro destina-se a ser o primeiro de uma série de experimentos a serem realizados com um conjunto de circuitos integrados desenvolvidos por um consórcio entre três empresas (*Motorola*, *Compugraphics Internacional* e *Scottish Enterprise*) e a Universidade de Edimburgo, Escócia. Os dispositivos foram feitos utilizando o processo CMOS da *Motorola*, o qual também é usado para produzir uma ampla gama de dispositivos comerciais, incluindo blocos lógicos, muito empregados em eletrônica. São ao todo quatro *chips*, cada um contendo dispositivos e aplicações didáticas distintas. O primeiro contém um conjunto de resistores, o segundo possui transistores MOS, o terceiro é composto de diodos de junção *p-n* e fotodiodos, e o quarto, de um circuito oscilador em anel.

O primeiro ensaio tem como finalidade principal apresentar conceitos básicos acerca das características dos resistores através de medidas de valores de resistência, relacionando estes com as propriedades do elemento e com o tipo de conexão implementada. A introdução do termo *resistência de folha*, freqüentemente utilizado na literatura relativa a materiais semicondutores, também é assunto deste ensaio. Como segundo objetivo, deseja-se apresentar propriedades básicas de condução de metais e semicondutores (silício dopado).

O conceito de *resistência*, que considera as dimensões do elemento (ver Figura 1, a seguir), pode ser traduzido matematicamente por:

$$R = \rho \cdot l / t \cdot w$$

onde:

ρ : resistividade do material

l : comprimento

t : espessura

w : largura

A noção de *resistência de folha* surge neste contexto devido ao fato de semicondutores e filmes metálicos geralmente serem depositados com espessura uniforme, de maneira que apenas a razão de aspecto da superfície é alterada quando se deseja variar os valores de resistência. Assim, t é constante para um grupo específico de componentes, e a constante ρ/t é chamada de *resistência de folha*.

O *chip* utilizado neste ensaio é composto de:

- 6 resistores tipo *p* de silício fortemente dopado com diferentes razões de aspecto ;
- 1 resistor tipo *n* de silício fortemente dopado ;
- 1 resistor de filme metálico ;
- 1 resistor “distribuído” levemente dopado, com 6 contatos periféricos.

Para estes elementos, são válidas as seguintes relações:

$$R_1 = R_2 = 0.5R_3$$

$$(R_1+R_2) // R_3 = 0.5R_3 = R_5$$

$$(R_1+R_2) // R_3 // R_5 = R_6$$

$$(R_1+R_2) // R_3 // R_5 // R_6 = R_7$$

Material para o ensaio:

- *Chip* nº 1;
- Ohmímetro digital (ou multímetro digital);
- Protoboard
- Fios para as conexões

Prática

Inicialmente, com o auxílio do microscópio eletrônico, realize uma rápida observação das características do *chip*, fazendo anotações acerca do que considerar importante. Verifique se não existe nenhuma conexão interrompida e se é possível realizar algum tipo de medida das dimensões dos resistores.

Em seguida, faça a leitura dos valores de resistência associados a cada um dos elementos ou às conexões série e paralelo com o auxílio do esquemático das ligações do *chip*. Preencha a tabela fornecida.

Verifique se os valores obtidos estão dentro da faixa de tolerância relativa aos valores nominais dos elementos, contidos na folha de dados.

Utilize a tabela abaixo para anotar seus resultados:

Resistor	Resistência(Ω)
R_1	
R_2	
R_3	
R_4	
R_5	
R_6	
R_7	
R_1, R_2, R_3 em série	
R_1, R_2 em série, em paralelo com R_3	
Todos os resistores em paralelo	
R_9	<i>tap 8 :</i>
	<i>tap 9 :</i>
	<i>tap 10 :</i>
	<i>tap 11 :</i>
	<i>tap 12 :</i>

Cálculo da resistência de folha

Utilizando os valores nominais de cada resistor e suas dimensões (largura e comprimento), fornecidos nas folhas de dados, calcule os valores nominais das resistências de folha. Repita o procedimento utilizando agora os valores de resistência medidos nos itens anteriores.

SCHOOLS CHIP PROJECT

Chip 01

Resistors

Semiconductor properties

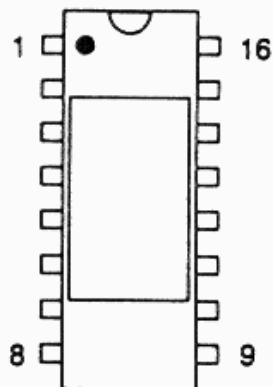
General description

The chip contains:

- 6 p-type heavily doped silicon resistors with different aspect ratios
- 1 n-type heavily doped silicon resistor
- 1 metal film resistor (aluminium + 1% silicon alloy)
- 1 lightly doped spreading resistor with six peripheral contacts

It can be used to illustrate series and parallel connection of resistors and to derive basic conduction properties of doped silicon and metal films.

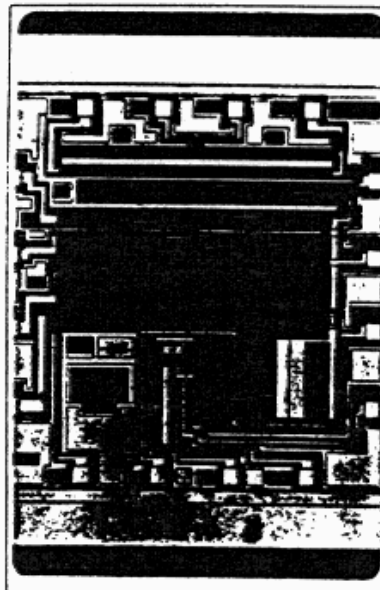
Package



Ceramic dual-in-line
16 pins glass lid
0.3" wide 0.1" pin pitch

Max power rating 1 W

Chip plan view



MOTOROLA

Compugraphics International Ltd

University of Edinburgh

Scottish Enterprise

SCHOOLS CHIP PROJECT

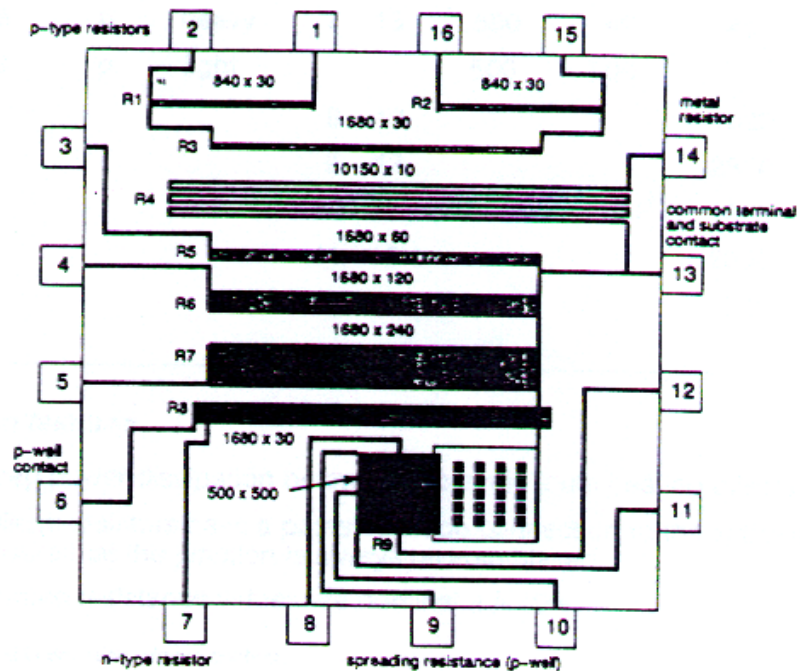
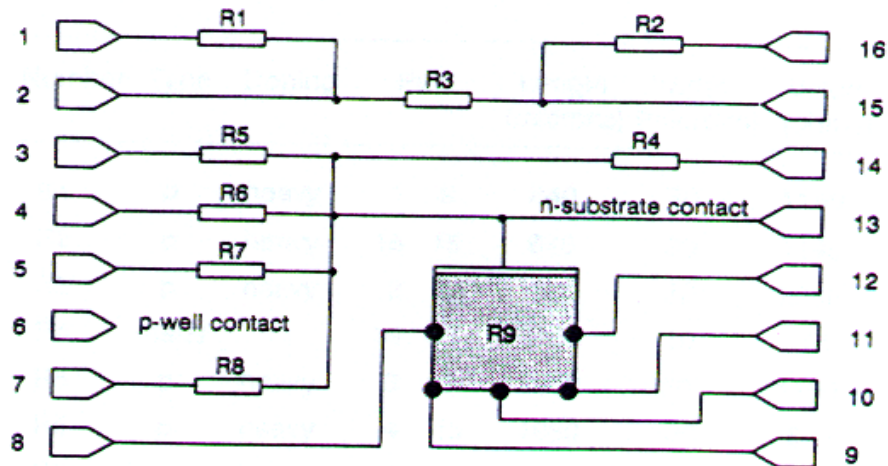
Chip 01

2

Resistors

Semiconductor properties

Component layouts



MOTOROLA

Compugraphics International Ltd

University of Edinburgh

Scottish Enterprise

Resistor properties

Number	Type	Doping	Pins		Length (microns)	Width (microns)	Value (ohms)
R1	p	heavy	1	2	840	30	1140
R2	p	heavy	15	16	840	30	1140
R3	p	heavy	2	15	1680	30	2290
R4	metal		14	13	10150	10	31
R5	p	heavy	3	13	1680	60	1150
R6	p	heavy	4	13	1680	120	575
R7	p	heavy	5	13	1680	240	288
R8	n	heavy	7	13	1680	40	450
R9	p	light			500	500	
			8	13			1320
			9	13			2300
			10	13			1630
			11	13			2300
			12	13			1320

Common features

1. Keep power dissipation below 1 W to avoid joule heating effects
2. Silicon resistors have a parasitic diode connection to the substrate. Ensure that the junction is always reverse-biased.
3. Quoted resistance values are nominal +/- 10%

For additional information, please contact:

Prof John Robertson, Elect Eng Dept, University of Edinburgh, Tel: 031 650 5574 Fax: 031 650 6554


MOTOROLA

Compugraphics International Ltd

University of Edinburgh

Scottish Enterprise