



Enrico Biagi (Biagi)

## CONTATTORI

5 December 2004

### 1 - Generalità

Le prescrizioni relative ai contattori sono contenute nella Norma CEI 17-3, Fascicolo 1035, III edizione 1987 "Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1200 V in corrente continua".

Secondo tale Norma il contattore è un "**dispositivo meccanico di manovra, generalmente previsto per un numero elevato di operazioni, avente una sola posizione di riposo, ad azionamento non manuale, capace di stabilire, sopportare ed interrompere correnti in condizioni di sovraccarico. La posizione di riposo corrisponde ordinariamente alla posizione di apertura dei contatti principali**". (art. 1.2.03

Vi sono tre tipi fondamentali di contattori

**Contattore elettromagnetico:** "Contattore i cui elementi mobili abbandonano la posizione di riposo quando si alimenta un dispositivo elettromagnetico che agisce elettricamente sul meccanismo del contattore" (art. 1. .2.04).

**Contattore pneumatico:** "Contattore i cui elementi mobili abbandonano la posizione di riposo quando si alimenta, senza intermediari elettrici, un dispositivo ad aria compressa che agisce sul meccanismo del contattore" (art. 1.2.05).

**Contattore elettropneumatico:** "Contattore i cui elementi mobili abbandonano la posizione di riposo quando si alimenta con aria compressa, per mezzo di elettrovalvole, un dispositivo elettropneumatico che agisce sul meccanismo del contattore" (art. 1.2.06).

Il contattore è quindi destinato, in generale, alla manovra di circuiti elettrici "sani", in cui cioè non si è in presenza di correnti di cortocircuito, ma unicamente di correnti e sovracorrenti legate al funzionamento dell'utilizzatore finale.

Per meglio evidenziare le caratteristiche del contattore è opportuno un suo confronto con l'interruttore.

Le caratteristiche peculiari richieste ad un **INTERRUTTORE** sono:

- Alto potere di interruzione (deve essere in grado di interrompere le correnti di cortocircuito).
- Numero di manovre meccaniche ed elettriche non elevato.

Dal **CONTATTORE** si esige invece generalmente:

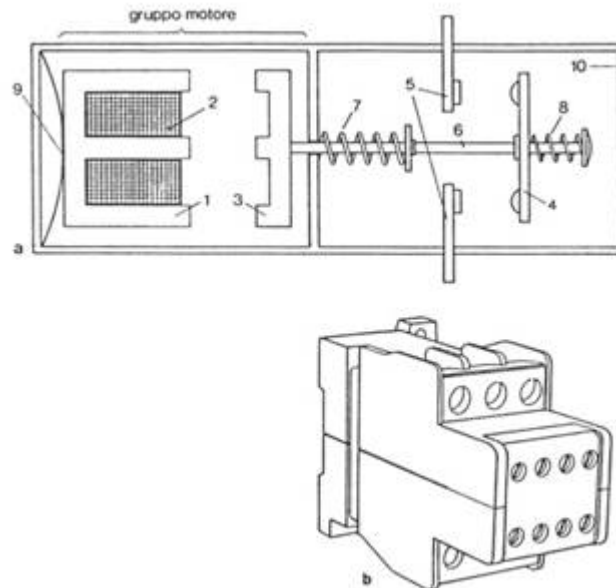
- Attitudine a sopportare le correnti di sovraccarico e di cortocircuito.
- Limitato potere di interruzione (non è idoneo a interrompere le correnti di cortocircuito).
- Decine di milioni di manovre meccaniche.
- Milioni di manovre elettriche.

Altre caratteristiche peculiari dei contattori sono:

- Facilità di installazione e di cablaggio.
- Disponibilità di numerosi contatti ausiliari.
- Resistenza agli urti e alle vibrazioni.
- Ispezione agevole, con possibilità di sostituzione dei contatti e della bobina.
- Ingombro ridotto.
- I principali vantaggi derivanti dall'uso dei contattori sono
- Possibilità di comandare l'utilizzatore da più punti.
- Circuiti di comando di sezione ridotta rispetto al circuito di potenza
- Impossibilità, nel caso di interruzione dell'alimentazione di un motore, che questo si rimetta in moto da solo una volta eliminata la causa dell'interruzione.

## 2- Elementi costruttivi di un contattore e principio di funzionamento

I principali elementi costruttivi di un contattore sono (fig. 1):



- 1 - Nucleo fisso    2 - Bobina    3 - Nucleo mobile    4 - Contatti mobili    5 - Contatti fissi  
6 - Cursore    7 - Molla di rimando (di apertura)    8 - Molla di pressione dei

contatti principali 9 - Molla del sistema ammortizzante 10 - Struttura di sostegno e di contenimento

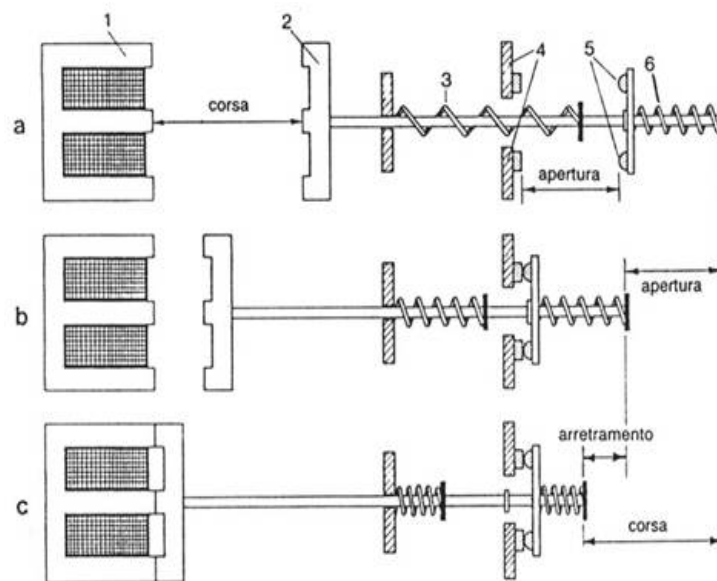
**Fig. 1** - Schema costruttivo semplificato di un contattore

a) schema di principio - b) apparecchio

## Nucleo magnetico

È costituito da una parte fissa e una mobile.

**Bobina di eccitazione:** è avvolta intorno alla colonna centrale del nucleo fisso. Quando è percorsa da corrente magnetizza il nucleo determinando, per attrazione, lo spostamento della parte mobile con la conseguente chiusura dei contatti normalmente aperti e l'apertura di quelli normalmente chiusi (fig. 2).

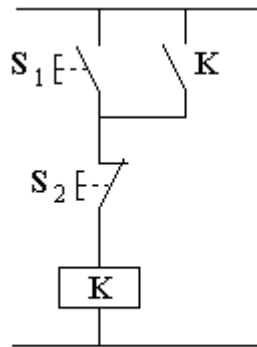


- a- Contattore aperto
  - b- Contattore in posizione intermedia
  - c- Contattore chiuso
1. Nucleo fisso
  2. Nucleo mobile
  3. Molla di rimando
  4. Contatti fissi
  5. Contatti mobili
  6. Molla di compressione dei contatti

**Fig. 2** - Funzionamento del contattore

Il contattore resta in posizione di lavoro fintanto che la bobina rimane eccitata; quando viene diseccitata (togliendo l'alimentazione) il nucleo mobile ritorna nella posizione iniziale di riposo per effetto delle molle di rimando.

Pertanto, quando la bobina viene eccitata tramite un pulsante normalmente aperto (NA), occorre un contatto di "autoritenuta" per mantenerla alimentata anche quando il pulsante NA viene rilasciato, e un pulsante normalmente chiuso (NC) per diseccitarla. Il circuito che si realizza è del tipo di quello riportato in fig. 3.



**Fig. 3** - Circuito di comando della bobina di un contattore

Un tale circuito conferisce al contattore la caratteristica di componente a "sicurezza intrinseca", dovuta al fatto che la mancanza o un abbassamento di tensione nel circuito di alimentazione della bobina provoca automaticamente la diseccitazione della bobina stessa e quindi l'apertura del contattore interrompendone il servizio.

Inoltre, al riapparire della tensione al suo valore di normale funzionamento, impedisce la richiusura del contattore, evitando così la partenza indesiderata del motore (cosa che invece si verificherebbe se la bobina fosse comandata tramite un interruttore).

### - Contatti principali

Ad essi va collegato il circuito su cui è inserito il carico che si deve manovrare (circuito di potenza).

I contatti principali sono sempre del tipo normalmente aperti (NA).

### - Contatti ausiliari

Sono azionati contemporaneamente ai contatti principali e sono destinati a comandare i circuiti ausiliari (circuiti di manovra, di segnalazione, di interblocco, ecc.). Sono di dimensioni ridotte rispetto a quelli principali essendo interessati da correnti più piccole. Sono del tipo sia normalmente aperto (NA) che normalmente chiuso (NC).

### 3- Caratteristiche del circuito principale (contatti principali)

Le grandezze nominali principali del contattore sono:

- Tensioni nominali d'isolamento e di impiego
- Correnti nominali termica e di impiego
- Frequenza nominale.
- Categoria d'impiego
- Poteri nominali di chiusura e di interruzione.
- Durata meccanica.
- Numero di cicli a carico (durata elettrica).

**Tensione nominale d'isolamento ( $U_i$ )** "è il valore della tensione al quale sono riferite le prove dielettriche. Per i circuiti polifasi si esprime con la tensione fra le fasi.

A meno che non sia diversamente specificato la tensione nominale d'isolamento coincide con la più elevata tensione nominale d'impiego". (art. 2.3.02)

**Tensione nominale d'impiego ( $U_e$ )** "è il valore che, unitamente alla corrente nominale d'impiego, determina l'uso del contattore e al quale si riferiscono i poteri di chiusura e di interruzione. Per i circuiti polifasi si esprime con la tensione fra le fasi.

Un contattore può essere caratterizzato da diverse combinazioni di tensioni nominali d'impiego e di correnti nominali d'impiego per differenti tipi di servizio e categorie d'impiego.

In ogni caso la massima tensione nominale d'impiego non può essere superiore alla tensione nominale d'isolamento  $U_i$ ". (art. 2.3.03)

**Corrente nominale termica ( $I_{th}$ )** "...È la massima corrente indicata dal costruttore che il contattore a giorno è in grado di sopportare per la durata di 8 ore.....senza che la sovratemperatura delle sue diverse parti superi i limiti fissati...". (art. 2.3.05)

**Correnti nominali d'impiego ( $I_e$ ):**"Sono valori di corrente dichiarati dal costruttore che servono a specificare il contattore in funzione delle condizioni d'impiego....

Nel caso di contattori per motori l'indicazione della corrente nominale d'impiego può essere sostituita dall'indicazione della potenza del motore...". (art. 2.3.06)

**Frequenza nominale:**"...È la frequenza d'impiego per la quale il contattore è previsto ed alla quale sono riferiti gli altri valori nominali dell'apparecchio". (art. 2.3.07)

**Categorie d'impiego** Definiscono le prestazioni dei contattori nelle diverse condizioni di lavoro. Vengono identificate tramite una sigla composta da due elementi:

- Due lettere indicative del tipo di alimentazione del circuito di potenza (AC per la corrente alternata, DC per la corrente continua).
- Un numero rappresentativo del tipo e delle modalità di funzionamento dell'utilizzatore che il contattore è destinato a comandare.

Le categorie d'impiego sono fissate dalle Norme CEI 17-3 all'art. 2.3.18 (Tab. 1).

**Tab. 1 - CATEGORIE D'IMPIEGO**

<b>Alimentazione in corrente Alternata</b>	
<b>Categoria d'impiego</b>	<b>Applicazioni tipiche</b>
<b>AC1</b>	<p>“Inserzione o disinserzione di carichi non induttivi o debolmente induttivi, forni a resistenza”</p> <p>Utilizzatori con fattore di potenza superiore a 0,95</p>
<b>AC2</b>	<p>“Avviamento e frenatura in controcorrente di motori ad anelli”</p> <p>In questo impiego l'interruzione è difficile in quanto il contattore stabilisce ed interrompe la corrente di avviamento che è prossima a 2,5 volte la corrente nominale del motore.</p>
<b>AC3</b>	<p>“Avviamento e arresto con interruzione dell'alimentazione di rotorì a gabbia”</p> <p>L'interruzione dell'alimentazione avviene a motore avviato per cui è agevole anche in considerazione del fatto che per effetto della f.c.e.m. la tensione ai morsetti dei poli è pari al 15÷30% della tensione nominale. Da notare che in fase di avviamento il contattore stabilisce una corrente pari a 5÷7 volte la corrente nominale.</p>

<b>AC4</b>	<p>“Avviamento e frenatura in controcorrente, manovra a impulsi di motori a gabbia”</p> <p>Il contattore, in condizioni estreme, stabilisce ed interrompe una corrente pari a <math>5\div 7</math> volte la corrente nominale.</p>
------------	--

<b>Alimentazione in corrente continua</b>	
<b><i>Categoria d'impiego</i></b>	<b><i>Applicazioni tipiche</i></b>
<b>DC1</b>	<p>“Inserzione o disinserzione di carichi non induttivi o debolmente induttivi, forni a resistenza”</p> <p>Costante di tempo massima di 1 ms.</p>
<b>DC2</b>	<p>“Avviamento e frenatura in controcorrente di motori in derivazione dopo il periodo di avviamento”</p> <p>In questo impiego il contattore stabilisce una corrente pari a 2,5 volte la corrente nominale del motore e interrompe la corrente nominale stessa. La costante di tempo è dell'ordine di 7,5 ms e la tensione ai morsetti è funzione della f.c.e.m., per cui l'interruzione è agevole.</p>
<b>DC3</b>	<p>“Avviamento, manovra a impulsi, frenatura in controcorrente di motori in derivazione”</p> <p>Interruzione difficile in quanto la corrente interrotta è pari a quella stabilita, ossia 2,5 volte la corrente nominale, e la tensione ai morsetti dei poli</p>

	all'istante di interruzione può essere prossima alla tensione nominale.
<b>DC4</b>	<p>“Avviamento e arresto di motori in serie”</p> <p>La costante di tempo è sui 10 ms. Deve essere stabilita una corrente pari a 2,5 volte la corrente nominale e interrotta la corrente nominale con una tensione ai morsetti funzione della f.c.e.m. e comunque dell'ordine del 30% della tensione di rete. L'interruzione è agevole.</p>
<b>DC5</b>	<p>“Avviamento, manovra a impulsi, frenatura in controcorrente di motori in serie”</p> <p>L'interruzione è gravosa in quanto deve essere interrotta la stessa corrente di avviamento (2,5 volte la corrente nominale) ad una tensione prossima a quella di rete.</p>

Nota: Per frenatura in controcorrente si intende l'arresto o l'inversione rapida del motore ottenuti invertendo le connessioni dell'alimentazione mentre il motore sta girando.

Per manovra ad impulsi si intende un comando caratterizzato da una o più chiusure brevi e frequenti del circuito di alimentazione del motore, effettuate con l'intento di ottenere piccoli movimenti del motore stesso.

**Potere di chiusura nominale:** valore più elevato della corrente che il contattore è in grado di stabilire ad una data tensione e in condizioni specificate del circuito, d'uso e di funzionamento.

**Potere d'interruzione nominale:** valore della corrente che il contattore è in grado di interrompere ad una data tensione e in condizioni specificate del circuito, d'uso e di funzionamento.

I poteri di chiusura e d'interruzione nominali dipendono dalle categorie d'impiego elencate nella tab.1 e sono riferiti alla tensione nominale d'impiego e alla corrente nominale d'impiego (tab. 2).

**Tab.2 - POTERI NOMINALI DI CHIUSURA E INTERRUZIONE**

Categoria di impiego	Valore della corrente nominale di impiego	Chiusura	Interruzione
----------------------	---	----------	--------------



		I/ I <sub>e</sub>	U/ U <sub>e</sub>	cosj	I/ I <sub>e</sub>	U/ U <sub>e</sub>	cosj
<b>AC1</b>	Tutti i valori	1,5	1,1	0,95	1,5	1,1	0,95
<b>AC2</b>	Tutti i valori	4	1,1	0,65	4	1,1	0,65
<b>AC3</b>	I <sub>e</sub> ≤ 17 A	10	1,1	0,65	8	1,1	0,65
	17 A < I <sub>e</sub> ≤ 100 A	10	1,1	0,35	8	1,1	0,35
	I <sub>e</sub> > 100 A	8	1,1	0,35	6	1,1	0,35
<b>AC4</b>	I <sub>e</sub> < 17 A	12	1,1	0,65	10	1,1	0,65
	17 A < I <sub>e</sub> ≤ 100 A	12	1,1	0,35	10	1,1	0,35
	I <sub>e</sub> > 100 A	10	1,1	0,35	8	1,1	0,35

Categoria di impiego	Valore della corrente nominale di impiego	Chiusura			Interruzione		
		I/ I <sub>e</sub>	U/ U <sub>e</sub>	L/ R(ms)	I/I <sub>e</sub>	U/ U <sub>e</sub>	L/R (ms)
<b>DC1</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>DC2</b>	Tutti i valori	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
<b>DC3</b>	Tutti i valori	4	1,1	2,5	4	1,1	2,5
<b>DC4</b>	Tutti i valori	4	1,1	15	4	1,1	15
<b>DC5</b>	Tutti i valori	4	1,1	15	4	1,1	15

- I<sub>e</sub> = Corrente nominale d'impiego
- U<sub>e</sub> = Tensione nominale d'impiego
  - I = Corrente stabilita
- U = Tensione prima della chiusura

- $U_r$  = Tensione di ritorno (tensione che appare tra i terminali di un polo del contattore dopo l'interruzione della corrente)
  - $I_c$  = Corrente interrotta
  - $\cos j$  = tolleranza  $\pm 0,05$
  - $L/R$  = tolleranza  $\pm 15\%$

**Durata meccanica:** la durata meccanica di un contattore viene espressa con il numero di cicli a vuoto (in assenza di corrente) che l'apparecchio è in grado di effettuare prima che si renda necessaria la revisione o la sostituzione di parti meccaniche.

Il costruttore è tenuto a dichiarare la durata meccanica prevista per i propri contattori, scegliendo di preferenza fra i seguenti valori, espressi in milioni di cicli a vuoto

0,001 - 0,003 - 0,03 - 0,1 - 1 - 3 - 10

### Numero di cicli a carico (durata elettrica)

Per durata elettrica di un contattore si intende il numero massimo di manovre che i contatti possono eseguire correttamente fino a che le condizioni di deterioramento ne consigliano la sostituzione. La durata dipende sia dalle sollecitazioni meccaniche cui i contatti sono sottoposti durante ogni manovra di chiusura, sia, soprattutto, dalle sollecitazioni di natura elettrica cui essi sono sottoposti durante la manovra di apertura: ogni volta che si interrompe la corrente si innesca, infatti, fra i contatti un arco che provoca l'erosione delle loro superfici. Quest'ultima causa ha effetto preponderante rispetto alla prima e pertanto la durata elettrica di un contattore dipende essenzialmente dalla corrente che esso è chiamato a interrompere nel suo funzionamento.

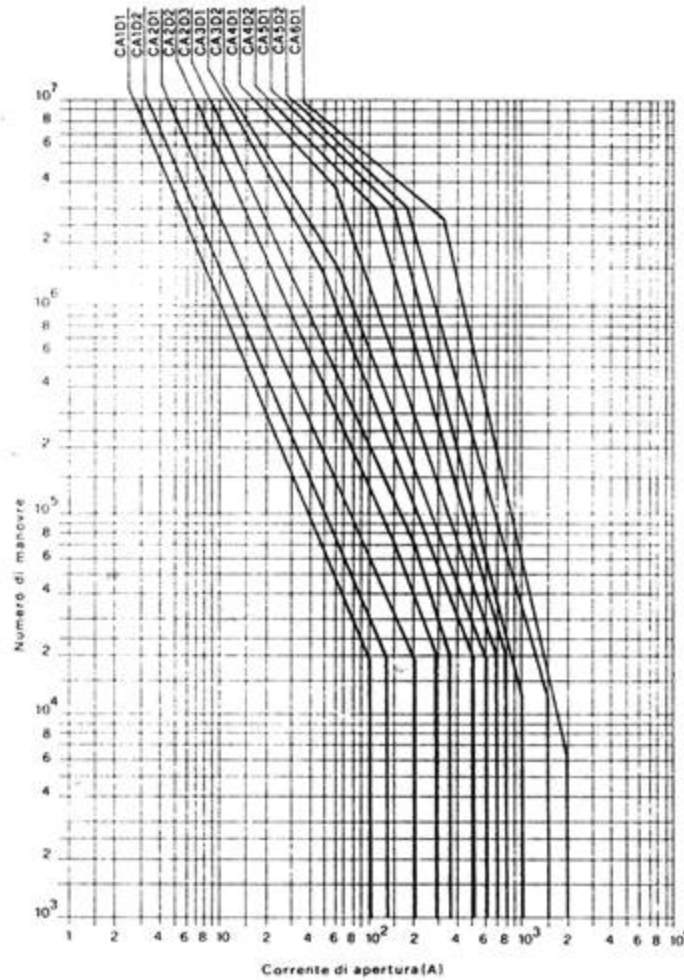
In tab.3 sono riportate, per ogni categoria d'impiego, le correnti e i relativi fattori di potenza da prendere in considerazione per la verifica della durata elettrica di un contattore.

**Tab. 3 - DURATA ELETTRICA**

Categoria di impiego	Valore della corrente nominale di impiego	Chiusura			Interruzione		
		$I/I_e$	$U/U_e$	$\cos j$	$I/I_e$	$U/U_e$	$\cos j$
<b>AC1</b>	Tutti i valori	1	1	0,95	1	1	0,95
<b>AC2</b>	Tutti i valori	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
<b>AC3</b>	$I_e < 17 \text{ A}$	6	1	0,65	6	0,17	0,65
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	6	0,17	0,35

<b>AC4</b>	$I_e < 17 \text{ A}$	6	1	0,65	6	0,17	0,65
	$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	6	0,17	0,35
<b>Categoria di impiego</b>	Valore della corrente nominale di impiego	<b>Chiusura</b>			<b>Interruzione</b>		
		<b>I/ I<sub>e</sub></b>	<b>U/ U<sub>e</sub></b>	<b>L/R (ms)</b>	<b>I/ I<sub>e</sub></b>	<b>U/ U<sub>e</sub></b>	<b>L/R (ms)</b>
<b>DC1</b>	-	1	1	1	1	1	1
<b>DC2</b>	Tutti i valori	2,5	1	2	1	0,1	7,5
<b>DC3</b>	Tutti i valori	2,5	1	2	2,5	1	2
<b>DC4</b>	Tutti i valori	2,5	1	7,5	1	0,3	10
<b>DC5</b>	Tutti i valori	2,5	1	7,5	2,5	1	7,5
<p><math>I_e</math> = Corrente nominale d'impiego</p> <p><math>U_e</math> = Tensione nominale d'impiego</p> <p><math>I</math> = Corrente stabilita</p> <p><math>U</math> = Tensione prima della chiusura</p> <p><math>U_r</math> = Tensione di ritorno (tensione che appare tra i terminali di un polo del contattore dopo l'interruzione della corrente)</p> <p><math>I_c</math> = Corrente interrotta</p> <p><math>\cos j</math> = tolleranza <math>\pm 0,05</math></p> <p><math>L/R</math> = tolleranza <math>\pm 15\%</math></p>							

Quando i contattori sono impiegati per il comando di motori asincroni trifasi la durata elettrica è rilevabile da appositi diagrammi forniti dai costruttori (del tipo di quello riportato in fig. 4) ed è espressa in numero di manovre in funzione della corrente di apertura.



**Fig. 4** - Determinazione della durata elettrica dei contatti

Per l'utilizzazione del diagramma si procede nel seguente modo:

a) Utilizzazione in categoria AC1 e AC3

Si porta in ascissa il valore della corrente assorbita dal carico e si legge la durata sulla corrispondente ordinata relativa al contattore, oppure si sceglie il tipo di contattore qualora sia stata prefissata la durata.

b) Utilizzazione in categoria AC2 e AC4

Vale quanto detto in a) purché in ascissa si riporti una corrente equivalente pari a 2,5 volte la corrente assorbita dal carico (in categoria AC2), oppure pari a 6 volte la corrente assorbita dal carico (in categoria AC4), in accordo ai valori riportati in tab. 3.

#### 4 - Caratteristiche del circuito di comando (bobina)

Il circuito di comando è un "circuito elettrico (distinto dal circuito principale) al quale sono affidate l'operazione di chiusura o di apertura del contattore o entrambe". (art. 1.2.28)

Tramite tale circuito si alimenta la bobina del contattore.

Il circuito di comando di un contattore è caratterizzato da:

- Natura della corrente (alternata o continua).
- Tensione nominale.
- Frequenza nominale (solo in corrente alternata)

Se la tensione del circuito di comando è differente dalla tensione nominale d'impiego del contattore il suo valore va preferibilmente scelto fra uno dei seguenti:

AC 24 - 48 - 110/127 - 220 V

DC 24 - 48 - 110/125 - 220/250 V

Le Norme CEI prescrivono che i contatti del contattore si devono chiudere con sicurezza per valori della tensione di alimentazione della bobina compresi fra l' 85% e il 110% della tensione nominale e aprire per valori compresi fra il 75% e il 10% della stessa tensione nominale.

In fase di chiusura, quando la tensione di alimentazione è inferiore all' 85% della nominale, possono verificarsi delle condizioni critiche, in particolare il contattore può accostare i contatti senza raggiungere la posizione finale stabile di chiusura. In questa posizione si può pertanto avere il danneggiamento dei contatti e la bruciatura della bobina.

Problemi simili si possono avere in fase di rilascio, quando si hanno abbassamenti di tensione. I contatti si possono infatti solo parzialmente aprire ricreando le condizioni prima descritte.

Notevole importanza rivestono i valori degli assorbimenti della bobina allo spunto e a chiusura avvenuta.

In tab. 4 sono riportati, a titolo d'esempio, alcuni valori indicativi di assorbimenti in corrente alternata di bobine di contattori della CGE.

**Tab. 4 - ASSORBIMENTI DELLE BOBINE IN CORRENTE ALTERNATA**

Tipo contattore	SPUNTO		RITENUTA	
	Potenza (VA)	cosj	Potenza (VA)	cosj
CA1D1/2	68	0,74	9	0,33
CA2D1/2/3	115	0,65	16	0,28
CA3D1/2	200	0,65	25	0,28
CA4D1/2	600	0,38	60	0,20
CA5D1/2	1600	0,31	160	0,22

CA6D1/2	2300	0,2	180	0,33
---------	------	-----	-----	------

Come si nota gli assorbimenti allo spunto sono più elevati di quelli alla ritenuta.

E' ai primi che bisogna fare riferimento per il calcolo sia della sezione dei conduttori della linea di alimentazione, sia della potenza nominale dell'eventuale trasformatore di alimentazione.

## 5 - Caratteristiche dei circuiti ausiliari (contatti ausiliari)

I circuiti ausiliari sono costituiti "da tutte quelle parti di un contattore destinate ad essere inserite in circuiti distinti da quello principale e da quello di comando".(art. 1.2.30)

Le caratteristiche più significative dei circuiti ausiliari sono:

- Numero dei circuiti.
- Numero e tipo dei contatti (normalmente aperti/normalmente chiusi).

Per ciascuno dei circuiti ausiliari sono inoltre definiti:

- Tensione nominale.
- Frequenza nominale (solo in corrente alternata).
- Potere nominale d'interruzione dei contatti.

A meno che non sia altrimenti specificato, la corrente nominale dei circuiti ausiliari è di 6 A, e la tensione nominale e la frequenza dei circuiti ausiliari sono uguali alla tensione d'impiego e alla frequenza nominale del contattore.

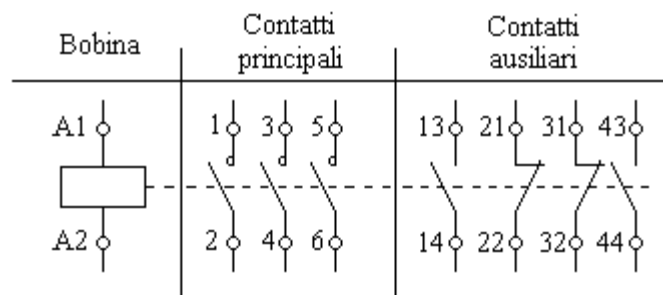
## 6 - Individuazione dei terminali

I terminali dei contattori sono contraddistinti con delle sigle (fig. 5).

Quelli della bobina di comando sono contrassegnati con A1 e A2.

Quelli relativi ai contatti principali riportano i numeri da 1 a 6 (dispari da un lato, pari dall'altro).

I terminali dei contatti ausiliari sono siglati con numeri a due cifre: la prima individua il numero d'ordine del contatto, la seconda ne indica la funzione (1 e 2 per contatti NC, 3 e 4 per contatti NA).



**Fig. 5** - Individuazione dei terminali di un contattore