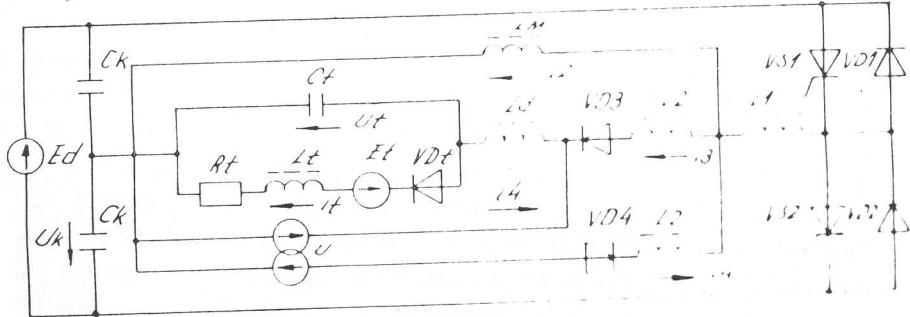


КОМПЛЕКСЕН КИЛИЧЕН СЪСТАВ СИГНАЛНО-УПРАВЛЕНИЕ
ТИСТОРЕН УСИЛИТЕЛ ВЪВ ВИДА

ЛАБОРАТОРИЯ СРЕДСТВА

СЪСТАВИ

Новишаването на степента на автотрансформатори във фирмите производство засилва тенденцията за използване на тиристорни токоизправители с нови токоизточници, състоящи се от тиристорен резонансен инвертор и полумостов изправител[1]. Силното влияние на заваръчната дъга върху действието на токоизточника иригиса инверторът, изправителят и товарът да се разделят като един система, чиято еквивалентна заместваща схема е показвана на фиг.1.



Фиг.1

Известно е, че за работата на вентилите VS_1, VS_2, VD_1 и VD_2 е в сила едно от следните твърдения: в проводящо състояние е само един вентил; всички вентили са в непроводящо състояние[1]. Състоянието на електрическата верига, обобщено за работните етапи на вентилите, се описва от единната СДУ:

$$\begin{aligned}
 p_{12} &= \frac{F_1.F_2.Ed - F_2.U_k - F_2.L_1.p_{133} + F_2.L_1.p_{144}}{L_M(1 + L_1^*)} \\
 p_{13} &= \frac{F_1.F_2.Ed - F_2.U_k - A.U_t + F_2.B.p_{144}}{F_2.L_1 + L_2.A + (2 - F_2)A.} \quad (1) \\
 p_{14} &= \frac{-F_1.F_2.Ed + F_2.U_k - A.U_t + F_2.B.p_{133}}{F_2.L_1 + L_2.A + (2 - F_2)A.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_{lt} &= \frac{U_t - E_t - R_t \cdot I_t}{L_t} \\
 p_{uk} &= \frac{F_2(13 - 14 + 12)}{2 \cdot C_k} \\
 p_{ut} &= \frac{13 + 14 - 1t}{C_t}
 \end{aligned} \tag{1}$$

където: L_1^* = L_1/L_m ; $A = 1 + F_2 \cdot L_1^*$; $B = L_1 - L_d(1 + L_1^*)$; $F_1 = 1$ при проводящ вентил от групата $VS_1 - VD_1$; $F_1 = 0$ при проводящ вентил от групата $VS_2 - VD_2$; $F_2 = 1$ при проводящ вентил от групите $VS_1 - VD_1$ и $VS_2 - VD_2$; $F_2 = 0$ при непроводящи вентили; p_{I44} (p_{I33}) = $p_{I4}(p_{I3})$ при $I_4(I_3) > 0$; $p_{I44}(p_{I33}) = 0$ при $I_4(I_3) = 0$.

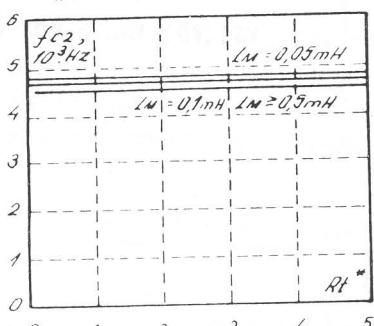
При изследването на работните режими на токоизточника е целостоожно да се използва информацията, заложена в единното описание (1). Помощством стандартната програма за обработка на матрици "IC - MATLAB" са оценени корсните на характеристичното уравнение на СДУ (1) при предположение, че инверторният ток е непрекъснат, а в изходния изправител е установен режим с/без взаимна комутация. Проведеният анализ на собствените решения за интервала на взаимна комутация показва, че при стойности на намагнитващата индуктивност L_m , превишаващи граничната стойност 0,5 мH (фиг. 2), серийната резонансна верига на системата се идентифицира с верига [2], собствената честота и характеристичното съпротивление на която се определят от съотношенията

$$f_{c2} = 1/2 \cdot \pi \sqrt{L_k \cdot 2 \cdot C_k} \tag{2}$$

$$\rho = \sqrt{L_k / 2 \cdot C_k}, \tag{3}$$

където: $L_k = (2 \cdot L_1 + L_2) / 2$ – комутираща индуктивност.

За останалите схемни параметри са приети следните стойности: $L_1 = L_2 = L_d = 70 \text{ mH}$; $C_k = 6 \mu\text{F}$; $L_t = 300 \text{ mH}$;

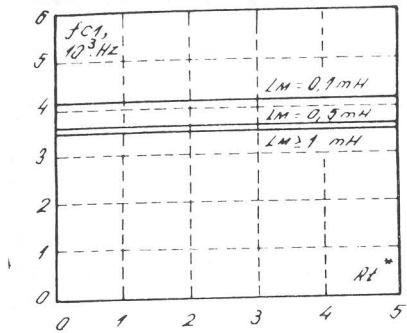


Фиг. 2

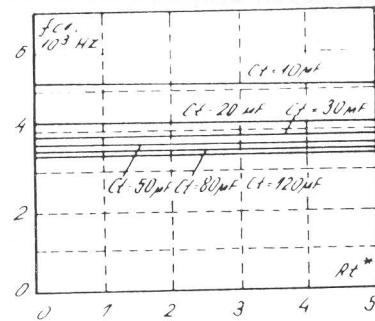
$$C_t = 80 \mu\text{F}; R_t^* = R_t / \rho = 0 - 5.$$

От проведения анализ на собствените решения на СДУ, описващи поведението на системата в режим без взаимна комутация на

вентилите $VD3$ и $VD4$, се установява, че при стойности на схемните параметри L_m и C_t , превишаващи граничните стойности $0,5\mu H$ и $50\mu F$ (фиг.3, фиг.4), резонансната верига на системата се идентифицира



Фиг.3



Фиг.4

с верига, чиято собствена честота не зависи от товара и се определя от съотношението

$$f_{c1} = 1/2 \cdot \pi \sqrt{(L_1 + L_d) \cdot 2 \cdot C_k} . \quad (5)$$

От литературата е известно, че максималната управляваща честота за този клас схеми не трябва да надвишава границата от 5000 Hz. Същевременно, ако от практически съображения се приеме минимална управляваща честота 500 Hz и се вземе в предвид известното от литературата съотношение между управляващата и собствената честота, то посредством уравненията (2) и (5) се съставя следната система от неравенства

$$\begin{cases} 10^3 \leq A/2 \cdot \pi \sqrt{L_k \cdot 2 \cdot C_k} \\ 10^4 \geq A/2 \cdot \pi \sqrt{L_k \cdot 2 \cdot C_k} , \end{cases} \quad (6)$$

където: $A = 1/\sqrt{4/3 + (L_d/L) \cdot 2/3}$ при режим без взаимна комутация на вентилите $VD3$ и $VD4$; $A = 1$ при режим на к.с.

Предварителният анализ на външната характеристика (фиг.6) показва, че за заваръчния ток, установлен в режим на к.с., е в сила съотношението

$$I_t = E_d / 2 \cdot \rho \cdot k_f , \quad (7)$$

където: k_f - кофициент, отчитащ зависимостта на съпротивлението на резонансния контур от честотата на управлението.

За анализираната система напрежението на токозахрънващия източник, аналогично на управляващата честота, може да се разглеж-

да като независима входна величина, чиято максимална стойност практически е ограничена от стойността на напрежението, което се получава при захранване от стандартна мрежа посредством трифазен мостов изправител. Ако от практически съображения се приеме, че заваръчният ток е ограничен в диапазона от 50 A до 500 A, то посредством (3) и (7) може да се формира следната система от неравенства:

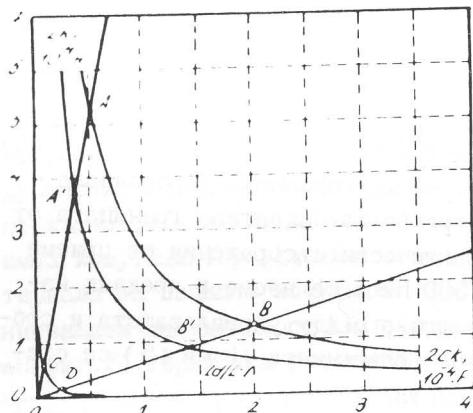
$$\begin{aligned} 0,8 &= \sqrt{L_k/2 \cdot C_k} \\ 3,3 &= \sqrt{L_k/2 \cdot C_k} \end{aligned} \quad (8)$$

Допустимите стойности на параметрите L_k и C_k се определят от съвместното решение на съотношенията (6) и (8) и са изцяло

разположени в областта $AB'C'D'$ (фиг. 5). Допустимата област за изменение на параметрите L_t и C_t се дефинира посредством съотношението:

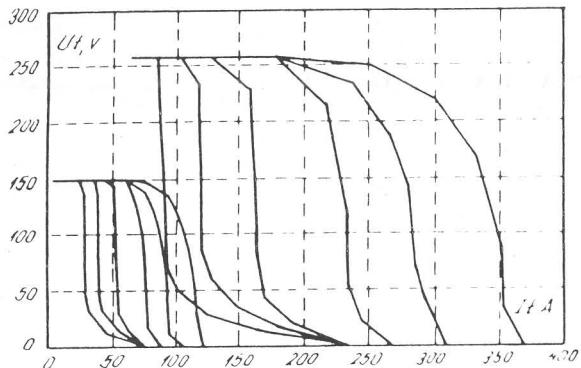
$$1/\omega \cdot \pi \sqrt{L_t \cdot C_t} = 0,2 \cdot f_c 2 (9)$$

При търсенето на обобщени и независещи от стойността на параметрите и входните въздействия съотношения е възприет подходът, при който изчисленията за два комплекта параметри и независими входни въздействия функционални характеристики

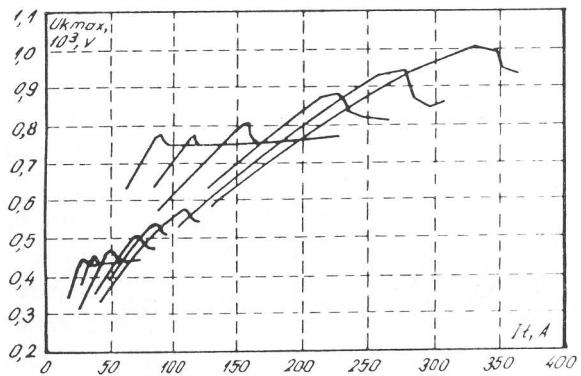


Фиг. 5

(влияние, мощността, максимално напрежение на комутиращите кондензатори във функция от заваръчния ток) се привеждат към единна система от характеристики посредством нормирани величини на системата ρ, f_{d1} и f_{c2} . Резултатите от изследването на функционалните характеристики на системата за целия диапазон от заваръчни токове са показани на фиг. 5, ил. 6, 7 и 8. Изследването е дадено, след като са извършени изследвания от областта $AB'C'D'$ точки, на които са получени следните два комплекта от схемни параметри, които са дадени в следните две групи функционални



Фиг.6



Фиг.7

областта $AB'C'D'$ с координати L_k и $\omega_{ск}$.

2. Избира се произволна стойност на постоянното захранващо напрежение E_d .

3. Избира се съвкупност от управляващи честоти.

4. Избира се съвкупност от стойности на съотношението между постояннотоковата индуктивност L_d и комутиращата индуктивност на инвертора.

5. Задава се от потребителя стойността на постояннотоковата индуктивност L_t .

6. Изчислява се съвкупността от стойности на каладитета C_t .

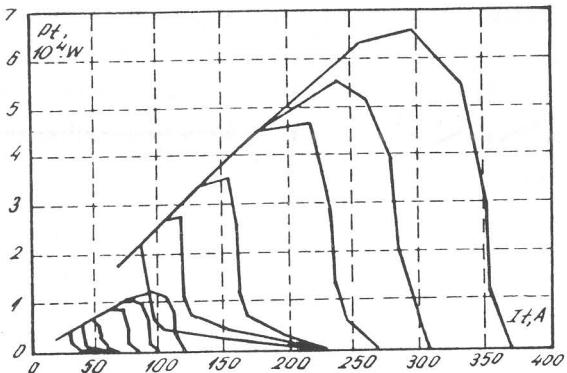
7. Провежда се изследване на функционалните характеристики.

Получените в резултат на изследването и нормирането обобщен-

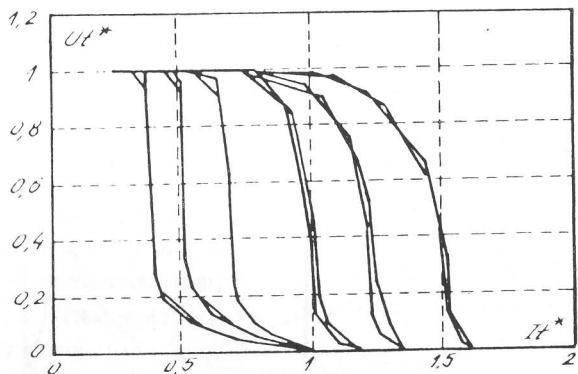
характеристики са сходни в качествено отношение, но съдържат подходящо нормиране те стават идентични. Получените по този начин обобщени външни характеристики са показвани на фиг.9.

Анализът на резултатите от изследването и нормирането на функционалните характеристики позволява да се предложи следният подход за единно описание на съществуващите в проекта връзки и закономерности:

1. Избира се произвольна точка от



Фиг.8



Фиг.9

циентите f_y/f_{c2} , Rt/ρ и $2.Ut/Ed$; изчисление на нормиращите величини f_{c2}, ρ и $Ed/2$; изчисление на параметрите L_k, C_k и C_t посредством съотношенията (2), (3) и (9).

Литература

1. Борисов Ъ.Н., йеков И.Б., Томков Г.И., Моделиране и изследване на електрическия режим на системата резонансен инвертор - изходен изправител - обобщен товар, ЕТ 90, Дами.

2. Томков Г.И., Борисов Ъ.Н., йеков И.Б., Моделиране и изследване на влиянието на собствените процеси върху статичните характеристики на системата резонансен инвертор - полумостов изправител - обобщен товар, ЕТ 94, Созопол.

ни функционални характеристики могат да се считат за напълно представителни и за други произволни комбинации от параметри и въздействуващи величини. При проектирането на системата обобщените функционални характеристики изпълняват функцията на комплексен критерий за оценка на основните системни параметри и въздействуващи величини. Задачата на синтеза се решава чрез провеждането на обратна процедура, включваща следните етапи: определяне стойността на кофи-