

РАЗРАБОТКА НА ТЕНЗО И ФОТОЧУВСТВИТЕЛНИ ПРИЕМНИЦИ НА ОПТРОНИ ЗА ИНДУСТРИАЛНИ ПРИЛОЖЕНИЯ

DEVELOPMENT OF TENSO AND PHOTSENSITIVE OPTRON'S RECEIVERS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

Елена Колева

ТУ - Габрово

Иван Колев

ТУ - Габрово

Abstract

Optocouplers are designed with both photoreceiver sensitivity to mechanical and photometric magnitudes (with tenso – sensitive and photo – sensitive receiver). This allows control of the output value of input mechanical, electrical and photometric quantities.

Application development is for industrial purposes, measurement of mechanical values – pressure, strain, displacement, vibration, by measuring the electrical parameters. Development of optocouplers where the photoreceiver several independent input controls including by pressure.

Keywords: Tensosensitive optocouplers, Photosensitive optocouplers.

ВЪВЕДЕНИЕ

Разработени са оптрони с фотоприемници едновременно чувствителни към механична и фотометрична величина (с тензочувствителен и фоточувствителен приемник). Това позволява управление на изходната величина от входни механични, електрически и фотометрични величини.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Фоточувствителни тензодатчици не се произвеждат. Затова, като фотоприемници предлагаме да се използват следните елементи и интегрални схеми:

- тензорезистор;
- тензодиод;
- интегрален тензодатчик;
- оптичен приемник на основата на термоеластичен ефект;
- кондензаторен чувствителен елемент;
- интегрален сензор за налягане;
- датчици за налягане с пиезоелектричен чувствителен елемент.

Тензорезистор {Resistance Strain Ga(n)ge}
[4, 6, 7, 8]

Най – разпространените тензодатчици са тензорезисторите (ТР).

Коефициента на чувствителност (тензочувствителност) е:

$$S = \frac{\Delta R/R}{\Delta l/l} \quad (1)$$

където $\Delta R/R$ – относително изменение на съпротивлението на ТР, $\Delta l/l$ – относително изменение на дължината на ТР.

Коефициентът на чувствителност S е в границите до 200.

Температурният коефициент на съпротивление на ТР е:

$$\beta = \frac{\Delta R/R}{\Delta T}, \frac{1}{grad} \quad (2)$$

Температурният коефициент на тензочувствителност е:

$$\gamma = \frac{\Delta S/S_0}{\Delta T}, \frac{1}{grad} \quad (3)$$

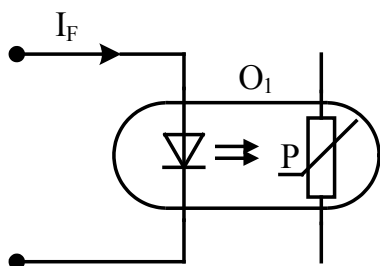
където S_0 – стойността на коефициента на тензочувствителност при $T_{amb} = 25^\circ\text{C}$.

Други параметри на тензорезисторите са максимална деформация, максимална разсейвана мощност и др..

Материали за производство на тензорезистори: Si, Ge, $A^{III}B^V$ (GaAs, GaSb).

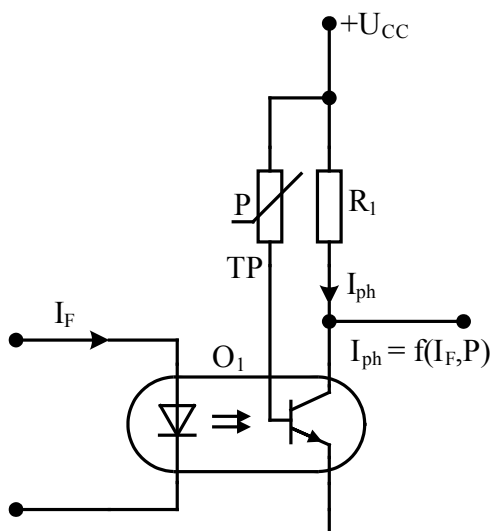
Построяването на тензооптрони може да се извърши по два начина:

- чрез използване на тензофоторезистор – фиг. 1;
-



Фиг. 1. Тензооптрон с тензофоторезистор

- включване към базовата верига на фототранзистор на тензорезистор (ТР) – фиг. 2.



Фиг. 2. Фототранзисторен оптрон с включен тензорезистор към базовата верига на фототранзистора

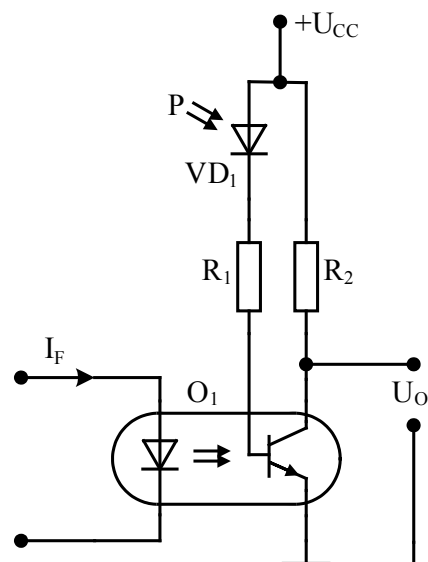
Фототокут на фототранзистора е:

$$I_{ph} = f(I_F, P) \quad (4)$$

От налягането P се деформира полупроводника и се изменя съпротивлението му, изменят се базовият и колекторен ток на фототранзистора.

Тензодиодът (Pressure – sensitive diode, Pneumatic diode) има по – висок коефициент на тензочувствителност спрямо тензорезистора. Действието му се основава на изменение на височината на потенциалната бариера на PN прехода при деформации [4, 6, 7, 8].

Схема на оптрон с включен тензодиод VD_1 е дадена на фиг. 3.



Фиг. 3. Схема на оптрон с включен тензодиод VD_1

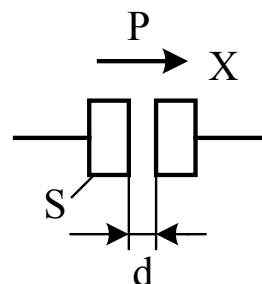
Оптрони могат да се построят и с интегрални тензодатчици.

Капацитивен чувствителен елемент.

Представлява плосък кондензатор – фиг. 4, при който налягането въздейства върху площта S , диелектричната проникателност ϵ и разстоянието между пластинките d .

Капацитетът се дава с израз:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d} \quad (5)$$

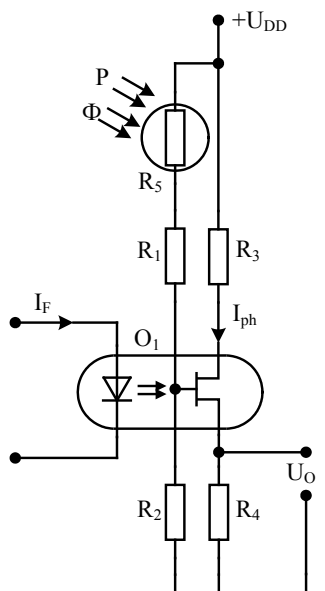


Фиг. 4. Плосък кондензатор

Изменението на капацитета от разстоянието има параболичен характер.

Оптический приемник на основата на термоэластичен эффект.

Схемата на оптрон с такъв приемник е дадена на фиг. 5.



Фиг. 5.

Използва се оптрон с полеви фототранзистор [1, 2]. Приемникът R_5 е кварцова пластина, в която възниква потенциална разлика от термопластични – механични напрежения по оста Y на кристала.

За изходното напрежение U_O и фототока I_{ph} , може да се запише:

$$U_O = f(P, \Phi, I_F) \quad (6)$$

Вижда се, че изходната величина при оптроните зависи от три входни величини – една електрическа – I_F , една оптична – Φ и една механична величина – налягане P .

Интегрален сензор за налягане

Предлагаме използване на абсолютните сензори за налягане на фирмата Siemens от серията КРУ – А [6].

За пример 8 изводния сензор КРУ42А е с параметри:

- изменение на налягането – $P = 0 \div 0,6 \text{ bar}$;
- максимално налягане – $P_{\max} = 6 \text{ bar}$;
- чувствителност – $S = 15 \text{ mV/V bar}$.

Извеждане на предавателната характеристика на оптроните

За схемата от фиг.2 при ток през светодиода $I_F = 0$:

$$I_{ph} = h_{21E} \cdot I_B = h_{21E} \cdot \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_{TP}(P)} = \frac{\text{const}}{R_{TP}(P)} \quad (7)$$

За схемата от фиг. 3 при ток през светодиода $I_F = 0$:

$$I_{ph} = h_{21E} \cdot I_B = \frac{U_{CC} - U_{VD1}(P) - U_{BE}}{R_1} = \frac{\text{const}_1 - U_{VD1}(P)}{\text{const}_2} = \text{const}_3 - \frac{U_{VD1}(P)}{\text{const}_2} \quad (8)$$

където I_{ph} – фототокът на фототранзистора;
 h_{21E} – коефициент на усилване по тока на фототранзистора в схема общ емитер;
 I_B – базов ток на фототранзистора;
 U_{CC} – захранващо напрежение на фототранзистора;
 U_{BE} – напрежение между базата и емитера на фототранзистора;
 $R_{TP(P)}$ – съпротивление на тензорезистора във функция от налягането P ;
 $U_{VD1(P)}$ – напрежение в права посока на тензодиода, функция на налягането P ;
 $\text{const}, \text{const}_1, \text{const}_2, \text{const}_3$ – постоянни величини.

Приложение на разработките за измерване на механични величини – налягане, деформация, премествания, вибрации, чрез измерване на електрически величини (ток, напрежение).

Разработени са схеми на оптрони, фотоприемникът на които има няколко независими входа за управление, включително и чрез налягане.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработени са схеми на оптрони (фиг. 2, фиг. 3 и фиг. 5) с тензочувствителен и фоточувствителен приемник, което позволява изходната величина да зависи от механична и фотометрична (или електрическа) величина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Колев, И. С. и Е. Н. Колева. Инфрачервена оптоелектроника.. Габрово, Унив. изд. „В. Априлов”, 2008.
- [2] Колев, И. С. и Е. Н. Колева. Оптоелектроника. Прибори. Елементи. Приложение. София, Техника, ООД, 2007.
- [3] Колев, И. С. и Е. Н. Колева. Оптоелектронни сензори и оптоелектронни охранителни системи. Габрово, Унив. изд. “В. Априлов”, 2009.
- [4] Колева, Е. Н. Индустиална електроника. Габрово, изд. Експрес, 2010.
- [5] Колева, Е. Н. Индустиална електроника. Ръководство за лабораторни упражнения. Габрово, изд. Експрес, 2010.
- [6] Колева, Е. Н. Разработка и изследване на нови оптоелектронни елементи и схеми. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”, СНС „Електронна и компютърна техника”, ВАК, София, 2007.
- [7] Ristić, S. R -L - C komponente. Niš, Prosveta, 2005.
- [8] Siemens. Optohalbleiter and Sensoren, 2000.