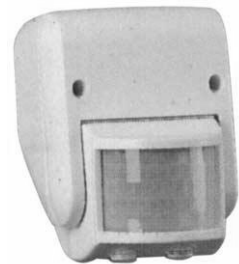
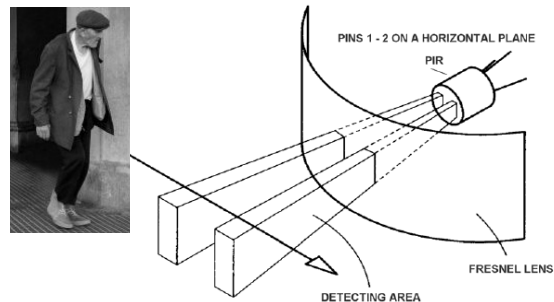

Sensori Piroelettrici



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Generalità

- I sensori piroelettrici sono anche detti PIR (*Passive InfraRed sensor*)
- Il sensore è in grado di percepire oggetti caldi in movimento (spettro di emissione nell'infrarosso: lunghezza d'onda compresa tra 700 nm e 1 mm)
- Distanza variabile fino a 20 m.



- Tipicamente utilizzati per rilevare il passaggio di persone/animali

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

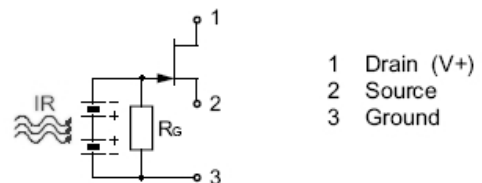
Principio di funzionamento

- Il PIR è composto da un transistor JFET sensibile alla radiazione IR e da un filtro ottico in uscita.
- Ha bisogno di una opportuna rete di polarizzazione (simile a quelle usate per MOSFET).
- La rete di polarizzazione è fondamentale per la stabilità del PIR rispetto a:



- temperatura
- radiazione solare
- umidità
- disturbi ambientali

Internal circuit and pinout:



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Caratteristiche

Le caratteristiche principali di un sensore piroelettrico sono:

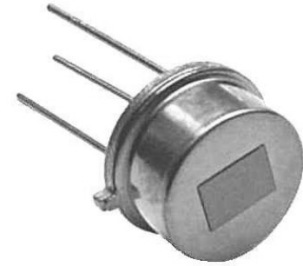
Characteristics	Value	Unit	Test Conditions
Element size:	1.0 x 2.0	mm	Nominal, each
Element spacing:	1.0	mm	Nominal
Optical wavelength	5...25	μm	7...14 μm $\geq 70\%$
Responsivity: (typ)	2700	V/W	7...14 μm @ 1Hz
Common mode rejection ratio: (typ)	15:1 (min. 1:7)		7...14 μm @ 1Hz
→ Noise: (typ)	5.1	$\mu\text{V}/\text{root Hz}$	1.0 Hz rms, 1Hz
→ Operating voltage:	2.2...10	VDC	V_D to Ground
→ Offset voltage:	0.3...1.2	VDC	$R_S = 100 \text{ k}\Omega$
Operating drain current: (recommended)	0.2...10	μA	
Thermal breakpoint f_T : (typ)	0.2	Hz	
Electrical breakpoint f_e : (typ)	0.05	Hz	
→ Field of view: (horizontal)	140	degrees	from center between
→ Field of view: (vertical):	130	degrees	sensing elements
→ Recommended operating temperature:	-10...+50	$^{\circ}\text{C}$	-30...+70 $^{\circ}\text{C}$ with precautions
→ Storage temperature:	-40...+80	$^{\circ}\text{C}$	change < 50 $^{\circ}\text{C}$ / minute

La scelta di un particolare sensore PIR dipende dal contesto in cui il sensore deve operare

Possono essere di diversi tipi e forme

- **Passivi**

- I più utilizzati, stanno in ascolto di una onda IR nel loro campo visivo.



- **Attivi**

- Una parte del sensore invia un'onda, quando questa viene riflessa il PIR segnala la presenza di un oggetto.

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

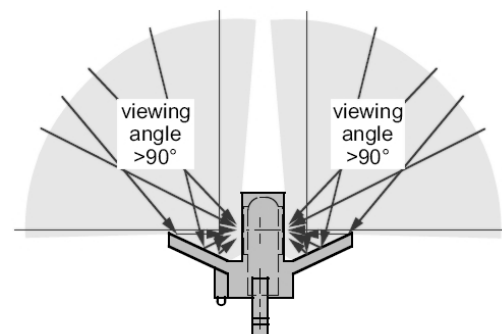
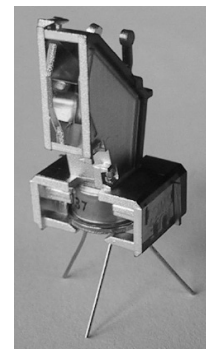
Lenti

Il PIR può essere dotato di lenti che focalizzano i raggi IR in ingresso/uscita al sensore.

Queste possono essere di diversi tipi in base alle applicazioni. Per avere una visuale maggiore o minore.

Si possono utilizzare lenti:

- di Fresnel, che incrementano la capacità di visuale;
- direttive, per orientare l'angolo di visuale.



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Caratteristica di guadagno

- L'intensità del segnale in uscita dal sensore dipende dall'angolo con cui il corpo caldo viene "visto".

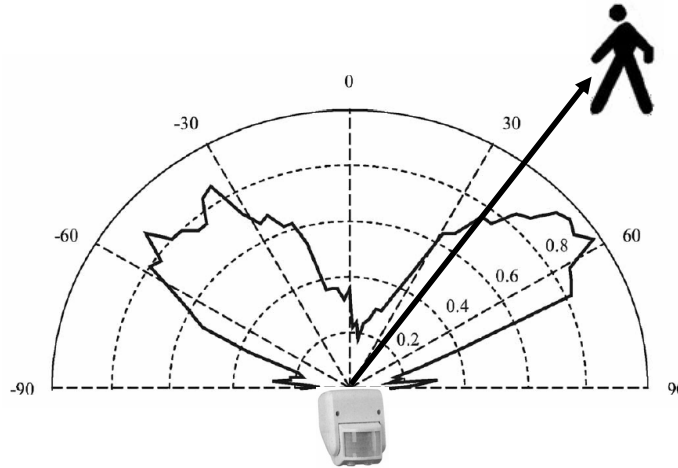


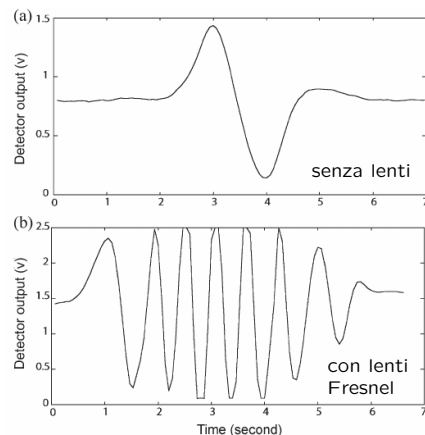
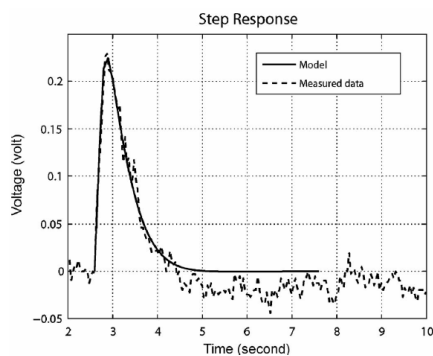
diagramma polare di visibilità
(sensore piroelettrico a due elementi privo di lenti)

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Caratteristica dinamica

- Il segnale in uscita dal PIR è proporzionale alla **variazione** di temperatura sul cristallo piuttosto che alla temperatura stessa (filtraggio passa-alto)
- Ha però una massima frequenza di funzionamento (filtraggio passa-basso)
- Il comportamento è quello di un filtro **passa-banda** del IV ordine:

$$H(s) = \frac{U(s)}{\Phi(s)} = k_g \left(\frac{s^2 + 2\zeta_t \omega_t s}{s^2 + 2\zeta_t \omega_t s + \omega_t^2} - \frac{s^2 + 2\zeta_e \omega_e s}{s^2 + 2\zeta_e \omega_e s + \omega_e^2} \right)$$



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Il PIR è un ottimo sensore per rilevare il movimento di oggetti “caldi”, in particolari di persone.

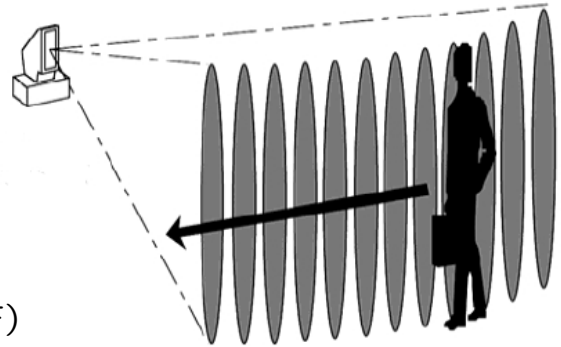
Opportunamente interfacciato può rilevare posizione e velocità di oggetti in movimento.

Caratteristiche tipiche del PIR:

- Alta sensibilità
- Basso consumo
- Basso rumore
- Insensibilità a temperatura e umidità

Un buon PIR deve avere:

- dinamica veloce.
- immunità alle Radio Frequenze (RF)
- immunità alla luce solare



Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08

Maggiori informazioni

<http://www.kube.ch/pyroelectric/index.php>

<http://www.disp.duke.edu/publications/hao-6.pdf>

Attività sperimentale:

progetto **human motion tracking** presso
il **laboratorio di automatica** dell'Università di Siena.

Tecnologie dei Sistemi di Controllo - A. Bemporad - A.a. 2007/08