

Corso di sist. elettrici per telecomunicazioni - 2° prova di laboratorio



PROVE SU FUSIBILI E INTERRUTTORI AUTOMATICI

Docente del corso: prof.ssa Angela Russo

Galletti Riccardo
Matr. 1265

OBIETTIVO DELL'ESPERIENZA: Obiettivo dell'esercitazione di laboratorio è di valutare il comportamento di fusibili e interruttori automatici presenti in un circuito in cui fluiscono correnti di sovraccarico o di cortocircuito.

Prima di entrare nel dettaglio dell'esercitazione, è doveroso illustrare sinteticamente alcuni aspetti teorici sul funzionamento di questi dispositivi.

IL FUSIBILE: a differenza di altri apparecchi di manovra, la capacità del fusibile di interrompere correnti di sovraccarico e di cortocircuito non è dovuta all'allontanamento di contatti (uno fisso e uno mobile), bensì alla fusione irreversibile della sua parte centrale (il cosiddetto 'elemento fusibile'), come conseguenza diretta dell'effetto Joule.

Nel fusibile a cartuccia, (il tipo di fusibile più comune, e peraltro è anche quello utilizzato nell'esercitazione), l'elemento fusibile è circondato da materiale sabbioso, che ha il compito di accelerare i tempi di spegnimento dell'arco che si forma all'interno del fusibile.

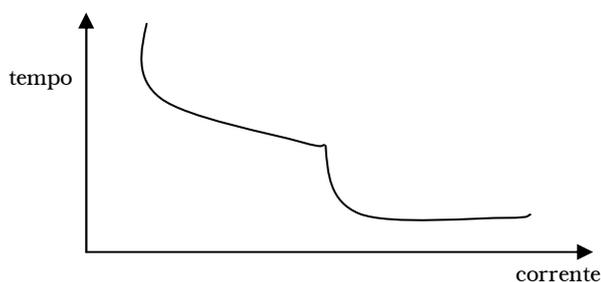
In particolare le fasi di funzionamento di questo dispositivo sono:

- ☞ Fase di pre – arco (l'elemento fusibile si riscalda, fonde ed evapora; la corrente di cortocircuito cresce, ma non arriva a raggiungere il suo valore di picco, poiché limitata dall'azione esercitata successivamente dall'arco);
- ☞ Fase d'arco (scocca l'arco e la corrente, limitata dalla tensione d'arco, comincia a diminuire, fino all'estinzione definitiva dell'arco stesso, agevolata, come già detto, dalla sabbia che circonda l'elemento fusibile)
- ☞ Fase di post – arco (scorre all'interno del fusibile una debole corrente di conduzione che smorza la tensione di ristabilimento, evitando il riadesco dell'arco).

L'INTERRUTTORE AUTOMATICO: è un dispositivo di manovra e protezione allo stesso momento, utilizzato in bassa tensione.

E' costituito da un interruttore in aria (dispositivo che da solo non riesce automaticamente ad accorgersi di una situazione di anormale funzionamento del circuito e quindi agire di conseguenza) e da un relè magnetotermico (dispositivo 'intelligente' che tiene sotto controllo la corrente, comandando l'interruttore ad effettuare la manovra desiderata):

- ☞ per sovracorrenti non troppo elevate interviene il relè termico (con caratteristica ad azione ritardata a tempo dipendente);
- ☞ per sovracorrenti di intensità superiore interviene il relè magnetico (che è praticamente ad azione istantanea).



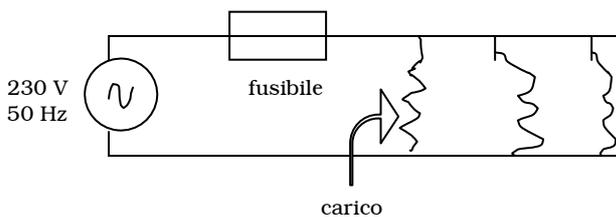
Rispetto al fusibile l'interruttore automatico presenta un maggior ingombro e un maggior costo, controbilanciato dalla possibilità di utilizzare il dispositivo più volte (a differenza del fusibile che non può essere riutilizzato).

Da sottolineare la rilevanza che assume, in fase di dimensionamento dei due dispositivi, oltre alla *corrente nominale* (che deve essere non inferiore alla corrente di impiego che scorre nel circuito), e al *potere d'interruzione* (tale da mettere in grado il dispositivo di poter intervenire tempestivamente e quindi bloccare la corrente di cortocircuito nel guasto più gravoso, ossia quello trifase ad inizio linea), *l'energia specifica passante*, ovvero l'energia per unità di resistenza che il dispositivo lascia passare durante il tempo di funzionamento.

Tale energia non deve mai superare il valore di energia termica massima ammissibile dai conduttori presenti nel circuito, pena il danneggiamento dei cavi, e dunque una drastica diminuzione della vita utile del cavo stesso.

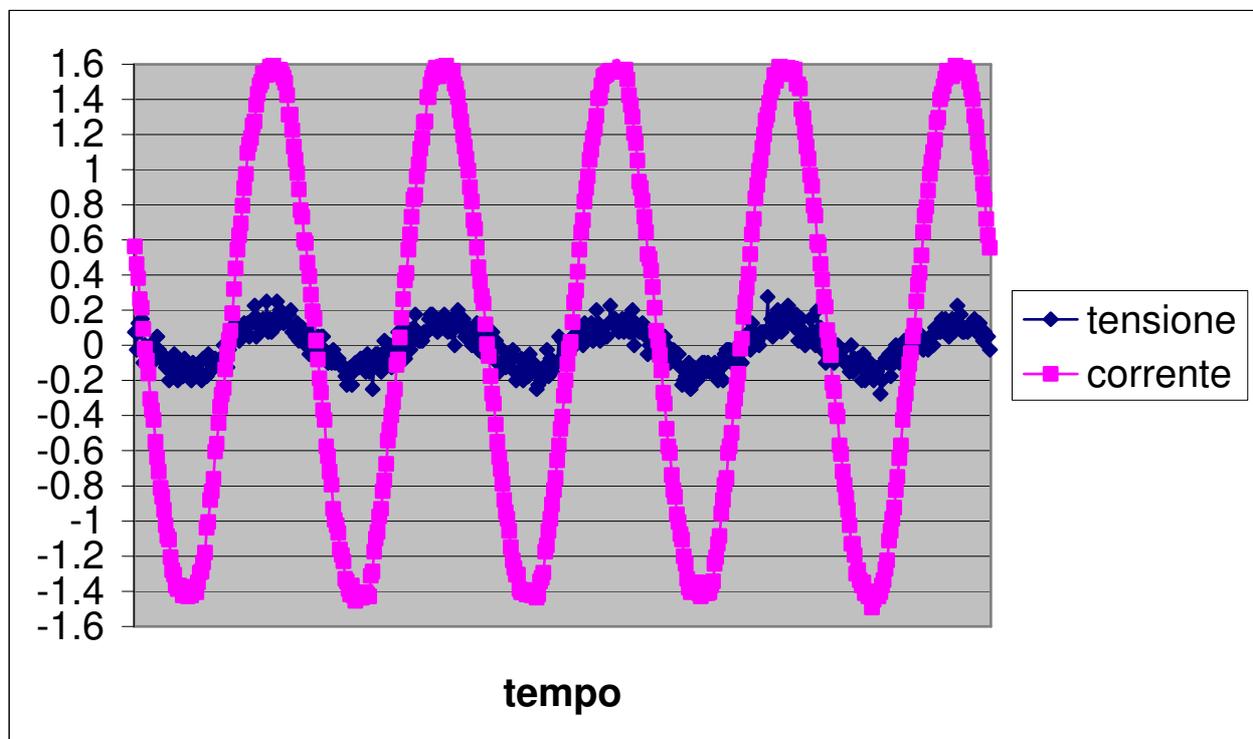
Detto ciò, vediamo nel dettaglio la prova di laboratorio.

Lo schema circuitale è quello presente qui sotto, con il fusibile presente allo scopo di

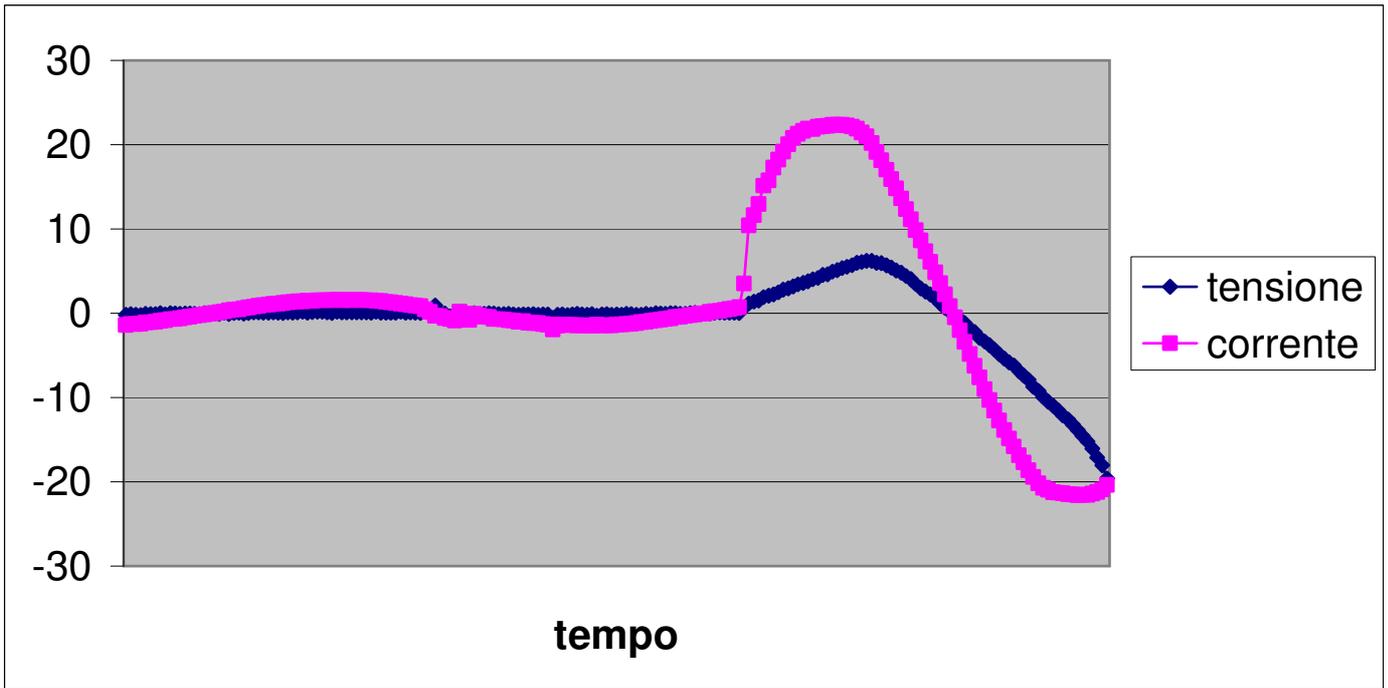


proteggere il carico, eventualmente modificabile con l'inserzione o meno dei carichi successivi in parallelo, attivabili tramite interruttori.

Consideriamo innanzitutto un fusibile da 2 A, e valutiamo la tensione e la corrente ai suoi capi: quest'ultima in condizioni di funzionamento nominale ha valore massimo di 1.6 A), come mostrato nel grafico sottostante.



Inserendo i carichi aggiuntivi in parallelo, vediamo la formazione della corrente di sovraccarico.



Dato il valore della corrente nominale, sopportata da questo tipo di fusibili, è piuttosto basso, non si riesce ad avvertire la caratteristica di limitazione di questi dispositivi nei confronti della corrente.

Il prelevamento dei valori di tensione e corrente, è effettuata tramite apposite sonde (il cui rapporto di trasduzione è tipicamente 10). Tali valori sono poi digitalizzati e analizzati da un particolare oscilloscopio, collegato ad un computer che fornisce i dati in uscita, di cui sotto vengono riportati alcuni valori:

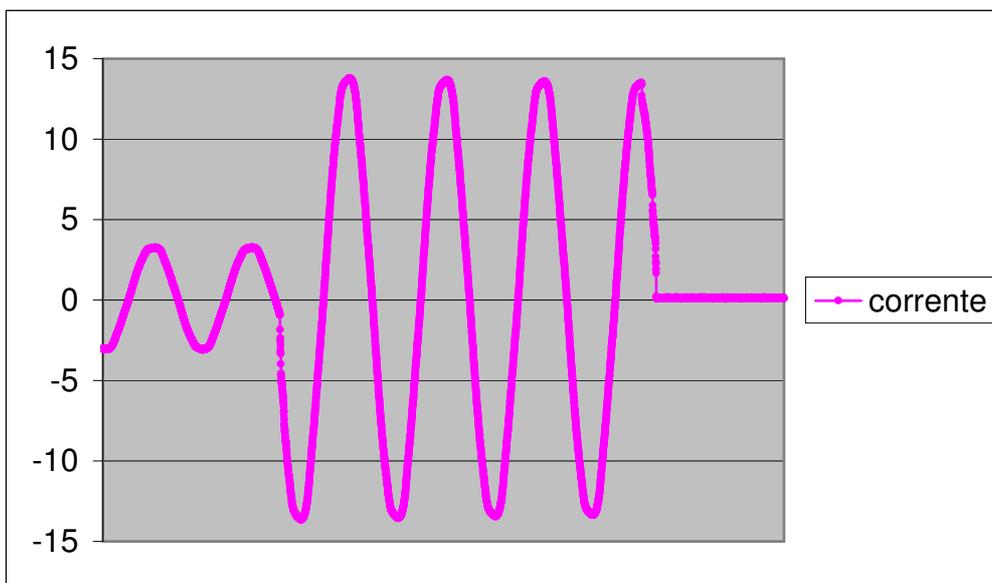
```
Nome dei canali:Tensione,,,Corrente,,,
Delta t (dt):0.000200
Numero canali:2
Sequenza tracce:1,4
ch1          ch4
-0.150       -1.000
-0.125       -0.962
-0.125       -1.138
-0.100       -1.169
-0.150       -1.169
-0.125       -1.288
-0.125       -1.362
-0.575       -1.931
-0.150       -1.481
-0.125       -1.369
-0.225       -1.388
-0.125       -1.381
-0.075       -1.413
-0.125       -1.456
-0.150       -1.413
-0.100       -1.475
-0.275       -1.369
-0.125       -1.456
-0.100       -1.419
-0.200       -1.413
-0.125       -1.362
-0.150       -1.319
-0.050       -1.288
-0.100       -1.231
-0.175       -1.163
-0.150       -1.056
-0.075       -1.013
-0.125       -0.900
0.000        -0.812
-0.025       -0.750
```

-0.075	-0.675
0.000	-0.606
0.000	-0.456
-0.050	-0.400
-0.075	-0.312
0.000	-0.225
0.050	-0.156
-0.050	-0.044
0.000	-0.019
0.000	0.144
0.050	0.250
0.100	0.294
0.050	0.406
0.050	0.494
0.050	0.594
0.025	0.712
0.650	3.537
1.175	10.413
1.400	11.656
1.525	12.962
1.925	15.144
2.075	15.788
2.250	17.294
2.500	18.244
2.800	19.169
2.950	20.038
3.200	20.794
3.425	21.300
3.600	21.656
3.800	21.881
4.025	21.875
4.200	22.100
4.550	22.194
4.650	22.225
4.950	22.362
5.125	22.369
5.375	22.369
5.525	22.275
5.725	22.131
6.000	21.881
6.075	21.462
6.200	20.987
6.225	20.187
6.000	19.163
5.975	18.150
5.675	17.031
5.425	15.937
5.075	14.812
4.825	13.613
4.425	12.381
4.075	11.125
3.475	9.837
2.975	8.637
2.575	7.363
2.250	6.106
1.775	4.869
1.175	3.569
0.625	2.225
0.175	0.837
-0.275	-0.488
-0.725	-2.031
-1.175	-3.406
-1.825	-4.838
-2.250	-6.238
-2.900	-7.588
-3.350	-9.000
-3.800	-10.288
-4.300	-11.538
-4.850	-12.700
-5.350	-13.837
-5.825	-14.856
-6.175	-15.806
-6.850	-16.831
-7.375	-17.694
-7.875	-18.600
-8.700	-19.431
-9.225	-20.187
-9.950	-20.681
-10.475	-20.937
-10.975	-21.225
-11.525	-21.306
-12.100	-21.362
-12.600	-21.462
-13.225	-21.506
-13.850	-21.569
-14.550	-21.556
-15.200	-21.531
-16.050	-21.375
-17.100	-21.212
-18.025	-20.900

-19.600	-20.388
-141.325	-12.369
-296.550	-0.044
-279.625	-0.013
-262.850	0.006
-245.500	-0.025
-228.050	0.006
-210.700	-0.025
-193.225	-0.031
-175.775	0.031
-158.000	-0.019
-139.675	0.038
-121.175	0.006
-102.475	-0.031
-84.300	0.019
-65.975	0.000
-47.550	-0.013
-28.100	0.006
-7.475	-0.013
12.600	-0.025
34.250	0.025
55.600	0.044
76.275	-0.019
96.825	-0.013
117.125	0.031
136.900	-0.006
155.850	0.019
173.825	-0.025
190.675	0.019
206.375	-0.019
221.225	-0.038
235.500	0.025
249.900	0.019
263.825	0.025
277.125	0.025
289.800	0.019
300.650	0.000
307.725	0.006
311.975	-0.019
315.125	0.000
317.000	0.013
318.675	-0.044
320.275	0.031
321.500	-0.019
322.325	0.019
322.775	0.006
322.525	-0.013

L'analisi prosegue andando questa volta a vedere il comportamento di fusibili con valori di corrente nominale più alti.

Come si vede nel grafico qui sotto è più evidente la distinzione tra le varie fasi del processo di interruzione del dispositivo, con una corrente di post - arco praticamente trascurabile rispetto a quella di normale funzionamento.



La prova è stata poi rivolta nei confronti dell'interruttore automatico: partendo dalle condizioni di normale funzionamento circuitale, con una corrente di 1 ampere, si è poi giunti ad una condizione di sovraccarico (corrente di 5.4 ampere), analizzando il comportamento del dispositivo 'a freddo' (1 solo intervento separato dai precedenti da un lasso di tempo sufficientemente lungo), e a 'caldo' (più interventi separati da un intervallo di tempo breve). Nel secondo caso, ovviamente, si sono riscontrati tempi di interruzione più rapidi.