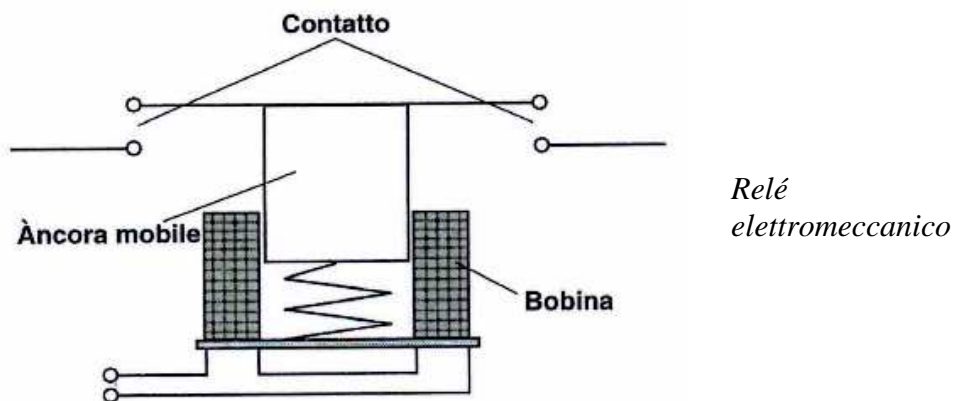


## Circuiti elettropneumatici a relè

### Circuiti a relè

Il *relè* è costituito da un elettromagnete (nucleo con bobina), da una armatura mobile (ancora) posta ad un'estremità del nucleo e mantenuta distante dal medesimo mediante l'azione di una molla e da una serie di contatti elettrici.

Quando la bobina dell'elettromagnete è percorsa da corrente, l'ancora viene attratta e col suo movimento agisce sui contatti che possono venire chiusi o aperti secondo la loro posizione iniziale come nella figura seguente: è un elemento unistabile che nelle sue due posizioni di equilibrio apre o chiude determinati contatti.



Un relè può azionare diversi contatti che possono essere:

- normalmente disabilitati o normalmente aperti in senso elettrico (NA);
- normalmente abilitati o normalmente chiusi in senso elettrico (NC);
- in scambio, quando un contatto apre un circuito e ne chiude un altro.

Generalmente in un relè la bobina comanda uno o più contatti di scambio.

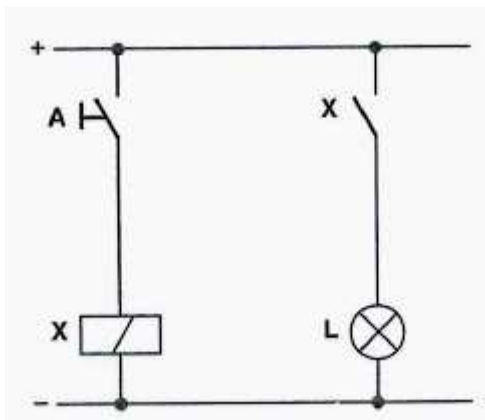
In un relè si possono quindi distinguere due circuiti:

- il circuito di comando, che alimenta la bobina dell'elettromagnete;
- il circuito principale, che è collegato ai contatti di apertura e chiusura.

Negli schemi funzionali questi due circuiti vengono disegnati separatamente, nel punto dove ciascuno effettua la sua funzione, senza tenere conto della reale posizione costruttiva. Per evidenziare gli elementi che appartengono al medesimo apparecchio, il magnete ed i contatti vengono indicati con la stessa lettera, che per i relè può essere X, Y o Z.

Nella figura seguente è indicato un relè in uno schema funzionale. L'elettromagnete può essere eccitato azionando il pulsante normalmente aperto A, in serie al quale è inserita la bobina dell'elettromagnete indicata con X. Su un ramo parallelo a quello descritto, è

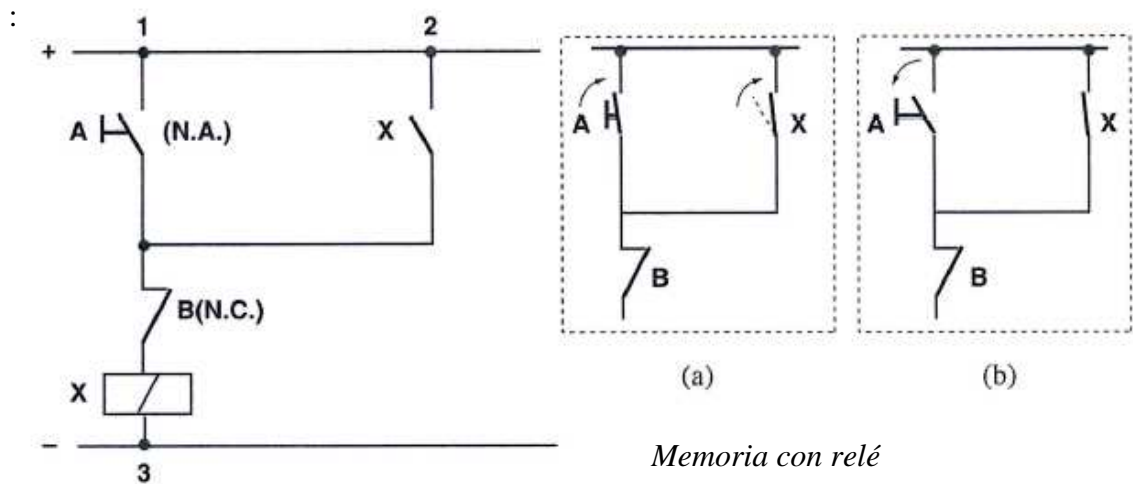
inserito il contatto normalmente aperto della bobina X e indicato con la medesima lettera. Per verifica di funzionamento si è montata la lampadina elettrica L.



*Schema funzionale di un relé*

Premendo il pulsante A la bobina X del relé si eccita e provoca la chiusura del contatto X normalmente aperto. In questa situazione la lampadina L si accende. Rilasciando il pulsante A viene interrotta la continuità di corrente alla bobina X del relé, si determina l'apertura del contatto X e la lampadina L si spegne.

I relé sono adatti anche a funzioni sequenziali come la funzione di memoria come si vede nella figura sotto dove si realizza il *circuito di ritenuta*.



*Memoria con relé*

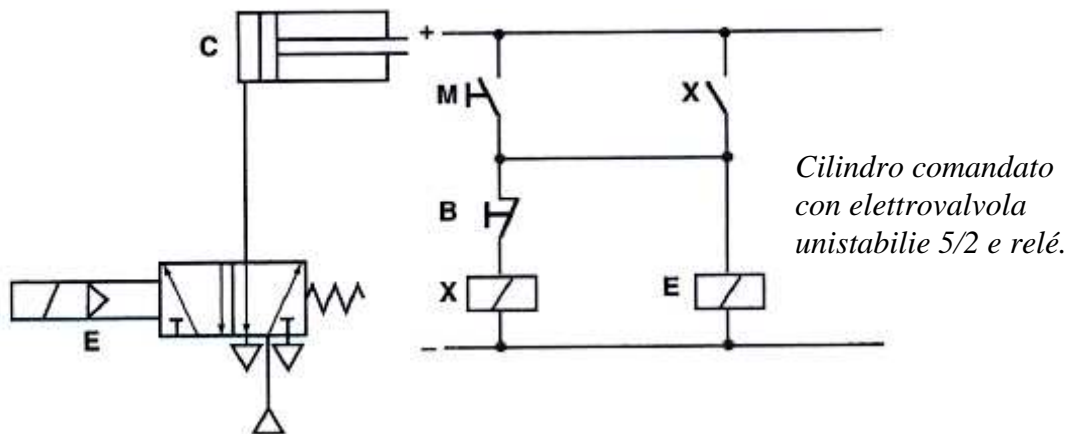
Il pulsante A è normalmente aperto, quando azionato si eccita la bobina X. In parallelo a questo pulsante è inserito il contatto normalmente aperto del relé, indicato con la stessa lettera X che si chiude per l'azione della bobina e (a) e così permane anche quando il pulsante A viene rilasciato (b). In questo modo si ha una continuità di corrente che passando per il contatto X mantiene eccitata la bobina del relé; rilasciando il pulsante A, infatti, la bobina del relé si autoalimenta lungo la linea 2-3 di ritenuta.

Per riportare il sistema nella posizione iniziale è necessario interrompere la continuità di corrente, nella linea di ritenuta 2-3, azionando il pulsante B normalmente chiuso.

### Circuiti elettropneumatici con relè a comando manuale

Circuito elettropneumatico di base con ritenuta è quello per il comando di un cilindro pneumatico con valvola 5/2 unistabile, come nella figura sotto dove azionando il pulsante di marcia M si eccitano i magneti X ed E, la valvola commuta e si aziona il cilindro C per la fuoriuscita dello stelo. Liberando il pulsante M, lo stantuffo del cilindro rimane in posizione fuoriuscita, perché sia E sia il contatto X sono eccitati per l'autoritenuta stabilita dal contatto stesso X del relè.

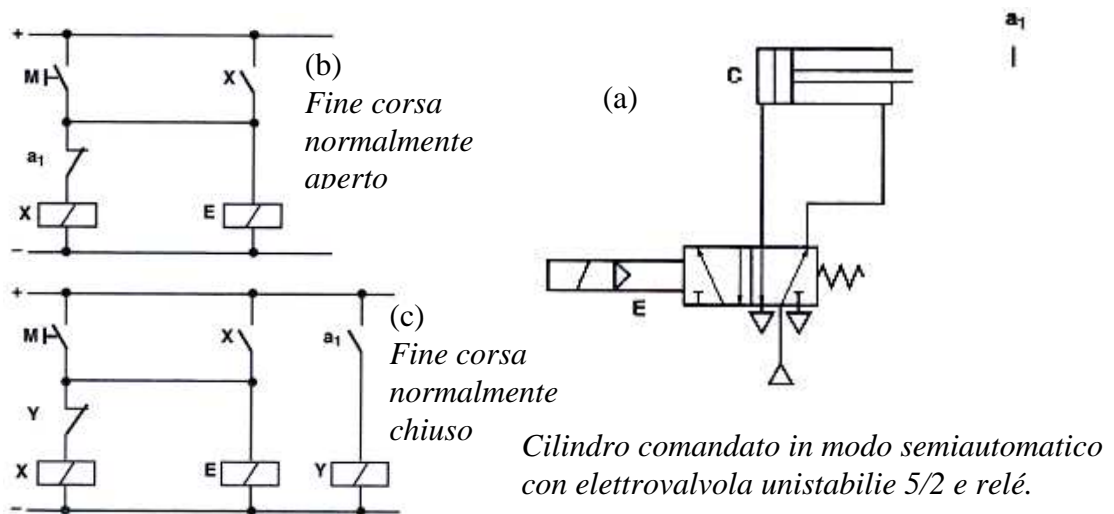
Premendo il pulsante B viene interrotto il passaggio di corrente sulla linea di ritenuta; la bobina X del relè si diseccita, si apre il contatto X. Mancando corrente alla bobina E, la molla riporta la valvola unistabile nella posizione stabile, permettendo il rientro dello stelo del cilindro C.



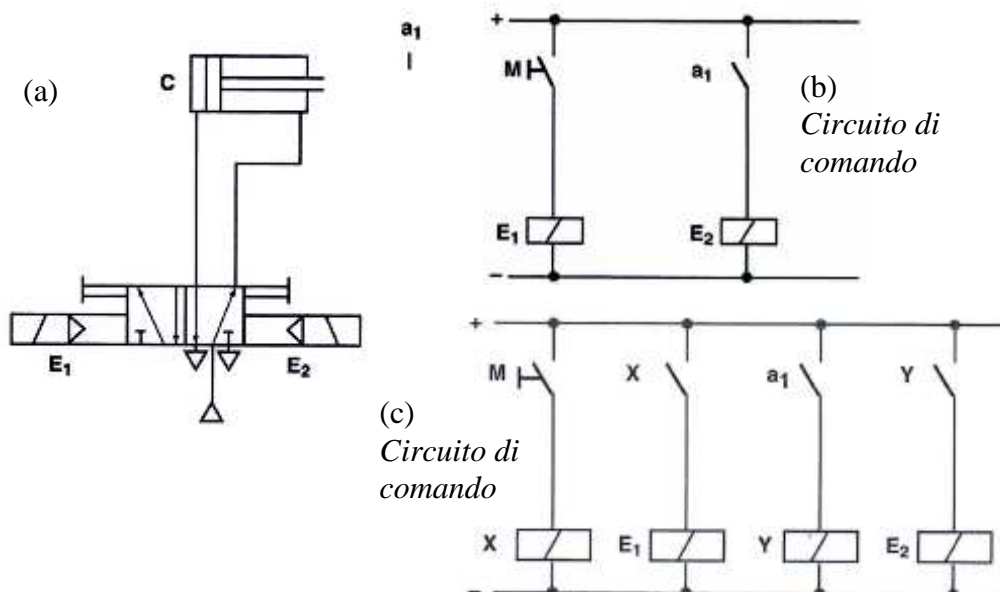
### Elettropneumatica per il comando semiautomatico di cilindro

Nella figura sotto è rappresentato un circuito elettropneumatico per il comando semiautomatico di un cilindro a doppio effetto. La valvola di comando è di tipo 5/2 unistabile.

Azionando impulsivamente il pulsante di marcia M, si eccitano contemporaneamente il relè X e il solenoide E dell'elettrovalvola che commuta: lo stelo del cilindro pneumatico C fuoriesce e prosegue nel suo movimento anche dopo il rilascio del pulsante M. Infatti, la continuità di corrente alla bobina del relè X e alla bobina E dell'elettrovalvola è assicurata dal relativo contatto X, che rimane chiuso. Al termine della corsa di andata, lo stelo del cilindro aziona il fine corsa  $a_1$ , in (b) normalmente chiuso, in alternativa al caso (c) con  $a_1$  normalmente aperto. Liberandosi la linea di autoritenuta del relè X, si apre il contatto X e la bobina E viene diseccitata, quindi la molla riposiziona la valvola nella posizione stabile e lo stelo del cilindro pneumatico rientra.



Lo schema (a) della figura seguente rappresenta il medesimo tipo di comando da poco discusso, ma con la variante che la valvola di comando del cilindro è di tipo 5/2 bistabile, con entrambe le posizioni comandate da bobine elettriche  $E_1$  ed  $E_2$ ; in questo caso non occorre più il relè supplementare. Azionando impulsivamente il pulsante di marcia  $M$  la valvola bistabile commuta e permane nella posizione che consente allo stelo del cilindro  $A$  di eseguire la corsa di fuoriuscita. Al termine della corsa, lo stelo aziona il fine corsa  $a_1$ , che riposiziona la valvola per il rientro dello stelo, come in (b). In (c) è rappresentato il circuito elettrico; questo differisce da quello di figura (b) per l'introduzione dei relè  $X$  e  $Y$  tra la pulsanteria di controllo e le bobine  $E_1$  ed  $E_2$  dei comandi della valvola.



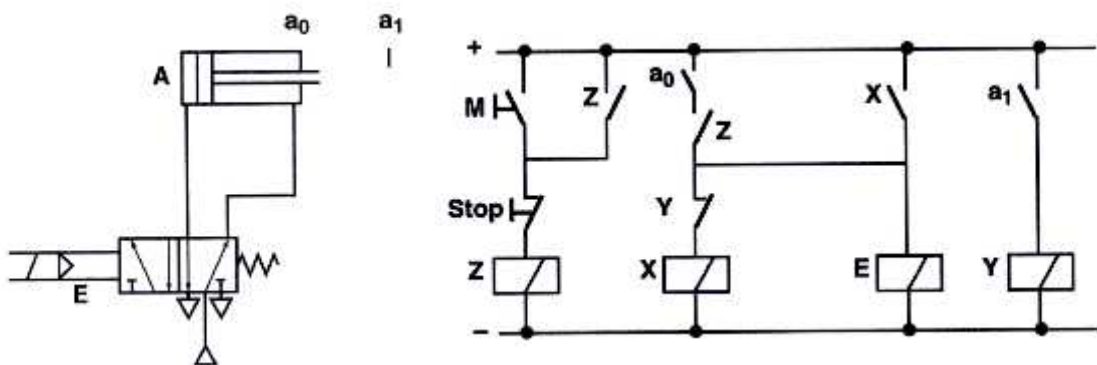
### Circuiti elettropneumatici per il comando automatico di un cilindro

Nello schema di figura sotto si ha un circuito per il movimento automatico di un cilindro con valvola unistabile 5/2; sono utilizzati due relè X ed Y e un relè ausiliario Z per la marcia e l'arresto del ciclo.

La sequenza di funzionamento è la seguente:

- azionando il pulsante di marcia M, si eccita il relè Z; il relè Z permane in questo stato anche rilasciando il pulsante M, grazie alla ritenuta effettuata dal pulsante di STOP;
- l'azione sul pulsante M chiude il contatto Z e, se il cilindro A è in posizione rientrata (contatto  $a_0$  azionato), eccita il relè X e la bobina E del distributore;
- il relè X, grazie alla linea di ritenuta, mantiene eccitata la bobina E durante la corsa di fuoriuscita del cilindro;
- al termine della corsa di fuoriuscita del cilindro, lo stelo agisce sul fine-corsa  $a_1$  che provoca l'eccitazione del relè Y; il contatto Y normalmente chiuso apre la linea di ritenuta del relè X che determina la diseccitazione della bobina E con rientro dello stelo;
- al termine del rientro, lo stelo chiude il fine-corsa  $a_0$  che provoca nuovamente l'eccitazione del relè X e della bobina E; se il pulsante di arresto del ciclo (Stop) non viene azionato il contatto Z rimane chiuso e si ottiene l'inizio del nuovo ciclo.

Per arrestare il movimento occorre aprire il contatto del pulsante normalmente chiuso STOP che diseccita il relè Z.



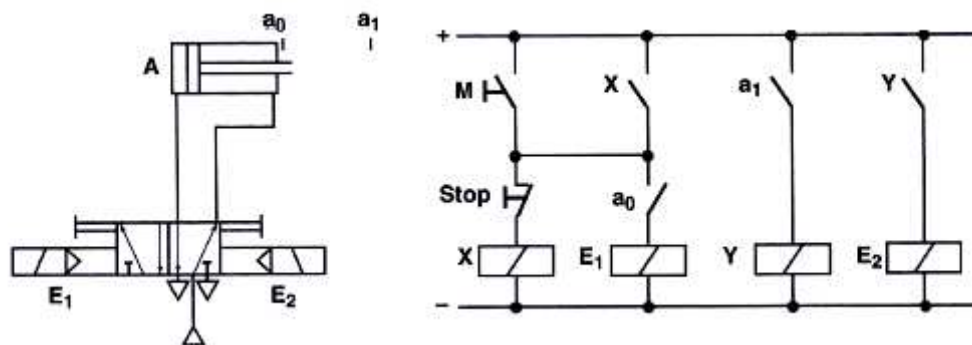
*Comando automatico di cilindro con valvola unistabile*

La figura di seguito è lo schema per il comando automatico di un cilindro pneumatico con valvola 5/2 bistabile. Il circuito utilizza due relè X e Y pilotati direttamente dai finecorsa del cilindro. Sono inseriti nel circuito un pulsante di marcia M ed un pulsante di STOP.

Premendo il pulsante di marcia M si ha l'eccitazione della bobina E1, che provoca la commutazione del distributore e l'inizio della fuoriuscita dello stelo del cilindro C. In questa fase il contatto di autoritenuta X del medesimo relè (X) mantiene l'alimentazione al finecorsa a<sub>0</sub>, anche con il pulsante M rilasciato.

Al termine della corsa positiva, lo stelo aziona il fine corsa a<sub>1</sub>, che eccita la bobina del relè Y; immediatamente si ha la chiusura del contatto Y che eccita la bobina E<sub>2</sub> della valvola. La commutazione che ne consegue determina il rientro dello stelo del cilindro C, l'azionamento del fine corsa a<sub>0</sub> e la ripetizione automatica del ciclo.

Diseccitando il relè X mediante l'apertura del contatto normalmente chiuso STOP, viene tolta la corrente al fine corsa a<sub>0</sub>, per cui il movimento del cilindro si arresta.

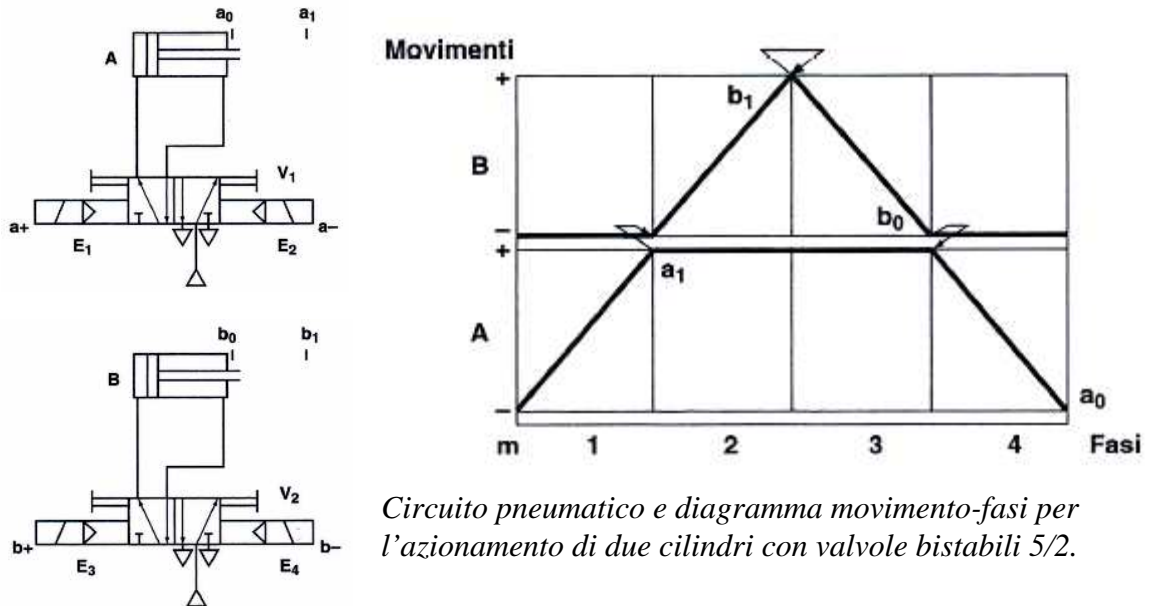


*Comando automatico di cilindro con valvola bistabile*

### **Circuiti elettropneumatici per il comando automatico di due cilindri**

La realizzazione di circuiti elettropneumatici per il comando di più cilindri può avvenire in modo diverso, sia in base al tipo di valvole utilizzate (bistabili o unistabili), sia in base al tipo di tecnica di progettazione del circuito utilizzata. Nell'esempio che segue si realizza un Comando di due cilindri con valvole bistabili: lo schema del circuito elettropneumatico per l'esecuzione di un ciclo automatico con due cilindri viene realizzato in base ai segnali di consenso e di comando definiti, ad esempio, dal diagramma movimento-fasi.

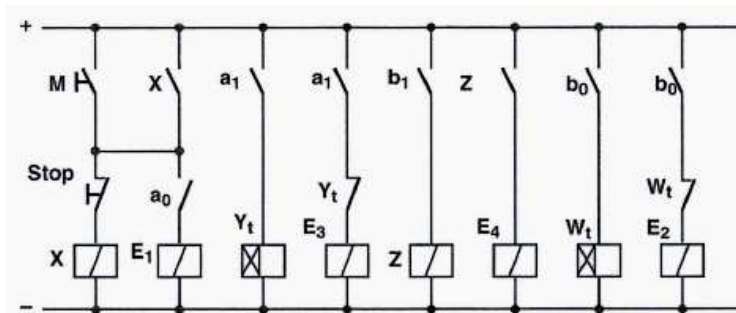
Nella figura sotto è rappresentata la coppia di cilindri A e B da movimentare, le valvole bistabili 5/2, a comando elettrico, i fine-corsa elettrici ed il diagramma movimento-fasi, che definisce per ogni fase del ciclo automatico il tipo di movimento da realizzare.



*Circuito pneumatico e diagramma movimento-fasi per l'azionamento di due cilindri con valvole bistabili 5/2.*

Il ciclo è costituito da quattro fasi sequenziali in cui il termine di ciascuna fase dà il consenso per l'esecuzione della fase successiva. All'interno del ciclo vi sono due inversioni ripetute del movimento dei cilindri, in fasi adiacenti. Il pulsante m di inizio m condiziona l'inizio della prima fase del ciclo automatico.

Una possibile soluzione per l'esecuzione dei movimenti indicati è rappresentata nella figura seguente, dove si utilizzano quattro relè, di cui due temporizzati. I relè temporizzati permettono di realizzare dei limitatori di impulso che, delimitando la durata dei segnali dei fine-corsa, eliminano situazioni di incertezza e di contemporaneità dei segnali di comando alle bobine delle valvole.



*Circuito pneumatico e diagramma movimento-fasi per l'azionamento di due cilindri con valvole bistabili 5/2.*

La sequenza di funzionamento è la seguente:

- azionando il pulsante M, la bobina  $E_1$  si eccita e la valvola  $V_1$  commuta consentendo la fuoriuscita dello stelo del cilindro A;
- avendo azionato il pulsante M si eccita anche la bobina del relè X con conseguente chiusura del relativo contatto X; dopo il rilascio del pulsante M il contatto X rimane chiuso, grazie alla linea di ritenuta, e mantiene la continuità di corrente al fine-corsa  $a_0$  nella sua posizione di riposo;
- al termine della corsa di fuoriuscita del cilindro A, lo stelo agisce sul fine corsa  $a_1$  che provoca l'eccitazione della bobina  $E_3$  mediante l'azione di un segnale impulsivo prodotto grazie alla temporizzazione svolta dal relè  $Y_t$ ;
- l'eccitazione della bobina  $E_3$  produce la commutazione della valvola  $V_2$  con conseguente fuoriuscita dello stelo del cilindro B;
- al termine della fuoriuscita, lo stelo del cilindro B chiude il fine-corsa  $b_1$  che provoca l'eccitazione della bobina  $E_4$ , mediante l'intervento del relè Z;
- la ricommutazione della valvola  $V_2$  che ne consegue, determina l'immediato rientro dello stelo del cilindro B;
- al termine della corsa di rientro, lo stelo del cilindro B determina la chiusura del fine-corsa  $b_0$ , che provoca l'eccitazione della bobina  $E_2$  mediante l'azione di un segnale impulsivo prodotto grazie alla temporizzazione svolta dal relè  $W_t$ ;
- la conseguente commutazione della valvola  $V_1$  produce il rientro dello stelo del cilindro A; al termine della corsa la chiusura del fine corsa  $a_0$  produce la ripetizione automatica del ciclo.

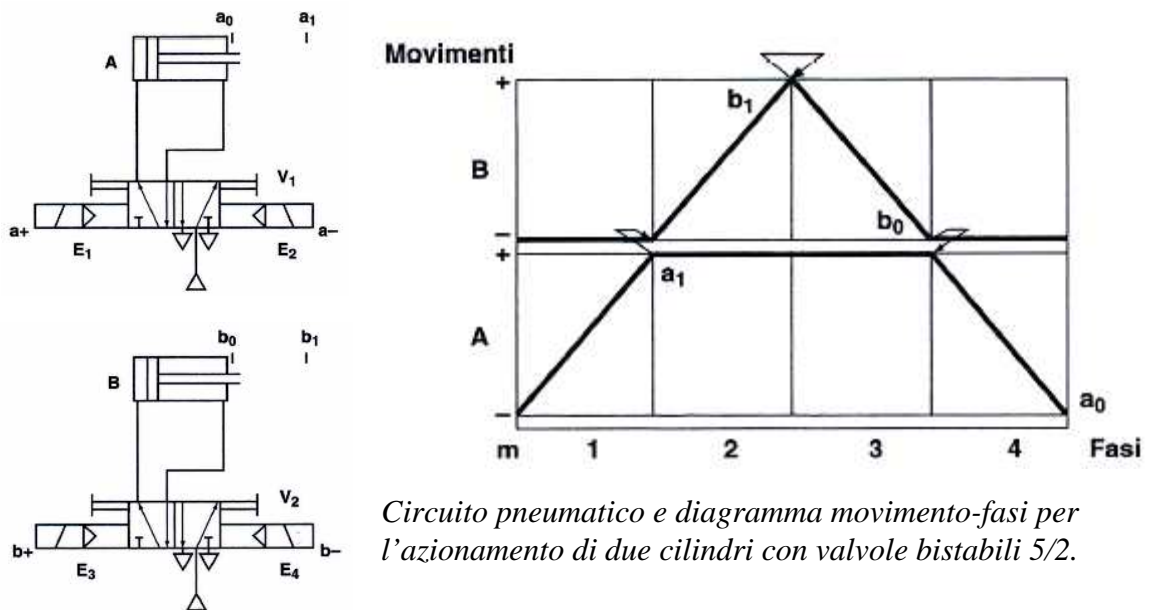
Diseccitando il relè X mediante l'apertura del contatto normalmente chiuso STOP, viene tolta la corrente al fine corsa  $a_0$  per cui si ha l'arresto dei cilindri nella posizione iniziale di riposo.

### **Il grafcet contratto**

La tecnica del grafcet è utile con i circuiti elettropneumatici, in particolare è utile la contrazione del grafcet. Il metodo consente un utilizzo razionale delle memorie potendo ottenere uno schema con un numero minimo di relè. Le fasi del grafcet contratto si ricavano dal grafcet raccogliendo le fasi in zone dove uno stesso cilindro non effettui due movimentazioni successive.

Come esempio si considera la coppia di cilindri A e B sopra considerati comandati da valvole 5/2 posizioni bistabili. Si riporta lo schema pneumatico e il diagramma movimento fasi.





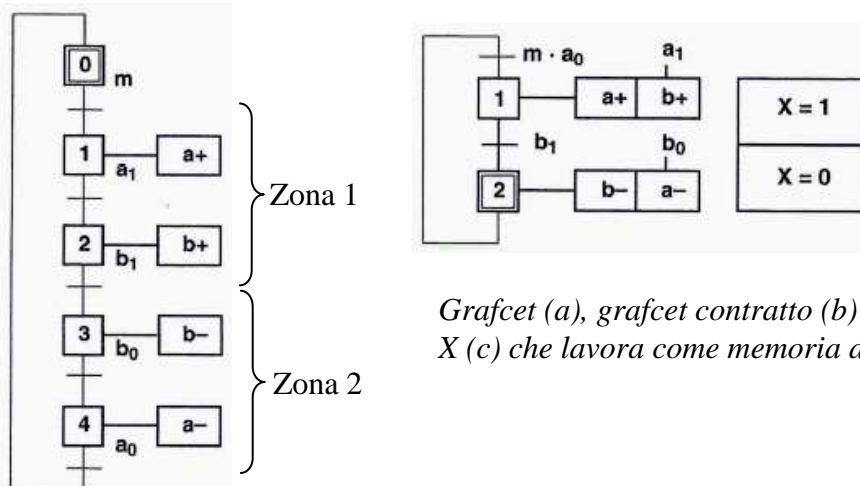
*Circuito pneumatico e diagramma movimento-fasi per l'azionamento di due cilindri con valvole bistabili 5/2.*

Il graficet del ciclo insieme al graficet contratto sono nella figura sotto.

E' possibile comandare le fasi contratte utilizzando gli stati delle uscite di un certo numero di relè. Essendo, in questo caso, presenti solo due fasi contratte si possono utilizzare gli stati  $X=0$  e  $X=1$  di un solo relè  $X$ . In generale, indicando con "n" il numero di relè disponibili, il numero di stati differenti che si possono ottenere, stati da associare alle fasi contratte del graficet, sono  $2^n$ .

Nell'esempio in esame si utilizza lo stato  $X=1$  per lo svolgimento della fase contratta 1 e lo stato  $X=0$  per l'esecuzione della fase contratta 2.

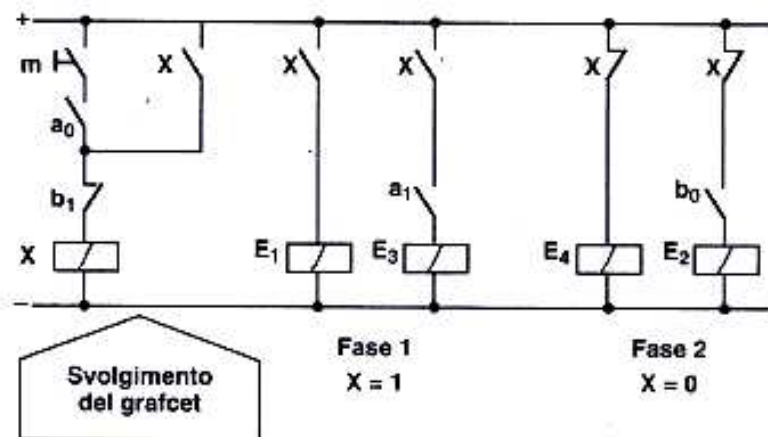
Per porre il relè  $X$  allo stato 0 o allo stato 1 è possibile utilizzare i segnali di consenso che permettono di passare dalla fase 1 alla fase 2 (segnale  $b_1$ ) e dalla fase 2 alla fase 1 (segnale  $a_0 \bullet m$ ). Con  $m$  si intende il segnale di consenso proveniente da una pulsantiera che realizza le condizioni di inizio ciclo.



*Graficet (a), graficet contratto (b) e stato di relè X (c) che lavora come memoria ausiliaria*

Il circuito che realizza lo svolgimento del grafcet, realizzato utilizzando la funzione di memoria con circuito di ritenuta, è rappresentato nella figura seguente. La funzione di memoria ausiliaria realizza i due stati  $X=0$  e  $X=1$  del relè utilizzando la condizione AND  $((a_0 \bullet m) \bullet b_1)$  come consenso. In particolare, il segnale  $(a_0 \bullet m)$  pone  $X$  allo stato 1 e tale stato viene mantenuto grazie all'autoritenuta realizzata dal contatto  $X$  del relè stesso. Il segnale di consenso  $b_1$  interrompe la linea di autoritenuta ponendo  $X$  allo stato 0. I movimenti sono comandati nelle fasi corrispondenti al grafcet, quando le condizioni sono soddisfatte.

Il metodo della contrazione del grafcet ha permesso di ridurre al minimo il numero di relè con l'utilizzo del solo relè  $X$ , con notevole vantaggio rispetto al circuito con l'utilizzo dei relè temporizzati come nello schema precedente in cui erano necessari quattro relè ( $X, Y_t, Z, W_t$ ).



*Circuito di comando in riferimento a Grafcet contratto*