

1

Automazione industriale

1 Concetti introduttivi

Vengono di seguito chiariti i significati che alcuni termini ricorrenti assumono nell'ambito dell'argomento trattato:

- *automazione;*
- *automazione industriale;*
- *automatismi industriali;*
- *automatico;*
- *sistema automatico;*
- *grado di automazione;*
- *tipologia di automazione;*
- *azionamenti industriali.*

► Il termine **automazione** è stato introdotto inizialmente negli Stati Uniti (deriva da *automation*) con lo scopo di caratterizzare tutte quelle tecnologie utilizzate per la costruzione di macchine che, per lo svolgimento di un determinato compito, non necessitano o necessitano in minima parte dell'intervento umano.

Per raggiungere lo scopo di ridurre l'intervento umano una macchina deve essere dotata di un *sistema di controllo* che la metta nelle condizioni di governarsi da sola, ovvero di funzionare senza l'aiuto di interventi esterni. Il termine è proprio di molteplici settori che hanno finalità differenti.

► Il termine **automazione industriale** deriva dal termine *automazione* applicato all'industria e identifica tutte quelle tecnologie che impiegano i *sistemi di controllo* per gestire il funzionamento dei **processi produttivi**, intesi come processi che rendono disponibile un *prodotto finito* sotto forma di *bene* o di *servizio* partendo dalla *materia prima*.

Le teorie e le tecniche operative proprie dell'automazione industriale si prefiggono lo scopo di sostituire l'attività umana con sistemi di produzione variamente complessi, composti prevalentemente da macchine, dispositivi meccanici e apparecchi elettrici.

Un impianto che ha queste caratteristiche è tipicamente adatto per l'esecuzione di operazioni ripetitive o complesse, ma anche quando si richieda sicurezza o certezza dell'azione o semplicemente una maggiore comodità.

Con l'automazione industriale si è modificata anche la cultura che deve possedere chi progetta impianti ma in generale anche di tutti coloro che, per differenti motivi, sono a contatto con essi.

Si evidenzia in particolare il fatto che prima dell'avvento dell'elettronica industriale a chi progettava o lavorava su *impianti per l'automazione industriale* veniva richiesta una cultura essenzialmente meccanica.

Le nuove esigenze hanno richiesto competenze a carattere fortemente interdisciplinare e di conseguenza conoscenze non certo superficiali di elettrotecnica, elettronica, pneumatica, oleodinamica e informatica.

▶ Il termine **automatismi industriali** identifica quei dispositivi che consentono a macchine e apparecchiature che fanno parte di un impianto di funzionare automaticamente.

▶ Il termine **automatico**, utilizzato come aggettivo, identifica la proprietà di una qualsiasi macchina o apparecchiatura di raggiungere autonomamente gli obiettivi assegnati, prendere delle decisioni, agire conseguentemente alle decisioni prese.

▶ Il termine **sistema automatico** contraddistingue un sistema realizzato utilizzando macchine e apparecchiature che hanno caratteristiche identificabili con quelle che si esprimono tramite l'aggettivo stesso.

L'impiego di macchine e apparecchiature che sostituiscono l'uomo nell'ambito di un sistema automatico può avvenire con scopi e modalità tra loro differenti.

▶ Il termine **grado di automazione** definisce il *livello d'intervento* di macchine e apparecchiature in un sistema automatico.

Si definiscono tre livelli d'intervento:

- *il livello di sorveglianza* (gli organi di controllo acquisiscono le informazioni, le analizzano e producono registrazioni e segnalazioni);
- *il livello di guida operatore* (si hanno elaborazioni più complesse delle informazioni acquisite che offrono ai gestori del processo elementi che consentono interventi di regolazione);
- *il livello di comando* (l'automatizzazione di determinate funzioni come l'acquisizione di dati, il loro trattamento e il conseguente intervento sul processo è completa).

L'uomo viene gradualmente escluso dalla gestione del processo e nell'ultimo caso può intervenire manualmente solo a causa di anomalie o interruzioni.

▶ Il termine **tipologia di automazione** definisce le modalità di intervento dell'automazione su macchine e processi.

Si definiscono in particolare:

- *l'automazione elementare* (realizzata su macchine semplici o su parti di una macchina complessa, può interessare per esempio funzioni di sicurezza o di sorveglianza dei tempi morti o di posizionamento dei pezzi);

- *l'automazione intermedia* (realizzata su macchine più complesse o su un insieme di macchine semplici, può interessare per esempio i comandi legati al funzionamento delle macchine);
- *l'automazione integrata* (che riguarda un intero reparto o l'intera fabbrica e implica la connessione tra comandi, dati di lavorazione e dati gestionali).

► Il termine **azionamenti industriali** identifica quel complesso di organi che hanno il compito di eseguire le azioni richieste in campo industriale con determinate modalità di funzionamento.

Esempi di azioni richieste in ambito industriale sono:

- *spostamenti;*
- *sollevamenti;*
- *rotazioni;*
- *pressioni;*
- *trazioni.*

Si pensi per esempio alle seguenti applicazioni:

- l'azione di uno *stantuffo* comandato da un fluido surriscaldato come nelle vecchie macchine a vapore;
- la forza esercitata da un motore elettrico di un impianto di sollevamento come una gru.

Gli azionamenti industriali possono essere:

- elettromeccanici;
- pneumatici.

2 Impianti per l'automazione industriale

Le diverse parti di un sistema per l'automazione industriale si possono distinguere in relazione alle funzioni che compiono; si hanno così:

- *impianti di comando;*
- *impianti di segnalazione;*
- *impianti di potenza.*

L'**impianto di comando** è quella parte del sistema che ha il compito di produrre i segnali utili al funzionamento delle sue diverse parti in armonia con il loro criterio di utilizzo.

Se di tipo elettrico, in genere è composto da dispositivi funzionanti a bassa tensione, sia per ragioni di sicurezza sia di economia.

L'**impianto di segnalazione** è destinato a rappresentare, per mezzo di indicatori luminosi o acustici, la situazione del sistema controllato.

È in genere formato da componenti elettrici o elettronici a bassa tensione;

la segnalazione può essere affidata a lampade (per pannelli di controllo di media grandezza) o a *LED* (per quadri indicatori più ridotti).

L'**impianto di potenza** costituisce la parte *attuativa* del sistema, quella cioè dedicata a svolgere il lavoro meccanico vero e proprio, quale lo spostamento di pezzi o la rotazione di un asse.

Viene realizzato con l'utilizzo di motori elettrici o di *attuatori* come i *cilindri* che danno rispettivamente luogo ad:

- *azionamenti elettromeccanici*;
- *azionamenti pneumatici ed elettropneumatici*.

3 Logiche di comando

Il criterio con cui viene realizzato l'*impianto di comando* rappresenta la **logica di comando**; si hanno così logiche differenti denominate:

- *elettromeccanica*;
- *elettronica*;
- *programmabile*;
- *informatica*;
- *pneumatica*.

La **logica elettromeccanica** o **logica cablata** viene realizzata utilizzando dispositivi elettromeccanici come pulsanti, interruttori e relè.

È la tradizionale modalità operativa che prevede il collegamento, ossia il *cablaggio*, dei diversi elementi che compongono l'impianto per mezzo di tratti di filo conduttore.

Il metodo è senz'altro ancora valido ed efficace per circuiti di piccole dimensioni.

La **logica elettronica** prevede l'adozione di *componenti elettronici* capaci di realizzare logiche di comando equivalenti a quelle usate per i circuiti di comando in logica cablata.

Questo è possibile in quanto a una determinata configurazione di contatti (azionati da interruttori o da relè) è possibile associare una combinazione equivalente di porte logiche di tipo elettronico.

La realizzazione pratica della logica di comando può essere effettuata tramite montaggio su scheda degli elementi necessari o con l'utilizzo di *memorie programmabili* come per esempio le *EPR*OM.

Data la possibilità di cancellare il contenuto delle memorie e di riprogrammarle, il secondo metodo presenta il vantaggio di una maggiore modularità dei componenti e di una certa flessibilità nel caso di modifiche da apportare al circuito.

La logica di tipo *elettronico* viene preferita a quella di tipo *elettromeccanico* quando si desidera una certa velocità di risposta, quando sussistono problemi di ingombro o quando vi sono inconvenienti dovuti a vibrazioni.

La **logica programmabile** consiste nell'utilizzo di dispositivi elettronici di tipo programmabile il cui modo di operare è modificabile tramite un programma esterno.

Si realizza mediante l'applicazione di un particolare *software* una funzione precedentemente affidata a una struttura *hardware*.

È una logica che trova la sua espressione nell'utilizzo di un dispositivo elettronico di tipo digitale finalizzato alla realizzazione di circuiti di comando, il *controllore a logica programmabile* (PLC).

L'omogeneità dei segnali impiegati nelle reti elettriche con quelli necessari al funzionamento del PLC semplifica notevolmente i problemi di interfacciamento.

Nei confronti della *logica elettromeccanica* di tipo cablato, che nel tempo il PLC ha sostituito, presenta i seguenti vantaggi:

- *flessibilità d'impiego* (che si rende necessaria quando è prevista la necessità di modificare il funzionamento dell'impianto);
- *affidabilità*;
- *ingombro minimo* (le schede che formano la *struttura hardware* del controllore sono formate da elementi compatti e di piccole dimensioni);
- *costo ridotto di acquisto e di gestione*;
- *interfacciabilità con altri dispositivi*;
- *immunità ai disturbi elettrici*;
- *robustezza meccanica*.

La **logica informatica** rende conto di quelle applicazioni che prevedono come dispositivo di comando un *elaboratore elettronico* capace di dialogare con l'esterno per mezzo di appositi elementi di interfacciamento.

La realizzazione della struttura logica che sostituisce le reti elettriche di comando è affidata ad appositi *software* che adempiono così a una funzione simile a quella esercitata dai programmi che gestiscono il controllore programmabile.

Tale scelta non è particolarmente diffusa per la minore affidabilità e robustezza degli elaboratori nei riguardi dei controllori programmabili.

L'uso di una struttura informatica è tuttavia indicata per situazioni complesse in cui l'elaboratore centralizza le informazioni ricevute da diversi punti dell'impianto o della rete telematica di collegamento e invia gli appositi segnali agli organi di comando, in genere tramite gli stessi PLC che funzionano in questo caso da elementi intermedi; l'azionamento finale delle macchine e degli utilizzatori non è quindi in questo caso affidato agli elaboratori ma rimane compito dei controllori programmabili.

La **logica pneumatica** viene impiegata per comandare utilizzatori di tipo *pneumatico* che funzionano ad aria compressa come i *cilindri*.

Questa prevede l'uso di particolari dispositivi quali le *valvole di tipo logico* che consentono di ottenere funzioni analoghe a quelle tipiche dell'algebra booleana.

L'uso combinato di questi elementi rende possibile la realizzazione di una logica di comando formata completamente da elementi pneumatici.

La scelta della logica pneumatica è particolarmente vantaggiosa quando, per ragioni di sicurezza legate per esempio ad ambienti con pericolo di esplosione, sia necessario evitare l'uso di dispositivi elettrici suscettibili di provocare pericolose scintille.

4 Azionamenti elettromeccanici

In relazione al tipo di spostamento che si desidera ottenere si distinguono:

- *azionamenti rotativi;*
- *azionamenti lineari.*

4.1 Azionamenti rotativi

Vengono utilizzati quando sono richiesti spostamenti angolari; per realizzarli vengono usati essenzialmente motori di tipo elettrico:

- *tradizionali;*
- *a commutazione elettronica.*

I **motori tradizionali** vengono impiegati quando l'azionamento richiede un discreto utilizzo di potenza; appartengono a questa categoria i *motori asincroni trifase* e i *motori a corrente continua*.

Essi hanno il pregio di un'estrema versatilità di funzionamento e di una relativa facilità di controllo.

I **motori a commutazione elettronica** vengono impiegati quando si rivela decisivo impostare con precisione la velocità e la posizione raggiunta; appartengono a questa categoria i *motori a riluttanza variabile*, i *motori brushless* e i *motori passo-passo*.

Il circuito di comando permette di ottenere pilotaggi molto precisi, particolarmente utili per l'azionamento di alcuni tipi di macchine utensili.

4.2 Azionamenti lineari

Vengono utilizzati quando sono richiesti spostamenti lineari; consistono essenzialmente in bracci meccanici azionati con modalità differenti; per realizzarli vengono impiegate due tipologie di dispositivi:

- *i solenoidi;*
- *i motore elettrici.*

I **solenoidi** vengono utilizzati per ottenere spostamenti lineari poiché il funzionamento di questo dispositivo si basa sullo sfruttamento delle azioni dinamiche esercitate dal campo magnetico creato da un avvolgimento percorso da corrente.

Una parte meccanica mobile, che può consistere nello stesso nucleo cilindrico del magnete, viene spostato linearmente grazie alle azioni di repulsione magnetica.

Sebbene l'automatismo sia di facile realizzazione e impiego, il suo utilizzo è limitato dalla scarsa potenza in gioco e dalla difficoltà di realizzare un efficace controllo sullo spostamento effettuato.

I **motori elettrici** vengono utilizzati per ottenere spostamenti lineari facendo uso di appositi *meccanismi di conversione* del moto rotatorio.

Il *motore elettrico* può appartenere, a seconda delle esigenze, a una delle seguenti categorie:

- *a collettore a corrente continua* (consente una grande elasticità con carichi variabili);
- *monofase o trifase a induzione* (quando si vuole ottenere una coppia elevata a regimi stabili);
- *a magneti permanenti in corrente continua* (la regolazione avviene a coppia costante);
- *passo-passo* (quando si richiede un'estrema precisione di posizionamento).

La conversione del moto rotatorio viene attuata utilizzando due dispositivi opportunamente collegati al motore:

- il *variante di velocità*;
- il *gruppo vite-madrevite*.

Il **variante di velocità**, utilizzato per fornire una continua gamma di variazioni, può essere a *ingranaggi* (a rapporti fissi o variabili) o *elettronico*. Il **gruppo vite-madrevite** può essere a *filetto trapezio* per carichi elevati e basse velocità, a *ricircolazione di sfere* per posizionamenti precisi ad alte velocità con bassi consumi o dotato di *rulli*.

Il complesso formato dal motore, dal variante di velocità e dal gruppo vite-madrevite costituisce un **attuatore elettromeccanico**.

Lo schema tipico di un attuatore elettromeccanico viene riportato in FIGURA 1.

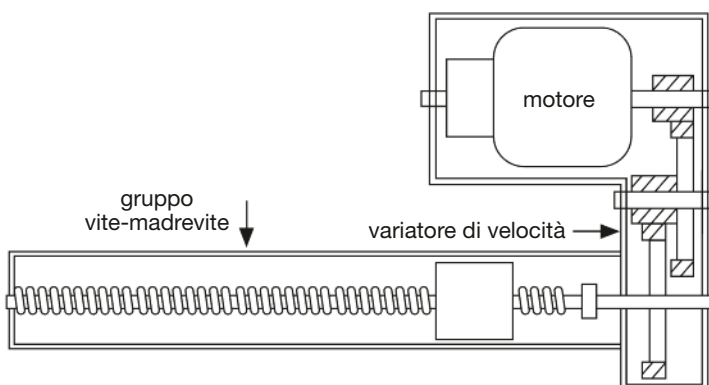


FIGURA 1
Schema tipico
di un attuatore
elettromeccanico.

5 Azionamenti pneumatici

Rappresentano un'applicazione della meccanica dei fluidi in cui viene impiegata aria compressa come elemento intermedio nella trasmissione di energia meccanica.

Gli impianti di cui fanno parte vengono denominati *impianti pneumatici* economicamente convenienti solo per reti molto estese e con un alto numero di utenze.

Sono costituiti essenzialmente dai seguenti elementi:

- *centrale di compressione;*
- *rete di distribuzione;*
- *utenze pneumatiche.*

Le trasformazioni energetiche che avvengono nell'impianto vengono evidenziate in FIGURA 2.

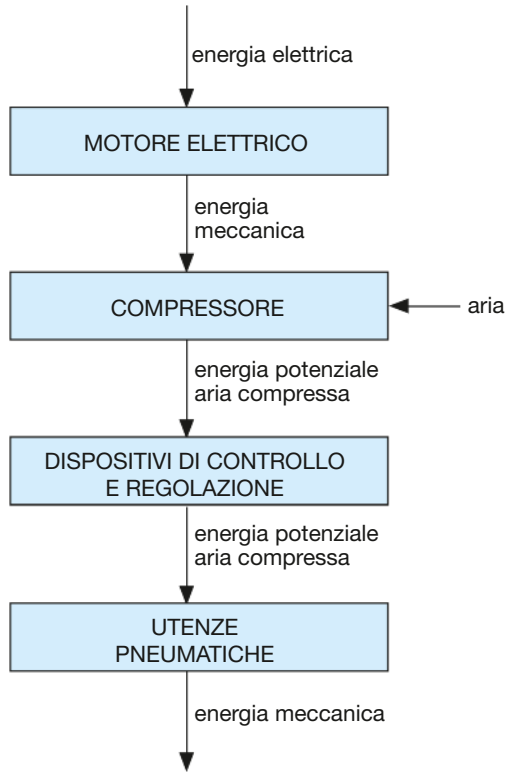


FIGURA 2
Trasformazioni energetiche in un impianto pneumatico.

Le **centrali di compressione** producono aria compressa mediante l'uso del *compressore* (una *macchina operatrice* che, azionata da un motore elettrico, innalza la pressione dell'aria prelevata dall'ambiente circostante ai valori richiesti dalle utenze).

I compressori possono essere:

- *volumetrici*, quando l'aria viene compressa riducendone il volume;
- *dinamici (turbocompressori)*, quando l'energia cinetica dell'aria posta prima in movimento viene ritrasformata poi in pressione.

Lo schema di una *centrale di compressione* viene riprodotto in FIGURA 3.

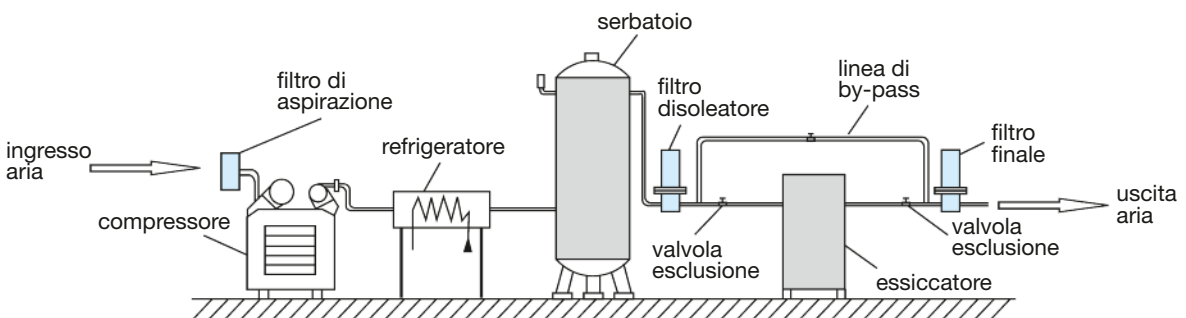


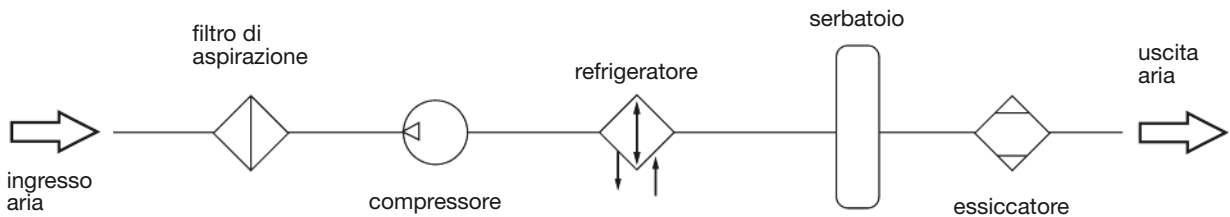
FIGURA 3
Schema di una centrale di compressione.

Lo schema che viene proposto è tipico di una *distribuzione a ciclo aperto* in quanto l'aria, dopo aver alimentato gli utilizzatori, viene scaricata nell'ambiente.

Una centrale di compressione può essere un impianto fisso o, almeno parzialmente, mobile.

Lo schema della centrale, come evidenziato in FIGURA 4, può essere realizzato anche utilizzando i simboli propri della pneumatica.

FIGURA 4
Schema di una centrale di compressione realizzato con simboli pneumatici.



Oltre al compressore ulteriori elementi propri della centrale sono:

- il *gruppo di filtraggio* che elimina le impurità presenti nell'aria prelevata dall'ambiente esterno;
- il *refrigeratore* che raffredda l'aria in uscita dal compressore;
- il *serbatoio* che assicura alla rete una portata d'aria e una pressione quasi costanti;
- l'*essiccatore* che riduce l'umidità contenuta nell'aria per evitare la formazione di condensa nella rete di distribuzione.

La **rete di distribuzione** trasferisce il fluido (*aria compressa*) dalla sorgente di alimentazione alle utenze con funzione di controllo e regolazione; essa è costituita da:

- *tubazioni* (con funzione di trasporto);
- *valvole* (con funzione di controllo).

Esistono diverse tipologie di valvole che hanno nell'impianto compiti differenti; si possono classificare come:

- *valvole distributrici*;
- *valvole di controllo della portata*;
- *valvole di controllo della pressione*;
- *valvole speciali*.

In particolare le valvole distributrici servono per aprire, indirizzare o chiudere il flusso dell'aria compressa.

Le **utenze pneumatiche** trasformano in energia meccanica l'energia potenziale posseduta dall'aria compressa.

Essi sono:

- cilindri (a semplice effetto e a doppio effetto);
- motori pneumatici (volumetri e dinamici).

DOMANDE a risposta aperta

- 1** Definire i concetti di automazione e automazione industriale.
- 2** Definire i concetti di automatico e sistema automatico.
- 3** Definire il concetto di automatismi industriali.
- 4** Definire il concetto di azionamenti industriali.
- 5** Evidenziare la funzione svolta dal serbatoio negli impianti pneumatici.
- 6** Dopo aver individuato il tipo di attuttore rappresentato in FIGURA 5 definirne sinteticamente le caratteristiche.

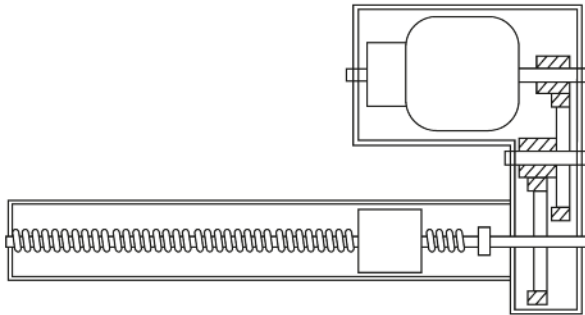


FIGURA 5

- 7** Chiarire il concetto di distribuzione a ciclo aperto tipico delle centrali di compressione.
- 8** Completare lo schema a blocchi relativo alle trasformazioni energetiche in un impianto pneumatico riportato in FIGURA 6 inserendo gli elementi mancanti.

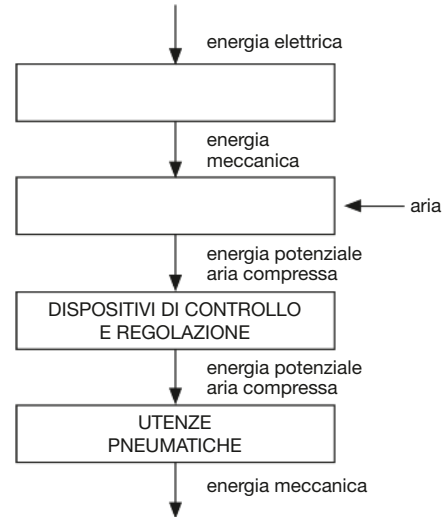


FIGURA 6

- 9** Completare la FIGURA 7 inserendo i nomi dei componenti dell'impianto.

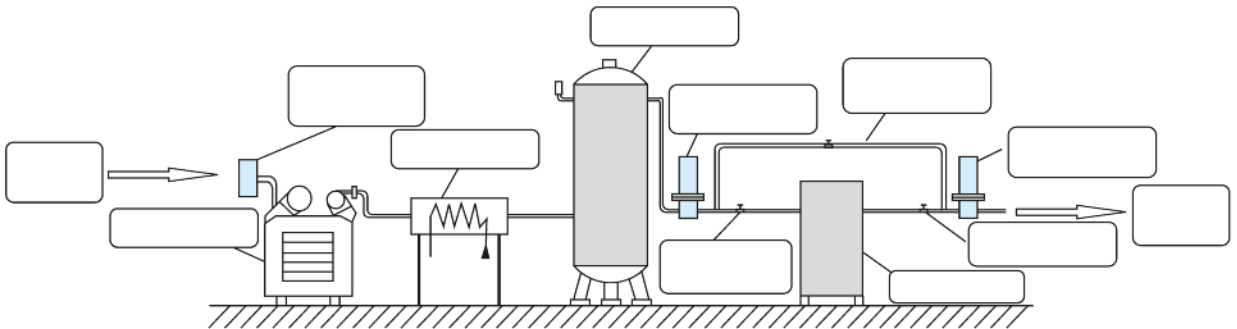


FIGURA 7

- 10** Completare la FIGURA 8 inserendo i nomi dei componenti dell'impianto.

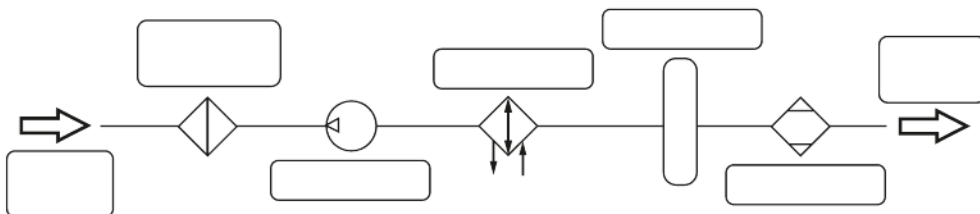


FIGURA 8

DOMANDE a risposta multipla

1 Il simbolo pneumatico rappresentato in FIGURA 9 identifica un:

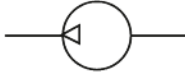


FIGURA 9

- A compressore
- B refrigeratore
- C essiccatore
- D serbatoio

2 Il simbolo pneumatico rappresentato in FIGURA 10 identifica un:



FIGURA 10

- A compressore
- B refrigeratore
- C filtro di aspirazione
- D essiccatore

3 Il simbolo pneumatico rappresentato in FIGURA 11 identifica un:



FIGURA 11

- A compressore
- B refrigeratore
- C filtro di aspirazione
- D essiccatore

4 Il simbolo pneumatico rappresentato in FIGURA 12 identifica un:

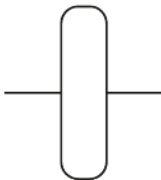


FIGURA 12

- A compressore
- B essiccatore
- C refrigeratore
- D serbatoio

5 Il simbolo pneumatico rappresentato in FIGURA 13 identifica un:

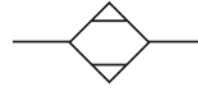


FIGURA 13

- A essiccatore
- B filtro di aspirazione
- C refrigeratore
- D serbatoio

6 Il grado di automazione di un sistema definisce:

- A il livello d'intervento degli attuatori in un sistema automatico
- B il livello d'intervento di macchine e apparecchiature in un sistema automatico
- C il livello d'intervento dei motori in un sistema automatico
- D il livello d'intervento dell'uomo in un sistema automatico

7 Il compressore trasforma:

- A energia elettrica in energia meccanica
- B energia meccanica in energia cinetica aria compressa
- C energia meccanica in energia potenziale aria compressa
- D energia potenziale aria compressa in energia meccanica

8 Il gruppo vite-madrevite è:

- A un motore in corrente alternata
- B un motore in corrente continua
- C un filtro
- D un dispositivo utilizzato per la conversione del moto rotatorio in movimento lineare

9 Il serbatoio viene utilizzato per assicurare alla rete:

- A una portata d'aria e una pressione quasi costanti
- B una portata d'aria quasi costante
- C una portata d'aria variabile con la pressione
- D una pressione quasi costante

10 In una centrale di compressione il refrigeratore si trova:

- A prima del compressore
- B tra compressore e serbatoio
- C tra serbatoio ed essiccatore
- D dopo l'essiccatore