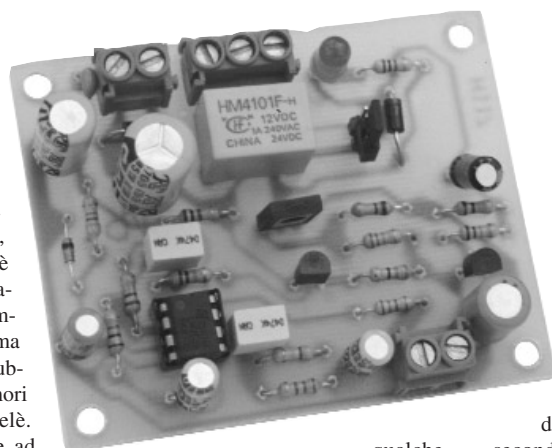


FT222

ALLARME CON SENSORE DI PRESSIONE

Circuito di controllo di accesso per un'entrata di un locale privo di porte o tornelli, di un appartamento, o per moltissime altre applicazioni utilizzando un sensore a compressione per rilevare l'entrata o il passaggio attraverso una porta. Si tratta in sostanza di un apparecchio provvisto di un tubo di gomma abbastanza sottile, quindi facilmente collocabile ovunque, che una volta schiacciato trasmette la variazione di pressione ad un trasduttore, che nel nostro caso è una capsula microfonica electret. Il principio di funzionamento è molto semplice: il tubo è chiuso ad un'estremità e dall'altra parte accoglie la capsula microfonica, la quale ha la parte sensibile (quella davanti...) rivolta verso l'interno; il tutto è a tenuta d'aria, nel senso che la capsula va fissata in modo da entrare senza gioco, il che significa che il tubetto va scelto di diametro uguale o leggermente inferiore a quello esterno del componente. In condizioni di riposo l'aria è alla pressione atmosferica (normale) e nulla accade; se qualcuno passa sul tubo, calpestandolo con i piedi o con le ruote di un carrello o di un'autoveicolo, l'aria viene compressa ed esercita una certa pressione sulla superficie sensibile della capsula microfonica, la quale determina ai propri capi un impulso di tensione facilmente rilevabile. Trattandosi di un segnale a bassissima frequenza e comunque abbastanza debole va fatto amplificare da un circuito integratore, ovvero provvisto di un efficace filtro passa-basso. L'elemento sensore (la capsula microfonica MIC, una electret-condenser miniaturizzata) viene polarizzata tramite la resistenza R1; abbiamo impiegato un componente del genere perché è molto sensibile, costa pochissimo, è piccolo, ma soprattutto perché rientra nella categoria dei microfoni a pressione: in pratica l'electret-condenser è sensibile alla variazione di pressione sulla sua membrana, e ben si presta a rilevare la compressione che si verifica nell'aria nel tubo quando quest'ultimo viene schiacciato. Il segnale prodotto dal microfono viene trasferito all'ingresso di un primo stadio amplificatore di tensione, realizzato con l'operazionale U1a: l'accoppiamento è stato fatto con l'elettrolitico C1, dimensionato per far passare segnali a bassissima frequenza bloccando però la componente continua di polarizzazione della capsula. U1a funziona da amplificatore invertente compensato in frequenza, e oltre ad elevare il livello del segnale si comporta da filtro passa-basso: in sostanza a basse frequenze l'operazionale guadagna fino ed oltre 200 volte, mentre al disopra di qualche Hz attenua di 20 dB/decade, ovvero diminuisce la propria amplificazione di 10 volte ogni decuplicamento della fre-

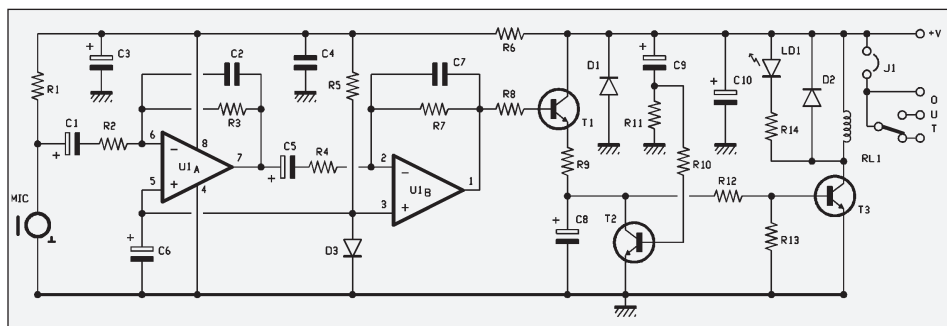
quenza. Con i valori attuali dei componenti, la frequenza di taglio è intorno ad 1 Hz, il che significa che già a tale valore il guadagno scende di 3 dB, portandosi da oltre 200 volte a circa $200 \times 0,707 = 141,42$ volte; a 10 Hz si abbassa più o meno a 20, e a 100 Hertz a 2 volte soltanto. Il filtro è necessario perché il circuito deve amplificare solamente i segnali prodotti dalla compressione dell'aria, che sono a bassissima frequenza (frazioni di Hz, ovvero onde subsoniche); se non ci fosse anche voci e rumori nell'ambiente potrebbero attivare il relè. Dopo la prima amplificazione il segnale ad infrasuoni passa dal condensatore di accoppiamento C5 e giunge all'ingresso di un secondo stadio invertente, realizzato ancora con un operazionale: si tratta dell'U1b, l'altro contenuto nell'U1; questi amplifica ancora di 100 volte, e analogamente al primo incorpora un filtro passa-basso per attenuare ulteriormente i suoni ed i rumori nel campo dell'udibile, completando una catena di filtro che determina una pendenza di taglio pari a 40 dB/decade, sufficiente per rendere insensibile l'uscita ai disturbi ambientali. Bisogna però osservare che i due operazionali hanno una configurazione un po' particolare, perché in realtà oltre ad amplificare ed a filtrare il segnale provvedono anche a raddrizzarlo, in modo da poterlo utilizzare per eccitare un circuito a commutazione che piloterà il relè di uscita: in pratica il D3 polarizza i piedini 5 e 3 (ingresso non-invertente rispettivamente di U1a ed U1b) dandogli un riferimento di 0,6 volt, il che significa che a riposo l'uscita di ciascun elemento (piedini 7 ed 1) sta allo stesso potenziale (il guadagno in continua è unitario, dato che R2 è disaccoppiata tramite il C1, R4 è disaccoppiata dal C5, e gli operazionali sono retroazionati come semplici buffer) e che comunque in presenza di segnale può oscillare da esso a circa +V in semionda positiva, mentre in quella negativa non può scendere più di tanto, ovvero praticamente non risponde con segnali negativi. Con gli impulsi amplificati dal transistor T1 viene caricato il condensatore C8, un elettrolitico da 220 μ F che, una volta caricato a dovere, polarizza la base del T3 (un altro NPN) mandandolo in conduzione e facendo così alimentare la bobina del relè RL1: questo scatta e chiude il proprio scambio, condizione evidenziata dall'accensione del led LD1. Il relè rimane eccitato fino a quando arrivano gli impulsi dal circuito di amplificazione, cioè finché il tubo viene schiacciato e rilasciato: ad esempio se vi passano più persone, o più automobili; dopo ricade nel giro

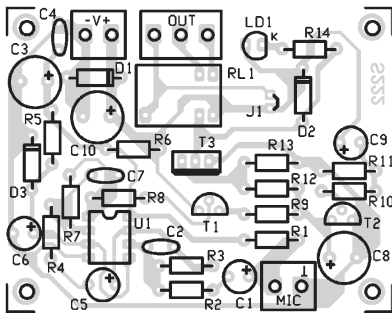


d i qualche secondo, allorché il condensatore C8 non riceve più alcun impulso di carica e la sua tensione si affievolisce fino a ridursi a meno di quanto serve per polarizzare il transistor T3. Quindi il circuito dispone di un temporizzatore fatto apposta per eccitare il relè per qualche secondo ogni volta che viene calpestato il tubo. Al relè si possono collegare diversi carichi, quali un avvisatore acustico tipo campanello funzionante a qualunque tensione compresa entro 250 Vac, oppure un cicalino piezoelettrico avente in serie una resistenza da 1 Kohm collegata a massa: in questo caso si connette il capo libero del bipolo (cicalino/resistenza) al contatto normalmente aperto (NA) dello scambio del relè, realizzando il ponticello J1 per alimentare il centrale (C). Ad ogni modo lo scambio può essere usato per comandare l'ingresso di una centralina di allarme (il ponticello non va fatto), sia esso normalmente chiuso o normalmente aperto, oppure di un controllo per apricancello elettrico. Concludiamo la descrizione di questo circuito facendo osservare la rete di autoreset iniziale, composta dal condensatore C9, dalla R14, e dal transistor T2: all'accensione l'elettrolitico è inizialmente scarico e porta un impulso a livello alto sulla base del transistor, il quale va in saturazione scaricando e tenendo scarico in ogni caso il C8; in tal modo siamo certi che il relè resta a riposo anche durante il transitorio d'accensione.

IN PRATICA

Bene, vediamo adesso come costruire e mettere in funzione il comando a sensore di pressione: per prima cosa bisogna recuperare il circuito stampato (cod. S222) sul quale si provvede ad inserire tutti i componenti, partendo al solito dalle resistenze e diodi, attenzione al verso di inserimento il catodo è segnato dalla fascetta colorata; inserite ora lo zoccolo per l'unico integrato presente nel circuito, orientandolo con la tacca di riferimento verso la R8, sistemate poi i condensatori facendo attenzione a quelli elettrolitici. E' la volta ora dei tre transistor, riferendovi alla disposizione componenti illustrata in queste pagine per avere le indicazioni sul loro verso, e fate lo stesso per il led LD1 (rosso); non vi sono invece problemi per il relè, che entra nello stampato soltanto nel verso giusto. Ultimate il lavoro con il montaggio con la capsula microfonica, che va collegata alle relative piazzole dello stampato con due corti spezzi di filo rigido, o magari con due avanzi di terminali di diodi o resistenze: nel fare l'operazione prestate attenzione alla polarità.





COMPONENTI

R1: 6,8 Kohm
R2: 2,2 Kohm
R3: 470 Kohm

R4: 1 Kohm
R5: 47 Kohm
R6: 100 Ohm
R7: 100 Kohm
R8: 10 Kohm

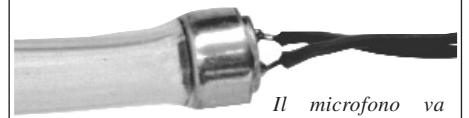
R9: 33 Ohm
R10: 10 Kohm
R11: 100 Kohm
R12: 22 Kohm
R13: 100 Kohm
R14: 1 Kohm
C1: 4,7 µF 50VL elett.
C2: 470 nF poliestere
C3: 220 µF 25VL elett.
C4: 100 nF multistrato
C5: 4,7 µF 50VL elett.
C6: 10 µF 50VL elett.
C7: 470 nF poliestere
C8: 220 µF 25VL elett.
C9: 47 µF 16VL elett.
C10: 470 µF 25VL elett.
D1: 1N4007 diodo

D2: 1N4007 diodo
D3: 1N4148 diodo
U1: LM358
T1: BC547B transistor NPN
T2: BC547B transistor PNP
T3: BD677 darlington NPN
J1: Jumper da c.s.
LD1: led rosso 5 mm.
RL1: relè 12 V min.
MIC: sensore microfonico a tubo pvc.

varie:

- zoccolo 4 + 4;
 - morsettiere 2 poli (2 pz.);
 - morsettiere 3 poli;
 - stampato cod. S222.

Dov'è il microfono?



Il microfono va posizionato ad un capo del tubicino in gomma, come rappresentato in figura, in modo tale che la sua parte sensibile possa sentire le differenze di pressione che si vengono a creare all'interno del tubo, una volta che questo viene schiacciato. Il tubicino va posizionato sotto il tappeto da proteggere formandoci una specie di serpentina, in modo tale che da ogni punto dello stesso sia possibile schiacciare il tubo con la pressione del piede.

Per facilitare le connessioni dello scambio del relè, nonché quelle di alimentazione, è buona cosa saldare delle morsettiere a passo 5 mm per circuito stampato in corrispondenza delle rispettive piazzole. Fatte tutte le saldature e controllata bene la

basetta, potete inserire il doppio operativo nello zoccolo relativo facendo in modo che la sua tacca (o punto) di riferimento stia come indicato dalla serigrafia, ovvero dalla solita disposizione componenti visibile in queste pagine. Fatto anche questo il

circuito è pronto per l'uso: basta alimentarlo con una tensione continua di valore compreso tra 11 e 14 volt; servono circa 150 milliampere di corrente. L'alimentazione va applicata tra i punti +V e - (massa). Prima di far funzionare il dispositivo è tuttavia necessario prepararlo e montare il tubo di gomma necessario per creare la pressione sulla capsula microfonica: in linea di massima non ci sono limiti per le dimensioni e per il materiale da usare, tuttavia sarebbe buona cosa impiegare un tubo di quelli in gomma trasparente avente il diametro interno uguale o leggermente inferiore a quello esterno della capsula MIC; così facendo si semplifica molto l'assemblaggio, perché basta infilare il microfonico di "testa" (cioè lasciando dietro i terminali: altrimenti come si fa?) facendo aderire bene ad esso la parete del tubo. Il diametro non è comunque un problema, perché avendo un tubo più grande basta innestare un riduttore, oppure riempire con del silicone sigillante lo spazio attorno al contenitore. Ciò che può costituire una limitazione è invece la lunghezza del tubo, che non deve essere eccessiva, fermo restando che dipende anche dalla sezione: usandone uno da 10 mm (diametro esterno) più che adatto ad avvolgere la capsula miniaturizzata, si può arrivare tranquillamente a 10÷15 metri, mentre con 20 mm (sempre esterni...) non conviene che superi i 10 metri. Ma si tratta comunque di misure che possono variare a seconda di tanti fattori, non ultimo la sensibilità del microfono adoperato e del circuito, ovvero la tolleranza dei componenti. Per "terminare" il tubo in modo che non esca l'aria si può fare in diversi modi: lo si annoda ben stretto in fondo, gli si mette un tappo di gomma o sughero dal lato opposto a quello dove è montato il microfono, lo si chiude con del silicone sigillante, ecc. Bloccato e chiuso il tubo di gomma, si può collaudare il dispositivo alimentando la scheda con 11÷14 volt in continua prelevati da un alimentatore da rete o da una batteria, o da un'apparecchiatura più grande alla quale la si vuol collegare: l'importante è non invertire la polarità. Inizialmente il led deve restare spento; dopo aver adattato in terra il tubo di gomma premetelo con un piede e verificate che scatti il relè, condizione evidenziata dall'illuminazione dell'LD1. Se non accade nulla è probabile che abbiate esagerato con la lunghezza e dovette perciò accorciare il tubo, quindi rieseguire la prova; vedrete che con un po' di pazienza potrete adattare facilmente il sistema alle vostre esigenze.

dove e come si usa il circuito d'allarme

Il progetto proposto in questo articolo è una versione totalmente elettronica del più noto sensore di passaggio con pressostato, costituito sostanzialmente da un tubo di gomma chiuso ad un'estremità e terminante dall'altra sulla membrana sensibile di un pressostato più o meno duro: essendo il tutto a tenuta d'aria, schiacciando il tubo l'aumento di pressione provoca l'innescio del dispositivo elettromeccanico che, provvisto ovviamente di contatti, apre o chiude un circuito. Il nostro sistema è sostanzialmente lo stesso, anche se abbiamo sostituito il costoso pressostato con un circuito elettronico azionato da un sensore normalmente impiegato per altre applicazioni: un microfono electret-condenser di quelli a basso costo; un circuito elettronico ne amplifica il segnale prodotto dal salto di pressione e lo sfrutta per eccitare un monostabile retriggerabile e con esso un relè. Si può quindi disporre di un contatto "pulito" a deviatore (C-NC-NA) che va bene per comandare centrali per apricancello elettrico, sistemi antifurto e anti-intrusione, o semplici avvisatori acustici o d'altra natura. Le applicazioni sono molteplici: si può usare come controllo per far aprire un cancello o un portone quando vi entrano persone (devono ovviamente passare con i piedi sul tubo, che nel caso conviene sia disposto a spirale, per aumentare la superficie calpestabile...) carrelli o automobili; ovviamente un secondo circuito posto dopo il cancello o portone può comandare la richiusura. Un altro impiego di sicuro interesse è come allarme con sensore a pressione: ponendo il tubo di gomma sotto lo zerbino della porta o sotto ad un tappeto od una pedana, chi si introduce o vi passa di sopra fa scattare un avvisatore acustico alimentato tramite lo scambio del relè; in questa applicazione è possibile scegliere tra una gran varietà di segnalatori, dalle semplici luci spia (c'è comunque il led sul circuito...) ai campanelli, alle sirene, ecc. Per rendere il più possibile versatile il sistema abbiamo previsto un ponticello (J1) che permette di alimentare con la tensione principale (+V) il centrale dello scambio del relè: così si può alimentare un'eventuale sirena a caduta di positivo (da collegare tra la massa ed il contatto NC -normalmente chiuso- disponibile nel circuito) o semplicemente eccitare un segnalatore quale un buzzer, collegandolo (con un'eventuale resistenza in serie) tra massa ed il contatto NA, che in allarme riceverà il positivo. Insomma, le possibilità sono tante e basta collegare opportunamente il tutto per adattare il circuito ad ogni situazione; rammentate che lo scambio può essere impiegato per comandare l'ingresso di un antifurto, sia a comando NC che NA. Le figure a) b) c) d) mostrano rispettivamente l'uso ed il collegamento con un campanello funzionante a 220 volt, il controllo di un buzzer o cicalino piezo, il controllo di una sirena a caduta di positivo (alimentare la scheda con 13 volt per far caricare la batteria della sirena) e l'interfacciamento con una centrale antifurto con ingresso NC (normalmente chiuso).

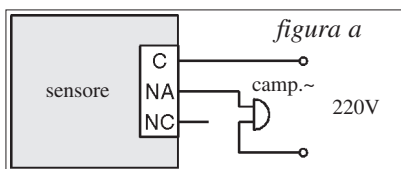


figura a

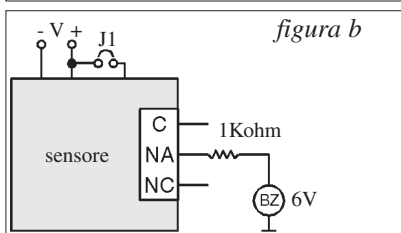


figura b

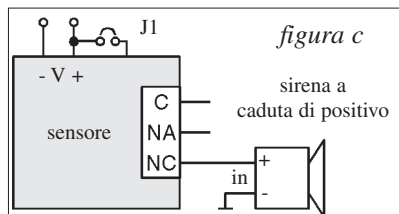


figura c

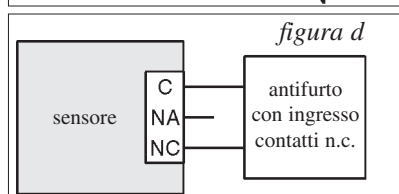


figura d

L'articolo completo è stato
 pubblicato su **Elettronica In**
 n. 29 maggio '98