

SISTEMA DI PRESA A VENTOSA E POMPA DEL VUOTO

INTRODUZIONE ED OBIETTIVI

Integrazione di un kit di presa a vuoto (Pick and Place) controllato tramite microcontrollore Arduino.

L'obiettivo del sistema è consentire la manipolazione automatizzata di oggetti con superfici non porose.

L'impiego della modulazione a larghezza di impulso (PWM) permette di regolare dinamicamente la forza di aspirazione della pompa, ottimizzando l'efficienza energetica, riducendo le sollecitazioni meccaniche e limitando l'impatto acustico durante il funzionamento.

COMPONENTI DEL KIT ED ARCHITETTURA DEL SISTEMA

Il kit oggetto di analisi è una soluzione integrata e pre-cablata specifica per bracci robotici ed automazione DIY.

Si compone dei seguenti elementi principali:

1. Mini pompa a vuoto a diaframma (DC): Genera la depressione necessaria all'interno del circuito pneumatico per consentire l'adesione della ventosa all'oggetto.
2. Elettrovalvola a 2 vie: Componente fondamentale per la fase di rilascio. Quando attivata, interrompe il vuoto immettendo aria a pressione atmosferica nel tubo, garantendo il distacco immediato dell'oggetto.
3. Ventosa in silicone con raccordo a T: Interfaccia fisica di contatto con l'oggetto da sollevare. Il raccordo a T distribuisce i flussi d'aria tra pompa ed elettrovalvola.
4. Cavo di controllo elettronico PWM integrato: Elemento chiave del kit che racchiude l'elettronica di potenza sotto una guaina protettiva termorestringente, interfacciando direttamente i segnali logici di Arduino con i carichi elettrici della pompa e della valvola.

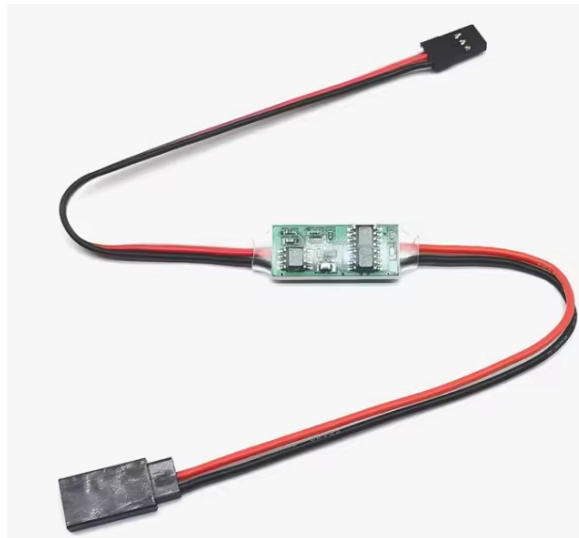


ANALISI DELL'ELETTRONICA INTERNA (CAVO PWM)

I pin di Arduino forniscono correnti ridotte (massimo 20-40 mA), del tutto insufficienti a pilotare i motori elettrici o le bobine delle elettrovalvole.

Il cavo di controllo PWM integrato sopperisce a questo limite integrando una micro-scheda PCB dotata di:

- **Transistor MOSFET di potenza:**
Agiscono come interruttori elettronici ad altissima velocità. Sotto l'impulso del segnale PWM di Arduino, modulano la tensione efficace inviata alla pompa per variarne i giri al minuto.
- **Diodi di protezione (Flyback Diodes):**
Collegati in parallelo ai carichi induttivi (pompa e valvola) per dissipare i picchi di corrente inversa generati al momento dello spegnimento, salvaguardando l'integrità del transistor e del microcontrollore.
- **Resistenze di Pull-Down:**
Assicurano uno stato logico stabile (basso) all'avvio di Arduino, impedendo attivazioni indesiderate o casuali della pompa prima del caricamento completo del firmware.



SCHEMA DI CABLAGGIO ED INTERCONNESSIONI

Il cavo PWM si sdoppia in tre sezioni per gestire in sicurezza l'alimentazione e la logica di controllo.

Gruppo 1: Alimentazione di Potenza (Conduttori spessi)

- Filo Rosso (VCC / +): Va collegato al polo positivo di un alimentatore esterno dedicato (es. 5V o 12V in base alle specifiche del kit acquistato).
- Filo Nero (GND / -): Va collegato al polo negativo dell'alimentatore esterno.

Gruppo 2: Segnale Arduino (Connettore stile Servomotore)

- Filo Bianco o Giallo (Segnale PWM): Va collegato a un pin di Arduino che supporti la modulazione PWM (es. Pin 5).
- Filo Nero (Messa a terra logica): Va collegato obbligatoriamente a un pin GND di Arduino. Questo passaggio è fondamentale per garantire il potenziale di riferimento comune tra l'alimentatore e la scheda di controllo.
- Filo Rosso (Alimentazione logica, se presente): Fornisce i 5V di Arduino per l'alimentazione dei chip di controllo interni al cavo.

Gruppo 3: Collegamento Attuatori (Uscite pre-cablate)

I restanti connettori maschio/femmina si innestano direttamente e senza saldature nei rispettivi terminali della pompa a diaframma e dell'elettrovalvola di sfiato.

CABLAGGIO KIT

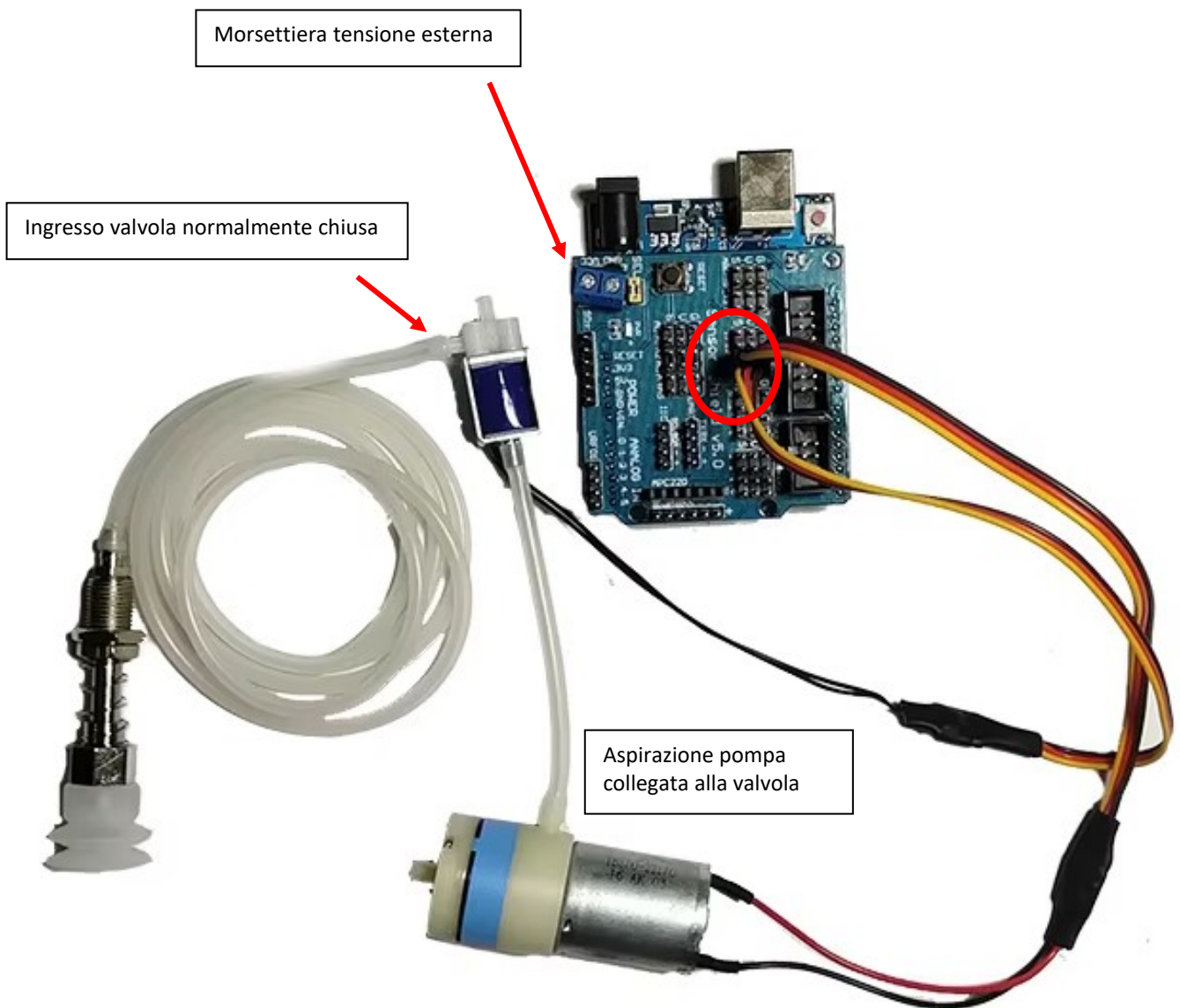
Il kit in genere comprende una scheda da impilare su Arduino.

Questa scheda espone tutti i PIN di Arduino e permette di utilizzare una alimentazione esterna tramite la morsettiera.

Se non c'è la scheda si possono usare direttamente ai pin PWM di Arduino (cavo giallo).

Cavi rosso e nero sono alimentazione e massa presa da un alimentatore esterno.

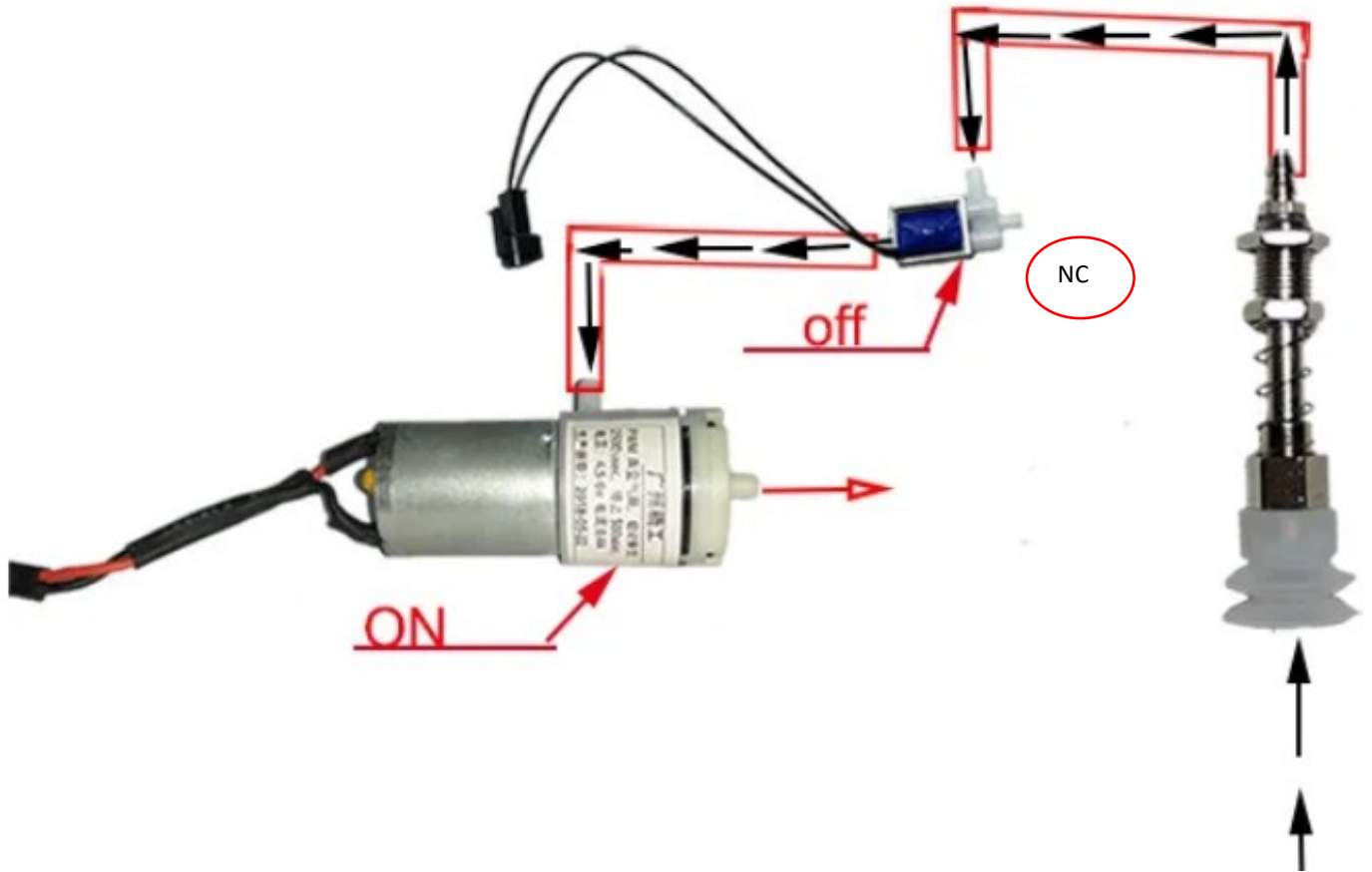
NB: I cavi elettronici PWM vanno comandati tramite la libreria SERVO di Arduino.



PICK

Pompa attiva e valvola chiusa (spenta).

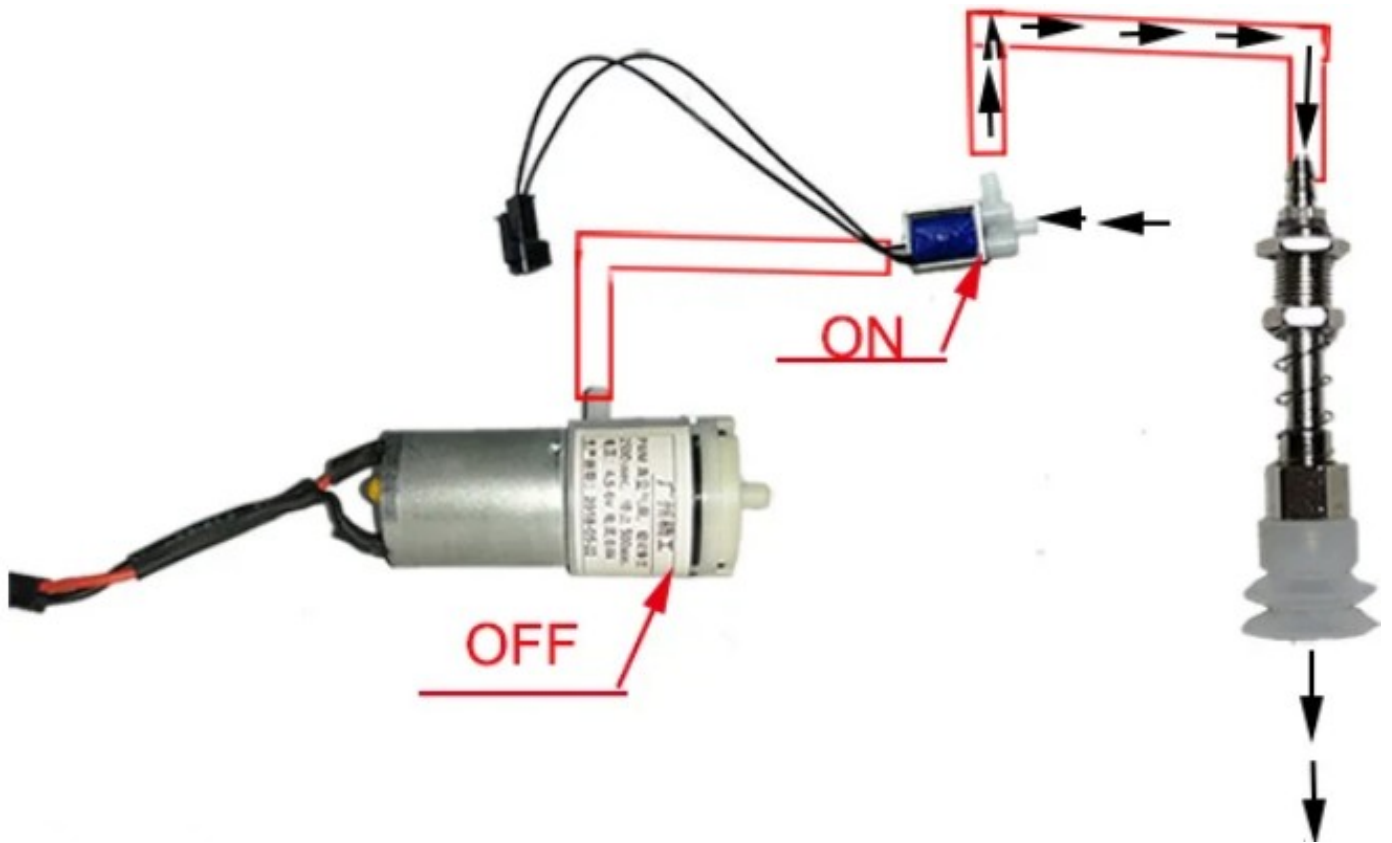
L'aria aspirata dall'interno della ventosa e scaricata dalla pompa nell'ambiente



PLACE

Pompa spenta e valvola aperta (accesa).

L'aria ambiente (patm) entra nella valvola e riempie l'interno della ventosa che così si stacca dal pezzo.



LOGICA DI CONTROLLO E FIRMWARE ARDUINO

Di seguito viene riportato il codice sorgente ottimizzato per l'esecuzione di un ciclo standard di presa (Pick), mantenimento e rilascio (Place).

Il codice utilizza la libreria "Servo" per comandare in PWM i cavi elettronici PWM.

```
#include <Servo.h>

Servo Pompa; // pompa
Servo Valvola; // valvola NC (0 chiusa, 180 aperta → solenoide attivo)

void setup()
{
  Pompa.attach(9); // pompa
  Valvola.attach(8); // valvola
  // spengo tutto
  Pompa.write(0); // pompa spenta
  Valvola.write(0); // valvola spenta --> chiusa
}

void loop()
{
  // Pick (presa)
  Pompa.write(255); // pompa attiva
  Valvola.write(0); // valvola spenta: solenoide spento --> valvola chiusa
  delay(3000);
  // Mantenimento
  Pompa.write(0); // pompa spenta
  Valvola.write(0); // valvola spenta: mantiene il vuoto
  delay(2000);
  // Place (rilascio)
  Pompa.write(0); // pompa spenta
  Valvola.write(255); //valvola accesa: solenoide attivo --> valvola aperta --> entra aria a patm nella
  ventosa
  delay(2000);
  // Spengo tutto
  Pompa.write(0); // pompa spenta
  Valvola.write(0); // valvola spenta --> chiusa

  // pausa
  delay(1500);
}
```

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo Pompa; // pompa
```

```
Servo Valvola; // valvola NC (0 chiusa, 180 aperta → solenoide attivo)
```

```
void setup()
```

```
{  
  Pompa.attach(9); // pompa  
  Valvola.attach(8); // valvola  
  // spengo tutto  
  Pompa.write(0); // pompa spenta  
  Valvola.write(0); // valvola spenta --> chiusa  
}
```

```
void loop()
```

```
{  
  // Pick (presa)  
  Pompa.write(255); // pompa attiva  
  Valvola.write(0); // valvola spenta: solenoide spento --> valvola chiusa  
  delay(3000);  
  // Manutenimento  
  Pompa.write(0); // pompa spenta  
  Valvola.write(0); // valvola spenta: mantiene il vuoto  
  delay(2000);  
  // Place (rilascio)  
  Pompa.write(0); // pompa spenta  
  Valvola.write(255); //valvola accesa: solenoide attivo --> valvola aperta --> entra aria a patm nella ventosa  
  delay(2000);  
  // Spengo tutto  
  Pompa.write(0); // pompa spenta  
  Valvola.write(0); // valvola spenta --> chiusa  
  
  // pausa  
  delay(1500);  
}
```

CONSIDERAZIONI TECNICHE E LINEE GUIDA PER L'USO

Punto di stallo del motore:

Le pompe a diaframma necessitano di uno spunto di corrente iniziale per vincere l'inerzia meccanica. Nelle impostazioni del codice, si raccomanda di non scendere mai sotto valori PWM di 90-100. Valori inferiori potrebbero causare il surriscaldamento del motore senza generare aspirazione.

Strozzature dei condotti:

Per garantire un rilascio immediato, il tubo flessibile collegato all'elettrovalvola non deve presentare curve strette o strozzature. Una corretta sezione del tubo garantisce il ripristino istantaneo della pressione atmosferica all'interno della ventosa.

Estensione (Controllo ad anello chiuso):

Il sistema può essere ottimizzato integrando nel circuito pneumatico un vacuometro digitale (sensore di pressione). In questo modo, Arduino potrebbe ridurre dinamicamente il segnale PWM al raggiungimento del vuoto ottimale, ottimizzando ulteriormente i consumi energetici e compensando in tempo reale eventuali micro-perdite.

CARICO NOMINALE DEL KIT (POTENZA DI LAVORO)

Nelle condizioni d'uso standard previste dal produttore, i cavi alimentano contemporaneamente i due attuatori:

- Mini pompa a vuoto (Motore 370): Consuma una corrente media in condizioni di sforzo di circa 0.35-0.5 A a 6 V (pari a circa 2-3W).
- Elettrovalvola a 3 vie: Ha un assorbimento fisso di 220 mA 6 V , equivalente a 1.32 W (indicato come < 2W nelle specifiche).

Assorbimento totale del kit: Durante la fase di massimo vuoto, il sistema richiede circa 4-5 W

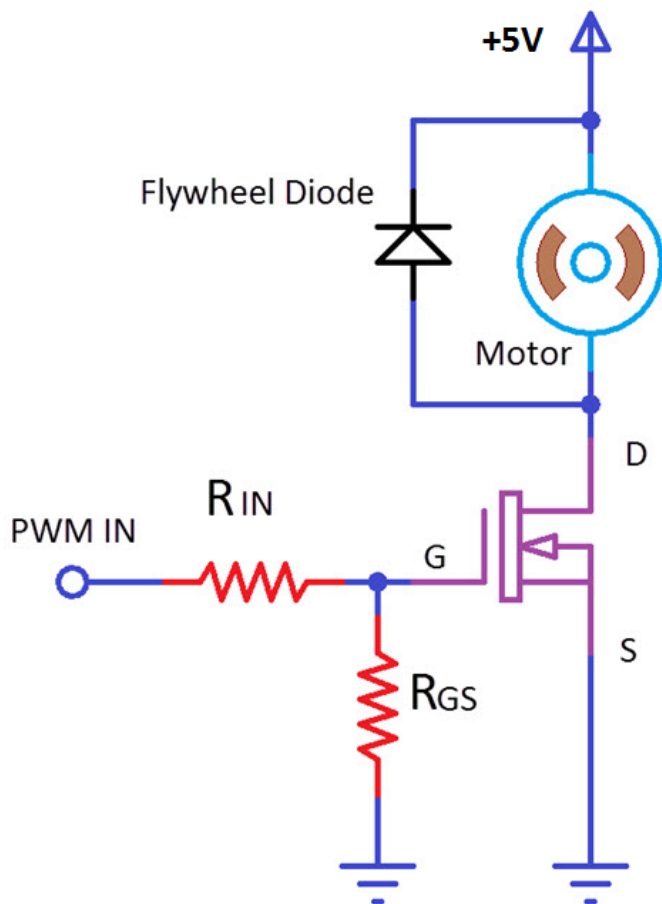
Limiti Massimi del Driver Integrato

I micro-MOSFET integrati sotto la guaina termorestringente nera del cavo (spesso di tipo SMD come il canale N serie AO3400 o simili) supportano picchi teorici più alti, ma sono fortemente limitati dall'assenza di un dissipatore di calore in alluminio.

- **Corrente Massima Consigliata:**
2 Ampere continui.
- **Tensione Massima:**
7.4 V -- 8.4 (sebbene i componenti interni lavorino a regime ottimale tra 4.5 V - 6.6 V).
- **Potenza Massima Gestibile:**
Calcolando una corrente di sicurezza di 2 A su una tensione di 6 V o 7.4 V, il cavo può sopportare picchi temporanei fino a un massimo di 12 - 15 W .

UTILIZZO DI UN MOSFET DEDICATO

Se il progetto deve utilizzare una pompa del vuoto più potente a 12V (che supera i 15W), è necessario sostituire il cavo PWM dedicato e utilizzare un modulo MOSFET esterno dotato di morsetti a vite e dissipatore, capace di gestire una maggiore potenza.



Il tipico circuito di pilotaggio del mosfet comprende:

- **Resistenza in serie al Gate (R_{in} del circuito):**
100 Ohm - 220 Ohm (Protezione da sovracorrente impulsiva per Arduino).
- **Resistenza Gate-Source (R_{gs} di Pull-Down):**
10 kilo-Ohm - 100 kilo-Ohm (Prevenzione di accensioni accidentali della pompa della ventosa).
- **Diode di protezione (Flyback Diodes):**
Collegato in parallelo ai carichi induttivi (pompa e valvola) serve per dissipare i picchi di corrente inversa generati al momento dello spegnimento, salvaguardando l'integrità del transistor e del microcontrollore
- **MOSFET ad alta impedenza di ingresso interna:**
Superiore a 10 alla 12 Ohm (Isolamento statico totale).

MOSFET "LOGIC-LEVEL" (A LIVELLO LOGICO)

I MOSFET standard pensati per l'elettronica di potenza generica non funzionano correttamente con Arduino e rischiano di bruciarsi o di non accendere affatto la pompa del vuoto.

Il problema della tensione di soglia $V_{gs(th)}$

I MOSFET per attivarsi (cioè per fare passare la corrente tra Drain e Source e alimentare la pompa) hanno bisogno di una specifica tensione applicata sul pin del Gate. Questa tensione è indicata nei fogli tecnici come V_{gs} (Gate-to-Source Voltage).

MOSFET Standard (es. IRF540N, IRF640, IRF840):

Sono progettati per l'industria o l'automotive. Richiedono una tensione sul Gate di 10 Volt per aprirsi completamente.

Se li colleghiamo ad Arduino (che eroga solo 5 Volt o 3.3 Volt), il MOSFET si aprirà solo a metà (entrerà in zona lineare).

Questo causa un'altissima resistenza interna, la pompa riceverà pochissima corrente e il MOSFET si surriscaldierà fino a bruciarsi in pochi secondi.

MOSFET Logic-Level (es. IRLZ44N):

Sono progettati specificamente per i microcontrollori. Si aprono completamente e offrono la minima resistenza interna già con una tensione sul Gate di 3.3 Volt o 5 Volt.

Parametri da controllare nel Datasheet

Quando scegli il componente o leggi le sue specifiche, devi verificare il valore della $V_{gs(th)}$ (Tensione di soglia del Gate):

- In un MOSFET standard la $V_{gs(th)}$ minima è spesso tra 2V e 4V, ma per aprirsi del tutto richiede 10V.
- In un MOSFET Logic-Level la $V_{gs(th)}$ è molto più bassa (tra 1V e 2V), garantendo la piena conduzione a 5V.

I modelli consigliati per Arduino (Canale N)

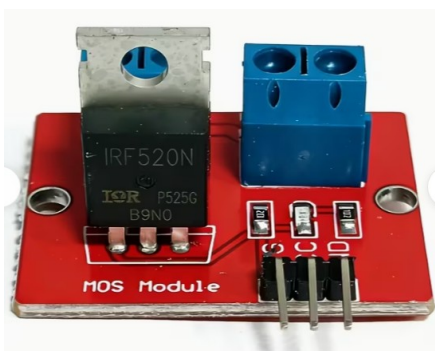
La lettera L nella sigla spesso indica "Logic-Level":

- IRLZ44N:
È il componente standard più famoso in formato Thru-Hole (TO-220). Supporta correnti enormi (fino a oltre 40 Ampere) e si attiva perfettamente a 5V. Eccellente per pompe e motori.
- FQP30N06L:
Un altro ottimo MOSFET a livello logico da 30 Ampere e 60 Volt, molto stabile con i segnali a 5V di Arduino Uno.
- AO3400:
Se utilizzi componenti a montaggio superficiale (SMD), questo piccolo MOSFET è quello che si trova più frequentemente all'interno dei cavi di controllo PWM pre-assemblati dei kit di AliExpress.

Nota sul modulo IRF520 (Molto comune ma sconsigliato)

Nelle fiere di elettronica o nei kit Arduino economici si trova spesso il modulo rosso chiamato "IRF520 MOSFET Driver".

Fai attenzione: l'IRF520 NON è un MOSFET logic-level (richiede 10V sul gate). Se lo usi con Arduino a 5V, riuscirà a gestire a fatica correnti superiori a 1 Ampere. Poiché la tua pompa a vuoto consuma circa 0.5 Ampere, potrebbe funzionare, ma il componente lavorerà sotto sforzo e scalderà inutilmente.



International
IR Rectifier

IRLZ44NPbF

HEXFET® Power MOSFET

- Logic-Level Gate Drive
- Advanced Process Technology
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated
- Lead-Free

Description

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve the lowest possible on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient device for use in a wide variety of applications.

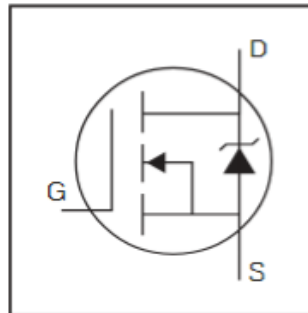
The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.

Absolute Maximum Ratings

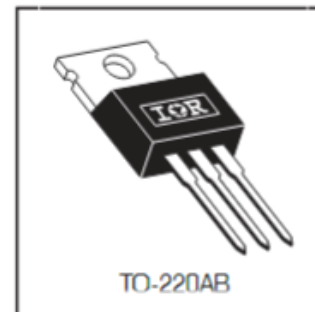
| | Parameter | Max. | Units |
|---------------------------------|--|--------------------|-------|
| $I_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$ | Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$ | 47 | A |
| $I_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$ | Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$ | 33 | |
| I_{DM} | Pulsed Drain Current ① | 160 | |
| $P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$ | Power Dissipation | 110 | W |
| | Linear Derating Factor | 0.71 | W/°C |
| V_{GS} | Gate-to-Source Voltage | ± 16 | V |
| E_{AS} | Single Pulse Avalanche Energy ② | 210 | mJ |
| I_{AR} | Avalanche Current ③ | 25 | A |
| E_{AR} | Repetitive Avalanche Energy ④ | 11 | mJ |
| dv/dt | Peak Diode Recovery dv/dt ⑤ | 5.0 | V/ns |
| T_J | Operating Junction and Storage Temperature Range | -55 to +175 | °C |
| T_{STG} | | | |
| | | | |
| | Mounting torque, 6-32 or M3 screw. | 10 lbf·in (1.1N·m) | |

Thermal Resistance

| | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Units |
|-----------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|
| $R_{\theta JC}$ | Junction-to-Case | — | — | 1.4 | °C/W |
| $R_{\theta CS}$ | Case-to-Sink, Flat, Greased Surface | — | 0.50 | — | |
| $R_{\theta JA}$ | Junction-to-Ambient | — | — | 62 | |

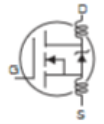


| |
|----------------------------|
| $V_{DSS} = 55\text{V}$ |
| $R_{DS(on)} = 0.022\Omega$ |
| $I_D = 47\text{A}$ |



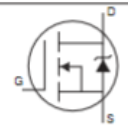
Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

| | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Units | Conditions |
|---------------------------------|--------------------------------------|------|-------|-------|---------------------|---|
| $V_{(BR)DSS}$ | Drain-to-Source Breakdown Voltage | 55 | — | — | V | $V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$ |
| $\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$ | Breakdown Voltage Temp. Coefficient | — | 0.070 | — | V/ $^\circ\text{C}$ | Reference to 25°C , $I_D = 1mA$ |
| $R_{DS(on)}$ | Static Drain-to-Source On-Resistance | — | — | 0.022 | Ω | $V_{GS} = 10V, I_D = 25A$ ① |
| | | — | — | 0.025 | | $V_{GS} = 5.0V, I_D = 25A$ ① |
| | | — | — | 0.035 | | $V_{GS} = 4.0V, I_D = 21A$ ① |
| $V_{GS(th)}$ | Gate Threshold Voltage | 1.0 | — | 2.0 | V | $V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$ |
| g_{fs} | Forward Transconductance | 21 | — | — | S | $V_{DS} = 25V, I_D = 25A$ |
| I_{DSS} | Drain-to-Source Leakage Current | — | — | 25 | μA | $V_{DS} = 55V, V_{GS} = 0V$ |
| | | — | — | 250 | | $V_{DS} = 44V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$ |
| I_{GSS} | Gate-to-Source Forward Leakage | — | — | 100 | nA | $V_{GS} = 16V$ |
| | Gate-to-Source Reverse Leakage | — | — | -100 | | $V_{GS} = -16V$ |
| Q_g | Total Gate Charge | — | — | 48 | nC | $I_D = 25A$ |
| Q_{gs} | Gate-to-Source Charge | — | — | 8.6 | | $V_{DS} = 44V$ |
| Q_{gd} | Gate-to-Drain ("Miller") Charge | — | — | 25 | | $V_{GS} = 5.0V$, See Fig. 6 and 13 ① |
| $t_{d(on)}$ | Turn-On Delay Time | — | 11 | — | ns | $V_{DD} = 28V$ |
| t_r | Rise Time | — | 84 | — | | $I_D = 25A$ |
| $t_{d(off)}$ | Turn-Off Delay Time | — | 26 | — | | $R_G = 3.4\Omega, V_{GS} = 5.0V$ |
| t_f | Fall Time | — | 15 | — | | $R_D = 1.1\Omega$, See Fig. 10 ① |
| L_D | Internal Drain Inductance | — | 4.5 | — | nH | Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact |
| L_S | Internal Source Inductance | — | 7.5 | — | | |
| C_{iss} | Input Capacitance | — | 1700 | — | pF | $V_{GS} = 0V$ |
| C_{oss} | Output Capacitance | — | 400 | — | | $V_{DS} = 25V$ |
| C_{rss} | Reverse Transfer Capacitance | — | 150 | — | | $f = 1.0MHz$, See Fig. 5 |



Source-Drain Ratings and Characteristics

| | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Units | Conditions |
|----------|--|---|------|------|-------|--|
| I_S | Continuous Source Current (Body Diode) | — | — | 47 | A | MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. |
| I_{SM} | Pulsed Source Current (Body Diode) ① | — | — | 160 | | |
| V_{SD} | Diode Forward Voltage | — | — | 1.3 | V | $T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 25A, V_{GS} = 0V$ ① |
| t_{rr} | Reverse Recovery Time | — | 80 | 120 | ns | $T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 25A$ |
| Q_{rr} | Reverse Recovery Charge | — | 210 | 320 | nC | $di/dt = 100A/\mu s$ ① |
| t_{on} | Forward Turn-On Time | Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by $L_S + L_D$) | | | | |



NB: In un transistore MOSFET V_{gs} è la tensione variabile effettiva applicata tra il Gate e il Source, mentre $V_{gs(th)}$ è la tensione di soglia fissa (specificata nel datasheet) a cui il componente inizia a condurre.

Un errore tipico consiste nel pensare che basti superare di poco il valore $V_{gs(th)}$ per accendere completamente il MOSFET e usarlo come interruttore.

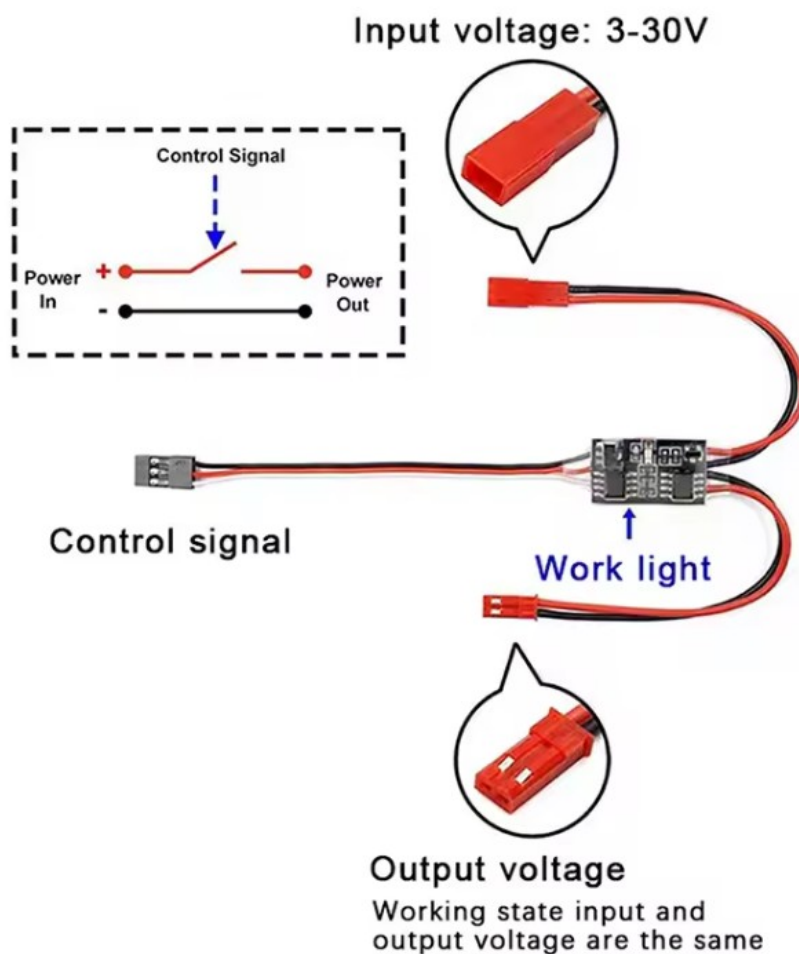
Se il datasheet dichiara una $V_{gs(th)}$ massima di 3V, applicando esattamente 3V il MOSFET non funzionerà bene per carichi di potenza. Avrà una resistenza interna $R_{ds(on)}$ molto alta, si surriscaldereà e rischierà di bruciarsi.

Per saturarlo (accederlo del tutto): Devi applicare una $V_{gs(th)}$ significativamente più alta rispetto alla soglia (spesso 4.5-5 V per i modelli Logic Level, e 10 V o più per i MOSFET standard).

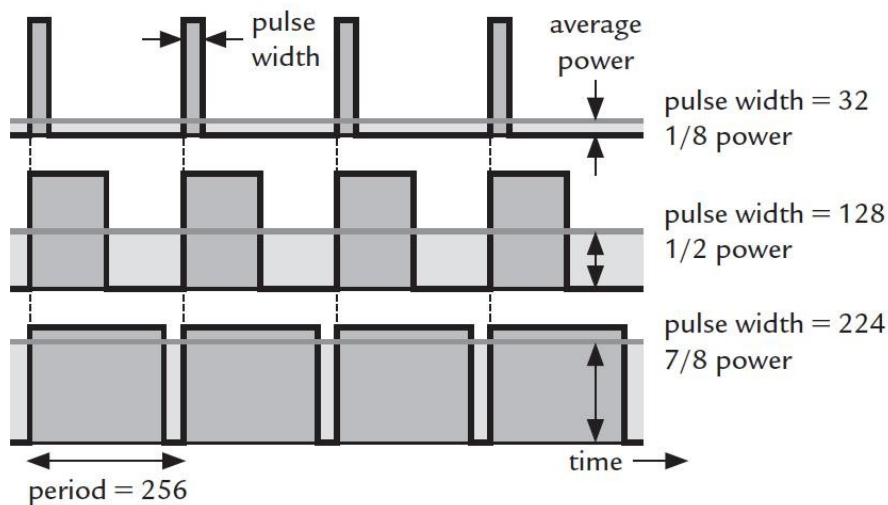
Controllare sempre la riga del datasheet relativa alla $R_{ds(on)}$ per vedere a quale tensione V_{gs} viene garantita la minima resistenza]

CAVO DI CONTROLLO PWM ALTA POTENZA

Esistono anche cavi PWM ad alta potenza come ad esempio:

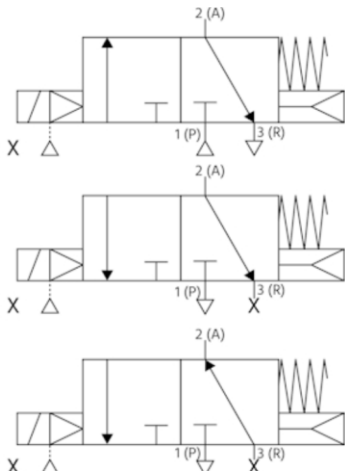


A differenza di un normale interruttore meccanico ON/OFF, questo sistema utilizza un circuito integrato o un transistor (come un MOSFET) che "legge" la larghezza degli impulsi elettrici ricevuti da un microcontrollore e regola la corrente da far passare sul carico (motore o valvola).



VALVOLA DIREZIONALE 3/2 (3 VIE, 2 POSIZIONI) NORMALMENTE CHIUSA (NC)

Ecco come si presenta e come funziona lo schema logico di una valvola direzionale 3/2 (3 vie, 2 posizioni) Normalmente Chiusa (NC), azionata tramite solenoide e con ritorno a molla.



Nei diagrammi pneumatici (normativa ISO 1219), la valvola viene rappresentata da due quadrati adiacenti che mostrano le due posizioni possibili della spola interna.

| Stato | Comando (Solenoid) | Conessioni | Effetto sull'attuatore |
|--------|--------------------|-----------------------------|---|
| Riposo | Disattivato (0V) | 1 bloccato, 2 collegato a 3 | L'aria non entra. Il cilindro si scarica in atmosfera e rientra. |
| Lavoro | Eccitato (es. 24V) | 1 collegato a 2, 3 bloccato | L'aria compressa passa dalla rete al cilindro, facendolo estendere. |

LETTURA DEL SIMBOLO

I simboli ai lati dei quadrati indicano i metodi di azionamento:

- **Lato destro (molla):** La linea a zig-zag rappresenta il ritorno a molla. In assenza di segnali, la molla spinge la valvola nel quadrato di destra. Questo è lo **stato di riposo**.
- **Lato sinistro (solenoid):** Il rettangolo con una linea diagonale rappresenta la bobina elettromagnetica. (In molte valvole industriali, come nello schema sopra, è presente anche un piccolo triangolo che indica un pilotaggio elettropneumatico interno: il solenoide apre un minuscolo passaggio di aria che usa la pressione di rete per spostare fisicamente la spola principale).

LE 3 VIE (PORTE DI CONNESSIONE)

Nello standard pneumatico, i numeri o le lettere identificano i collegamenti fisici della valvola:

- **Porta 1 (o P - Pressione):** Alimentazione. È l'ingresso dell'aria compressa in arrivo dalla rete o dal compressore.
- **Porta 2 (o A - Attuatore):** Utilizzo. È l'uscita collegata all'attuatore, ad esempio la camera di un cilindro a semplice effetto.
- **Porta 3 (o R - Ritorno/Scarico):** Scarico. È la via da cui l'aria in pressione viene espulsa in atmosfera (spesso protetta da un silenziatore).

LE 2 POSIZIONI (LOGICA DI FUNZIONAMENTO)

La valvola ha un cursore interno che può assumere due posizioni, gestite dall'elettromagnete (il solenoide) e da una molla:

- **Stato di Riposo (Solenoid spento - 0V):** La valvola è "Normalmente Chiusa", quindi a riposo la molla meccanica mantiene bloccato l'ingresso dell'aria (Porta 1). Contemporaneamente, la Porta 2 è messa in comunicazione con la Porta 3. Questo permette all'aria residua nel cilindro di scaricarsi all'esterno, facendolo ritirare.
- **Stato di Lavoro (Solenoid acceso):** Quando la bobina riceve corrente (es. 24V o 230V), genera un campo magnetico che sposta il cursore interno vincendo la forza della molla. L'ingresso (Porta 1) viene collegato all'uscita (Porta 2), mentre lo scarico (Porta 3) viene bloccato. L'aria compressa riempie il cilindro, facendolo estendere.

Questo tipo di componente è la soluzione standard per pilotare cilindri a semplice effetto (dove il ritorno è garantito da una molla interna al cilindro stesso) o per attivare generatori di vuoto per le ventose.

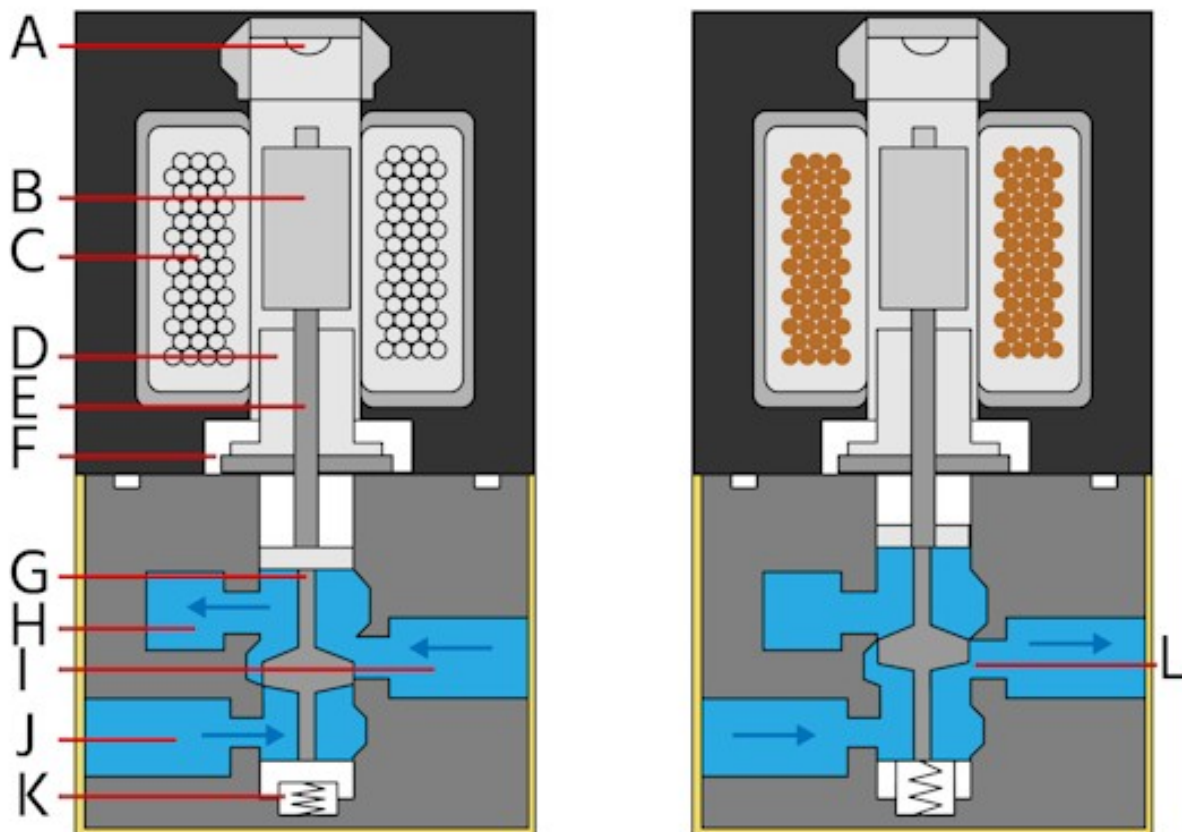


Figura 4: Schema di una valvola pneumatica a 3/2 vie azionata da solenoide, in posizione chiusa (a sinistra) e aperta (a destra): attuatore manuale (A), nucleo fisso (B), solenoide (C), armatura (D), perno di spinta (E), molla di ritorno 1 (F), cursore (G), atmosfera (H), uscita valvola (I), alimentazione aria (J), molla di ritorno 2 (K) e orifizio (L).

In una valvola pneumatica a 3/2 vie azionata da solenoide, i componenti principali e le loro funzioni sono:

- **Azionamento manuale (A):** Consente il controllo manuale della valvola.
- **Nucleo fisso (B):** Fornisce un nucleo magnetico stazionario per il solenoide.
- **Solenoide (C):** Genera un campo magnetico per muovere l'armatura.
- **Indotto (D):** si muove in risposta al campo magnetico generato dal solenoide.
- **Perno di spinta (E):** trasferisce il movimento dell'indotto alla bobina.
- **Molla di ritorno 1 (F):** riporta l'armatura nella sua posizione predefinita quando il solenoide viene disattivato.
- **Spool (G):** Controlla il flusso d'aria attraverso la valvola.
- **Atmosfera (H):** La porta di scarico da cui viene rilasciata l'aria.
- **Uscita della valvola (I):** la porta attraverso la quale il fluido esce dalla valvola.
- **Alimentazione dell'aria (J):** la porta da cui l'aria compressa entra nella valvola.
- **Molla di ritorno 2 (K):** Aiuta a riportare la bobina nella sua posizione predefinita.
- **Orifizio (L):** l'apertura attraverso cui l'aria fluisce all'interno della valvola.

APPLICAZIONI

Le valvole a 3/2 vie sono adatte a diverse applicazioni, tra cui l'azionamento di attuatori pneumatici, lo scarico di pressione, il rilascio di pressione e le applicazioni sottovuoto.

Controllo di un cilindro a semplice effetto

Un cilindro a semplice effetto ha una porta pneumatica per il riempimento e lo svuotamento della camera d'aria. Il cilindro si muove in una direzione quando la camera d'aria è piena e ritorna nella sua posizione originale grazie alla forza della molla. La valvola a 3/2 vie riempie la camera d'aria o la sfiata nell'atmosfera. La Figura 5 mostra un circuito pneumatico di base per un cilindro a semplice effetto.

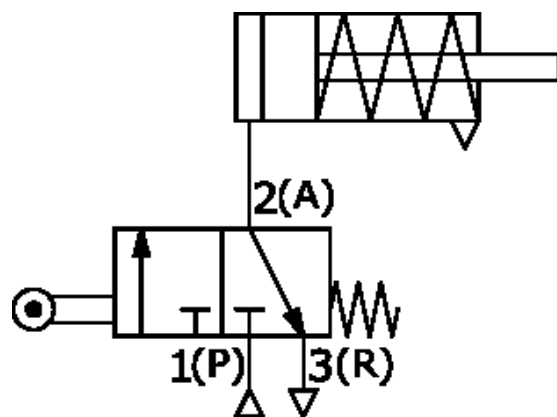


Figura 5: Rappresentazione schematica di un azionamento a cilindro a semplice effetto con valvola a 3/2 vie.

Applicazioni di scarico, rilascio di pressione e aspirazione

Le elettrovalvole pneumatiche a 3/2 vie sono ideali per applicazioni di scarico, rilascio di pressione e vuoto. Spesso sono necessarie valvole a pilotaggio esterno o ad azionamento diretto perché non richiedono un differenziale di pressione minimo. La Figura 6 mostra le configurazioni delle valvole di scarico, rilascio di pressione e vuoto.

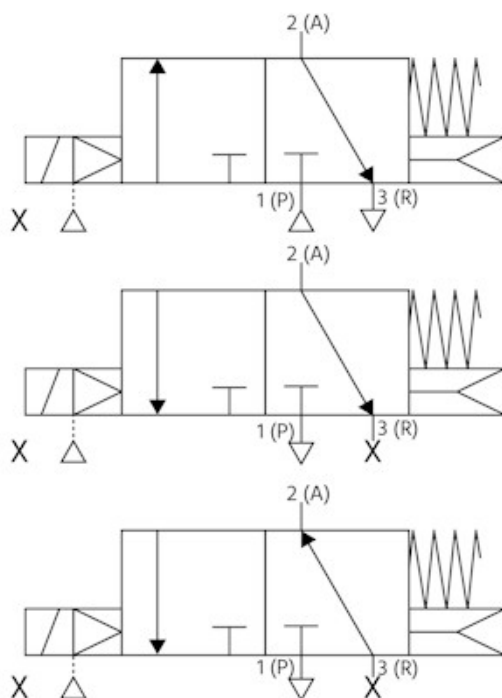


Figura 6: Dall'alto verso il basso, configurazioni per applicazioni a pilotaggio esterno: scarico, rilascio di pressione e vuoto.

Nel circuito del vuoto, la pompa del vuoto è collegata alla porta (P, 1) e la pressione atmosferica è collegata alla porta (R, 3).

Il vuoto viene interrotto quando la porta (A, 2) viene collegata alla porta (R, 3). Il cuscinetto a vuoto raccoglie l'oggetto quando la pompa del vuoto (collegata alla porta P, 1) viene accesa.

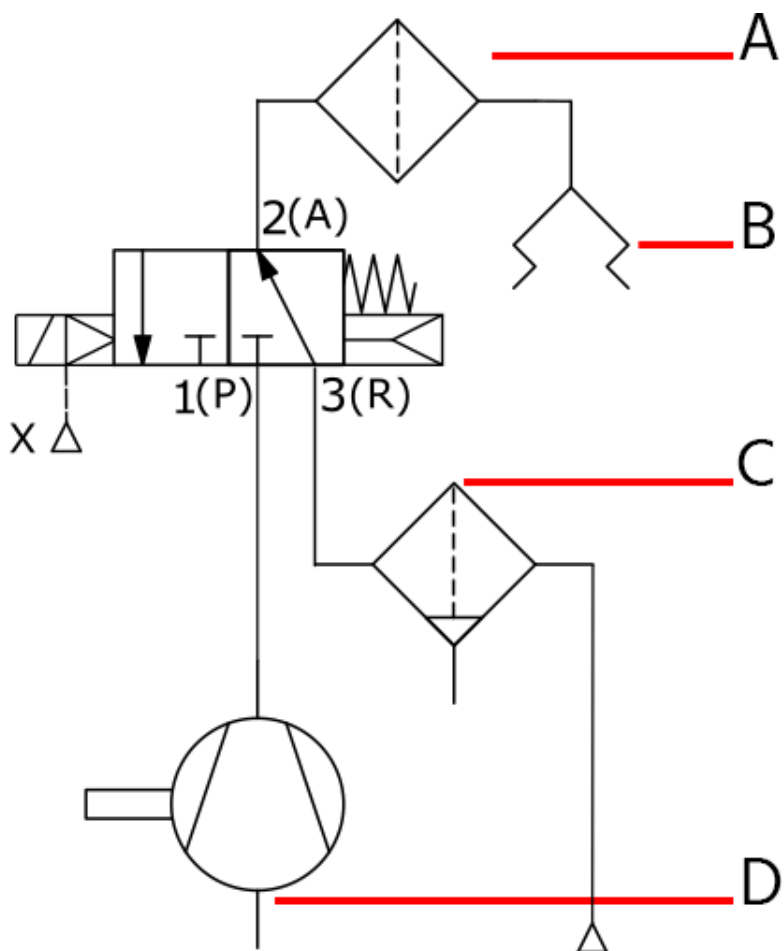


Figura 7: Simbolo di una valvola a 3/2 vie utilizzata per applicazioni sottovuoto:

filtro per vuoto (A),

tampone per vuoto (B),

filtro con separatore,

scarico manuale (C),

pompa per vuoto (D)