



A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,  
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",  
SEBEȘ, 2011

## PROTECȚIA ELEMENTELOR INDUCTIVE ÎMPOTRIVA TENSIUNILOR INVERSE LA DECONECTARE (III)

Titu-Florin COCIAN, Gheorghe SCHEAU, Mircea TELESCU

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

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

#### 7. Posibilități de realizare a protecției prin dioda Zener

În cazul în care se pot realiza valori pentru  $\frac{U_{Z0}}{U_n} > 3$ , se poate renunța la rezistența de protecție  $R_p$ , folosind numai o diodă redresoare în serie cu dioda Zener.

În figura 7, sunt redate variația tensiunii și a intensității de curent prin circuit în cele două cazuri „a” și „b” amintite mai sus.

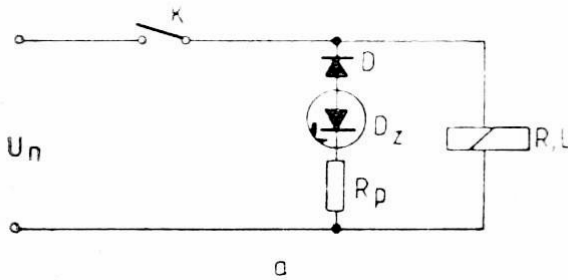
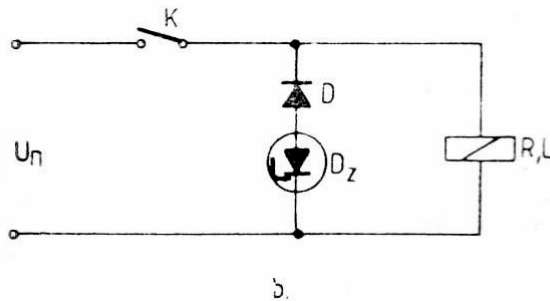


Fig. 6

Posibilitate de realizare a protecției prin dioda Zener a bobinei cuplajelor electromagnetice la deconectare [1]



Tensiunea inversă la bornele cuplajului imediat după deconectare poate fi determinată în cazul montajului din figura 6 a, cu relația:

$$U_{inv} = -U_n \left( \frac{r}{R} + \frac{U_{Z0}}{U_n} \right) \quad (13)$$

iar tensiunea maximă aplicată contactelor întrerupătorului:

$$U_k = U_n \left( 1 + \frac{r}{R} + \frac{U_{Z0}}{U_n} \right) \quad (14)$$

în care  $r = R_p + R_z + R_D$ , rezistența totală a elementelor din circuitul de protecție,  $U_{Z0}$  și  $R_z$  – tensiunea, respectiv rezistența Zener.

Timpul de declanșare poate fi calculat din expresia:

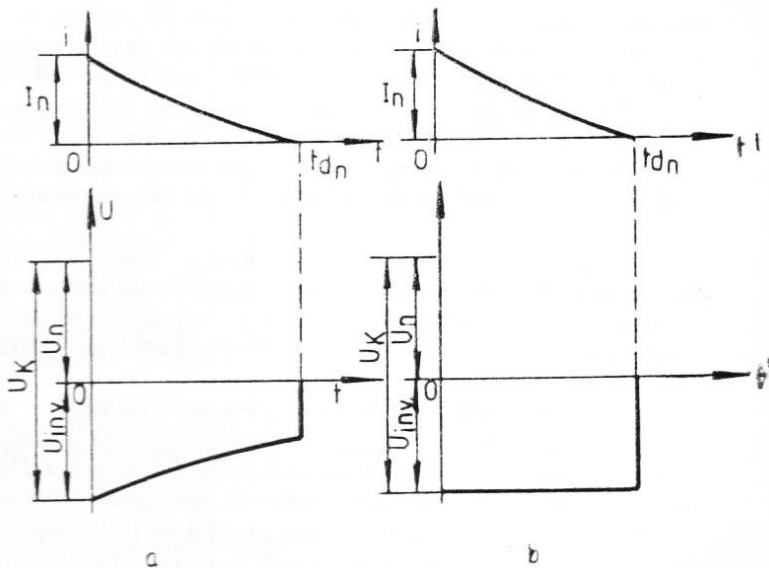


Fig. 7 Intensitatea de curent și tensiunea la deconectare, în cazul protecției prin diode Zener a bobinei cuplajelor electromagnetice [1]

$$t_{dn} = \frac{T}{1 + \frac{r}{R}} \ln \left( 1 + \frac{1 + \frac{r}{R}}{\frac{U_{Z0}}{U_n}} \right) \quad (15)$$

În cazul variantei „b” când lipsește rezistența  $R_p$ , valorile sunt următoarele:

$$U_{inv} = -U_{Z0} \quad (16)$$

$$U_k = U_n \left( 1 + \frac{U_{Z0}}{U_n} \right) \quad (17)$$

$$t_{dn} = T \ln \left( 1 + \frac{U_n}{U_{Z0}} \right) \quad (18)$$

Prin utilizarea acestor două tipuri de circuite de protecție, se pot obține valori ale timpilor de declanșare raportate la constanta de

timp a cuplajului de  $t_{dn}/T = (0,2 \div 1,1)$  iar tensiunea inversă la bornele cuplajului  $U_{inv}$  în limitele  $(5 \div 1)U_n$ .

## **8. Recomandări în legătură cu alegerea schemelor de protecție**

Desigur că, alegerea schemelor de protecție a cuplajelor și frânelor electromagnetice, constituie o problemă importantă și în această direcție se pot da unele recomandări rezultate din practică:

1. În cazul când valoarea timpului de declanșare al cuplajului sau frânei electromagnetice, nu interesează în mod deosebit și în special pentru cuplaje de mărime mică, se recomandă să se folosească montajul cu diodă redresoare fără rezistență de protecție. Această soluție este cea mai economică din punct de vedere al prețului de cost, evitând aproape complet apariția tensiunilor inverse la deconectare.

2. Dacă problema mărimii timpului de declanșare este importantă pentru precizia comenzilor, de exemplu în cazul sistemelor de poziționare, ar fi recomandabil să se folosească soluția cu diode Zener, bineînțeles dacă nu există impedimente din punct de vedere al prețului de cost. Dacă această problemă a prețului de cost constituie un impediment, atunci se poate alege soluția cu varistori sau circuitul R – C.

3. Folosirea rezistențelor de protecție, trebuie limitată la situațiile când nu prezintă importanță nici timpul de declanșare și nici tensiunile de comutare. În cazurile când se propune alegerea unui montaj  $R_p - D$  (rezistență de protecție + diodă), se recomandă să se analizeze în prealabil posibilitatea folosirii unei scheme cu varistori, deoarece sunt mai ieftini și prezintă calități de protecție superioare montajelor R – D.

Pentru a permite o apreciere a eficacității tuturor schemelor prezentate până acum, în figura 8 se prezintă caracteristicile  $t_{dn}/3T = f(U_k/U_n)$  și  $(U_{inv}/U_n)$  pentru diferite variante de circuite de protecție, aplicate unui cuplaj KLD 2,5, de fabricație RDG. S-a ales raportul  $t_{dn}/3T$  pentru a permite raportarea eficienței fiecărei scheme la soluția de referință cu diodă singură, pentru care  $t_{dn} \cong 3T$  [1].

Din analiza acestei diagrame, rezultă că, la alegerea unei soluții se va porni de la elementul care preponderează ca importanță. Dacă, reducerea timpului de declanșare este mai importantă, atunci se admit tensiuni inverse mai mari. Dacă, din contră, prezintă importanță

tensiunea de comutare, atunci pentru aceeași variantă aleasă, rezultă timpi mai mari.

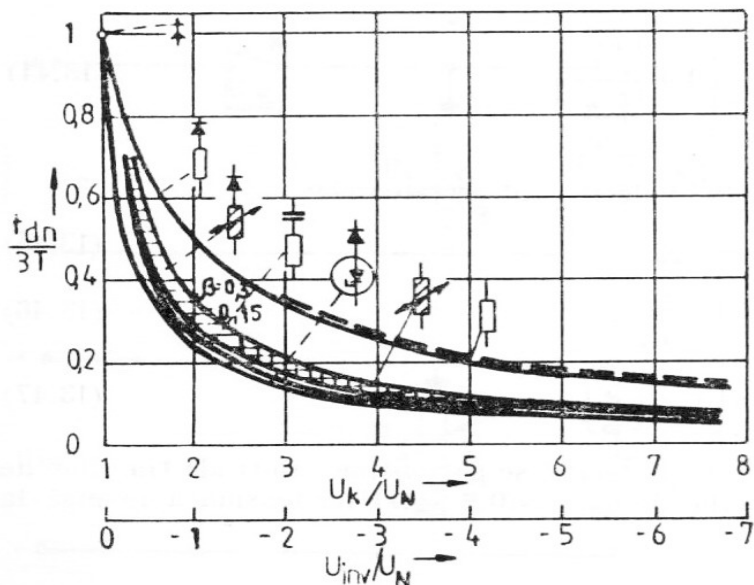


Fig. 8 Influența diferitelor tipuri de protecție asupra timpului de declanșare a tensiunii de comutație și tensiunii inverse

Soluția optimă se alege pentru fiecare caz în parte, prin analizarea celor două mărimi,  $t_{dn}$  și  $U_{inv}$ , în funcție de care se alege zona din diagramă și apoi soluția. Se observă în diagramă că, în zona tensiunilor inverse mari, diferențierea în ceea ce privește timpii de decuplare între soluții, nu este atât de sensibilă ca în zona tensiunilor reduce (sub  $3U_n$ ).

Alegerea tipului de circuit de protecție are importanță nu numai pentru reducerea timpului de declanșare, dar și pentru reducerea dispersiei acestor timpi, lucru deosebit de important pentru sistemele de poziționare.

În figura 9 sunt date valorile medii ale timpilor de declanșare, precum și mărimea dispersiei acestor timpi, pentru diferite tipuri de circuite de protecție aplicate unui cuplaj de 10 daNm nestrăbătut de flux magnetic.

Și de data aceasta se confirmă că, timpii cei mai mici de declanșare se obțin în cazul când nu se utilizează niciun circuit de protecție (respectiv  $R_p = \infty$ ).

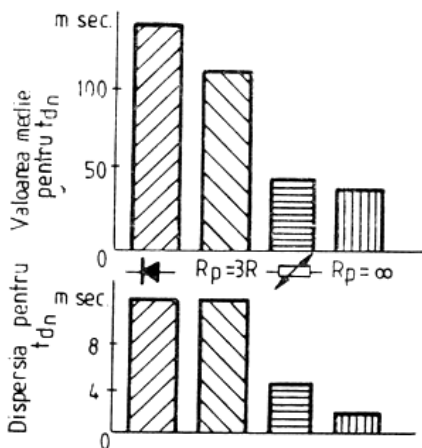


Fig. 9

Valorile medii ale timpilor de declanșare și dispersia acestora pentru diferite tipuri de circuite de protecție la deconectare

De asemenea, se constată că, cea mai defavorabilă soluție din punct de vedere al timpului de declanșare o constituie circuitul de protecție cu diodă, iar cea mai favorabilă este soluția cu varistor.

Aceleași observații sunt valabile și în ceea ce privește mărimea timpilor de dispersie. De remarcat este faptul că toate încercările s-au făcut utilizând ca mijloc de întrerupere a circuitului, un releu în vid, ceea ce a permis ca la declanșare să nu apară scânteii, care ar putea influența măsurătorile.

### 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