



PROTECȚIA ELEMENTELOR INDUCTIVE ÎMPOTRIVA TENSIUNILOR INVERSE LA DECONNECTARE (II)

Titu-Florin COCIAN, Gheorghe SCHEAU, Mircea TELESU

THE PROTECTION OF INDUCTIVE ELEMENTS TO INVERSE TENSIONS AT TO DISCONNECT (II)

The paper presents the protection methods of inductive elements counter to inverse tensions at to disconnect

Keywords: release voltage, the diode protection by varistors and Zener diodes

Cuvinte cheie: tensiune inversă, protecție prin diode, prin varistoare și diode Zener

4. Calculul diodei de protecție

Un avantaj al acestei metode îl constituie și faptul că, în timpul conectării la rețea, prin rezistență nu va circula nici un curent, deci va fi evitat un consum inutil de energie.

Dacă notăm cu $r = R_p + R_d + R$, atunci fenomenele care au loc la decuplare în circuitul R_p, D, R, L , vor putea fi reprezentate prin ecuația [1]:

$$U_D + i_D r + L \frac{di_D}{dt} = 0 \quad (6)$$

a cărei soluție după rezolvare va fi dată de relația:

$$i_D = I_n - \frac{U_D}{r} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_r}} \right) \quad (7)$$

în care:

$T_r = \frac{L}{r}$ constanta de timp a circuitului, iar

U_D = tensiunea la bornele diodei

Așa cum rezultă din această expresie, odată cu mărirea valorii rezistențelor din circuit, procesul de scădere al curentului se prelungește în timp, ceea ce face ca în cazul folosirii protecției cu diodă și rezistență, timpul necesar pentru procesul tranzitoriu de decuplare să fie mai mare decât în alte cazuri.

În cazul cuplajelor de puteri mici, se poate renunța complet la rezistența R_p .

Calculul efectiv al circuitului de protecție se face rezolvând grafic sau analitic sistemul de ecuații format din ecuația (6):

$$U_D + i_D r + L \frac{di_D}{dt} = 0$$

și relația:

$$i_D = I_R \left(e^{\frac{U_D}{E_T}} - 1 \right) \quad (8)$$

în care:

I_R = curentul rezidual al diodei

$E_T = K_B \cdot \theta_a / e$ – tensiunea termică

θ_a = temperatura absolută

$K_B = 8,62 \cdot 10^{-5}$ (eV/K) – constanta lui Bolzman

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ (C) – sarcina electronului

Ecuția (8) reprezintă caracteristica statică a diodei. Valoarea rezistenței de protecție R_p se calculează din condiția ca tensiunea maximă să nu depășească tensiunea admisibilă pe contact:

$$U_n + I_n (R_p + R_D) \leq U_a \quad (9)$$

din care:

$$R_p = \frac{U_a - U_n}{I_n} - R_D$$

Timpul de declanșare se consideră a fi egal cu $t_{dn} \cong 3T$ fiind, din acest punct de vedere, varianta cea mai defavorabilă, ca și varianta cu condensator.

Caracteristic acestei variante este însă faptul că, tensiunea inversă este nulă în momentul deconectării, astfel încât din punct de vedere al protecției bobinei constituie varianta optimă. În aceste condiții contactele întrerupătorului K, nu sunt solicitate decât de tensiunea nominală U_n .

5. Protecția prin varistoare

În ultimul timp se folosesc pentru circuitele de protecție rezistențele cu caracteristică neliniară, denumite varistoare. Acestea se conectează în paralel cu cuplajul, singure sau în serie cu o diodă (figura 4 a și b).

Varistoarele se caracterizează prin rezistența electrică care este dependentă de tensiunea aplicată. La tensiuni mari rezistența este mică, însă crește odată cu scăderea tensiunii.

Sunt sigure în funcționare și destul de ieftine, asigurând timpi de decuplare mai scurți la tensiuni de decuplare egale, decât circuitele $R_p - D$, descrise mai înainte.

Deoarece, nu sunt limitate pentru o anumită putere de disipare și pentru a reduce curenții de descărcare, se recomandă montajul lor cu diodă.

Calculul timpului de declanșare se poate face cu relația [1]:

$$t_{dn} = \frac{T}{1-\beta} \ln \left(1 + \frac{U_n}{c \cdot I_n^\beta} \right) \quad (10)$$

iar a tensiunii care apare la contactele întrerupătorului:

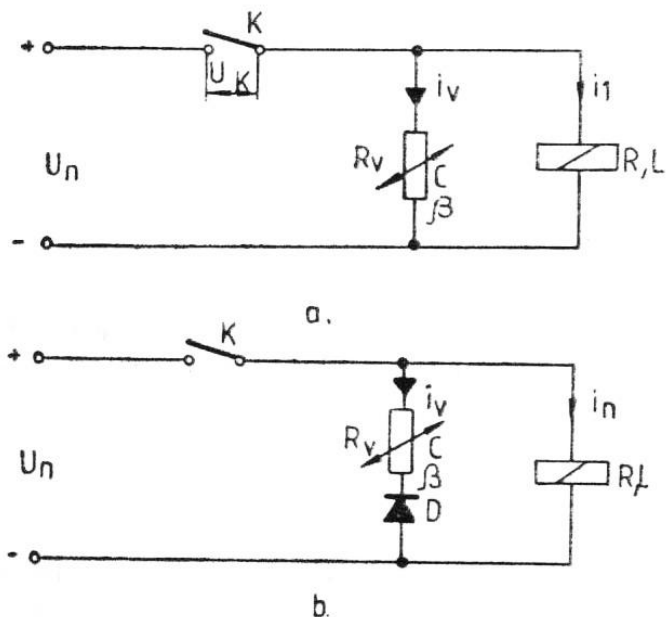


Fig. 4 Variante de protecție prin varistoare a bobinei cuplajelor electromagnetice la deconectare [1]

$$U_k = U_n \left(1 + \frac{c \cdot I_n^\beta}{U_n} \right), \quad (11)$$

în care, c și β sunt mărimi caracteristice tipului de variator ales prin care se determină variația rezistenței în funcție de tensiune.

Tensiunea inversă la bornele bobinei în momentul deconectării este dată de relația:

$$U_{inv} = -c I_n^\beta \quad (12)$$

În figura 5 se prezintă curbele de variație ale tensiunii și curentului, în cazul unui varistor montat în paralel cu bobina unui cuplaj. Timpul de declanșare, raportat la constanta de timp a cuplajului, în cazul utilizării numai a varistorului singur, poate atinge valorile

$t_{dn}/T = 0,25 - 0,7$, iar când se utilizează și o diodă în serie
 $t_{dn}/T = 0,25 - 1,4$ în funcție de caracteristicile varistorului și ale diodei.

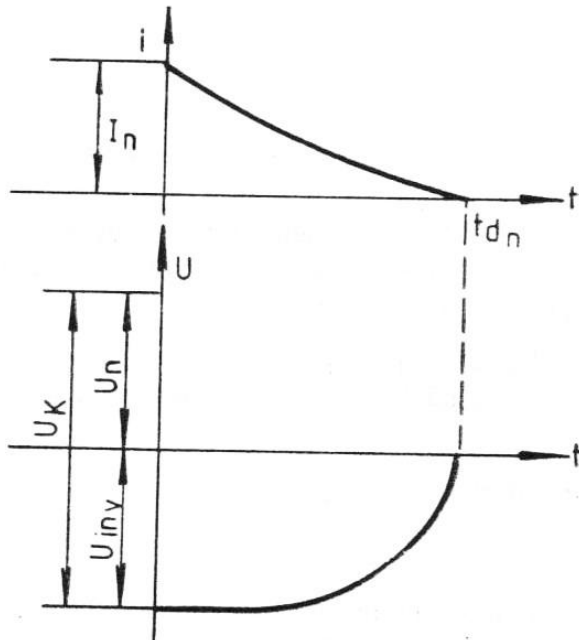


Fig. 5 Intensitatea de curent și tensiunea la deconectare în cazul protecției prin varistoare a bobinei cuplajelor electromagnetice [1]

De asemenea tensiunea inversă la bornele cuplajului pentru varistorul singur, poate fi cuprinsă între $(5 \div 1,5)U_n$, iar cu o diodă în serie $(5 \div 0,5)U_n$.

6. Protecția prin diode Zener

Rezultate foarte bune se obțin și în cazul folosirii în circuitele de protecție a diodelor Zener.

Deosebim în practică două posibilități de realizare a protecției:

- (i) Diodă redresoare, diodă Zener și rezistență de protecție în serie (D, DZ, R_p) .

(ii) Diodă redresoare și diodă Zener (D,DZ).

Conectarea unei rezistențe de protecție R_p servește pentru accelerarea procesului de stingere iar dioda redresoare D, pentru a împiedeca trecerea unui curent prin circuitul de protecție în starea cuplată de tensiune.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cașin, C., *Cuplaje electromagnetice în construcția de mașini*. I.P. Sibiu, 1990.

Ing. Titu Florin COCIAN
Fabrica de Arme Cugir
Ing. Gheorghe SCHEAU
S.C. Uzina Mecanică Cugir, membru AGIR
Ing. Mircea TELESCU
S.C. Uzina Mecanică Cugir, membru AGIR