

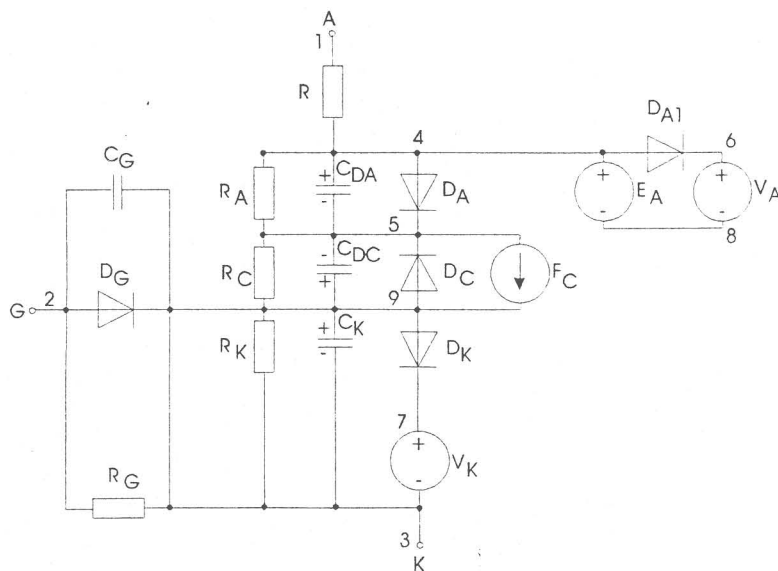
ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ТИРИСТОРЕН МОДЕЛ

зл.ас.инж. Пеша Данева Петрова - ТУ - Габрово

Abstract: An approach of obtaining the values of thyristor model parameters is presented. The parameters are extracted using only data sheet information. A program for their computing is realized. Computer - aided simulations of electronic circuits are performed.

Един от основните проблеми при изследване на тиристорни схеми е свързан с необходимостта от познаване на стойностите на параметрите на моделите на тиристорите. При работа със системите за автоматизация на проектирането на електронни схеми численото моделиране се явява основен етап.

Подходящ за работа със системите Design Center [1] и Electronics Workbench [2] е представеният на фиг. 1 модел на тиристор [3].



Фиг. 1

Каталожните данни, необходими за определяне на параметрите на еквивалентната схема, са систематизирани в таблица 1.

Таблица 1

N	Каталожен параметър	Значение	Забележка
1.	U_{DRM}	Повтарящо се импулсно право напрежение в запушено състояние	-
2.	U_{RRM}	Повтарящо се импулсно обратно напрежение в запушено състояние	-
3.	I_T	Средна стойност на тока в отпушено състояние	-
4.	I_{TM}	Импулсен ток в отпушено състояние	-
5.	$U_T(I_{TM})$	Напрежение в отпушено състояние за ток I_{TM}	$0.85 U_{DRM}$
6.	$U_T(0.1I_{TM})$	Напрежение в отпушено състояние за ток $0.1I_{TM}$	$0.2 U_{DRM}$
7.	U_{GRM}	Повтарящо се импулсно обратно напрежение върху управляващия електрод	-
8.	I_{GT}	Минимална стойност на отпушващия ток	От стотици mA до (1 - 2) A
9.	I_H	Ток на удържане	-
10.	U_H	Напрежение на удържане	1 V
11.	U_{GT}	Минимално отпушващо напрежение	(1 - 10) V
12.	dU_G/dt	Критична скорост на нарастване на анодното напрежение	V/ μ s
13.	t_q	Време за изключване	-
14.	R_{GS}	Съпротивление в управляващата верига	-
15.	dU_G/dt	Скорост на нарастване на анодното напрежение за време t_q	За тиристорни за схеми на регулатори - 25 V/ μ s, за инвертори - 200 V/ μ s
16.	t_d	Време за задържане	1 μ s

Моделните параметри се пресмятат по зависимостите [3]:

1. Съпротивления

$$R_A = 1.10^5 \Omega . \quad (1)$$

$$R_C = 1.10^{10} \Omega . \quad (2)$$

$$R = \frac{U_T(I_{TM}) - U_T(0.1I_{TM})}{0.9I_{TM}} . \quad (3)$$

$$R_K = 0.75/I_{GT} , \quad (4)$$

където $I_{GT} \leq 0.95I_H$.

2. Коефициенти на предаване по ток

$$\alpha_K = 1 . \quad (5)$$

$$\alpha_A = \begin{cases} (I_{GT} + 0.01\text{mA})/I_H & \text{за } I_{GT} \leq 0.95I_H, \\ 0.95 & \text{за } I_{GT} > 0.95I_H. \end{cases} \quad (6)$$

3. Обратни токове на насищане

$$I_{SA} = I_H e^{-\frac{0.75}{\varphi_A}}. \quad (7)$$

$$I_{SC} = 1.10^{-5} e^{\frac{U_H - 1.5}{\varphi_C}}. \quad (8)$$

$$I_{SK} = |I_H - I_{GT}| e^{-\frac{0.75}{\varphi_K}}. \quad (9)$$

4. Капацитет C_K

- тиристор с неусилващ гейт

$$C_K = \frac{-0.8 t_d}{\frac{R_{GS} R_K}{R_{GS} + R_K} \ln \left(1 - \frac{0.78}{U_G} \cdot \frac{R_{GS} + R_K}{R_K} \right)}. \quad (10)$$

- тиристор с усилващ гейт

$$C_K = \frac{(1/R_K + 1/R_G + 1/R_{GS}) \cdot t_d}{\ln(1 - 0.75/U_{CK})}, \quad (11)$$

където:

$$U_{CK} = \frac{\left[U_G - 0.75 \left(1 + \frac{R_{GS}}{R_G} \right) \right]}{\left(1 + \frac{R_{GS}}{R_G} + \frac{R_{GS}}{R_K} \right)}.$$

6. Барьерни капацитети при нулеви напрежения на преходите

- капацитет на колекторния преход

$$C_{TCO} = 0.45 \left(\frac{0.75 C_K}{\sqrt{U_{DRM}}} + \frac{3.16 \sqrt{U_{DRM}} \cdot I_{GT}}{dU_S / dt} \right), \quad (12)$$

- капацитет на анодния преход

$$C_{TAO} \geq C_K. \quad (13)$$

7. Времеконстанти

- времеконстанта на анодния преход

$$\tau_A = \left(\varphi_A R_{GS} / (U_G - 0.75) \right) \left[C_{TAO} / 0.25 - \varphi_A \left[\ln \frac{U_G - 0.75}{\alpha_A R_{GS} I_H} \right]^{1/2} \right]. \quad (14)$$

- *Времеконстанта на колекторния преход*

За пресмятане на времеконстантата τ_c се използват т.н. τ_c - графики [3] и зависимостта

$$\tau_c \cdot e^{-tq/\tau_c} = \frac{1}{\alpha_A I_T} \left(\frac{0.75 U_{DRM}}{R_K (dU_\tau / dt)} + 0.75 C_K - \left| C_{TCO} \sqrt{U_{DRM}} \right| \right). \quad (15)$$

8. Обратни пробивни напрежения

- *за анодния преход*

$$BU_A = U_{RRM}. \quad (16)$$

Ако U_{RRM} не е зададено, то $BU_A = U_{DRM}$.

- *за колекторния преход*

$$BU_C = U_{DRM}. \quad (17)$$

- *за катодния преход*

$$BU_K = U_{GRM}. \quad (18)$$

Ако U_{GRM} не е зададено, то $BU_K = 5V$, а за бързодействащи тиристоры $BU_K = 1V$.

9. Допълнителни параметри за тиристори с усилващ гейт

- *обратен ток на насищане на диода D_G*

$$I_{SDG} = 3E-14A.$$

- *съпротивление R_G*

$$R_G = \begin{cases} \frac{1,5}{I_{GT} - 0,95I_H}, & I_{GT} > I_H \\ \infty, & I_{GT} < I_H. \end{cases} \quad (19)$$

- *капацитет C_G*

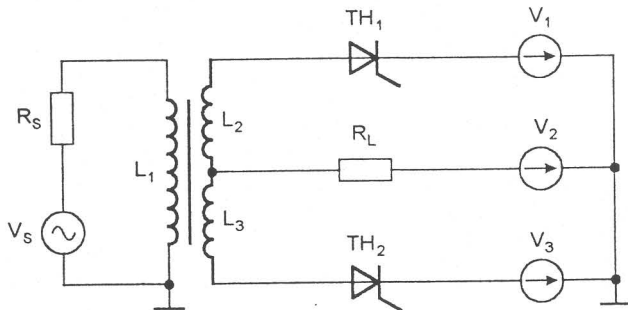
$$C_G \leq 0.1C_K. \quad (20)$$

На базата на представените зависимости и в съответствие с особеностите на интегрираните среди Electronics Workbench е разработен програмен модул, чрез който се пресмятат моделните параметри на еквивалентната схема на тиристора. Модулът работи с каталожни данни, които се въвеждат от файл или от клавиатурата.

С пресметнатите моделни параметри се формират четири вида файлове:

1. **Файл с разширение .DSH** - съдържа каталожните данни.
2. **Файл с разширение .TO#** - съдържа само стойностите на моделните параметри без допълнителна информация за тях. Последният символ е число, което идентифицира варианта на модела.
3. **Файл с разширение .MPR** - в него се записват моделните параметри със стойности и пояснения.
4. **Файл с разширение .CIR** - явява се готов модул за работа със системи за автоматизирано проектиране.

С реализирания програмен модул са пресметнати моделните параметри на тиристори и са заредени във файлове за симулация на преобразователни схеми. Резултати от симулацията за еднофазен двуполупериоден токоизправител (фиг. 2) са представени на фиг. 3 и фиг. 4.



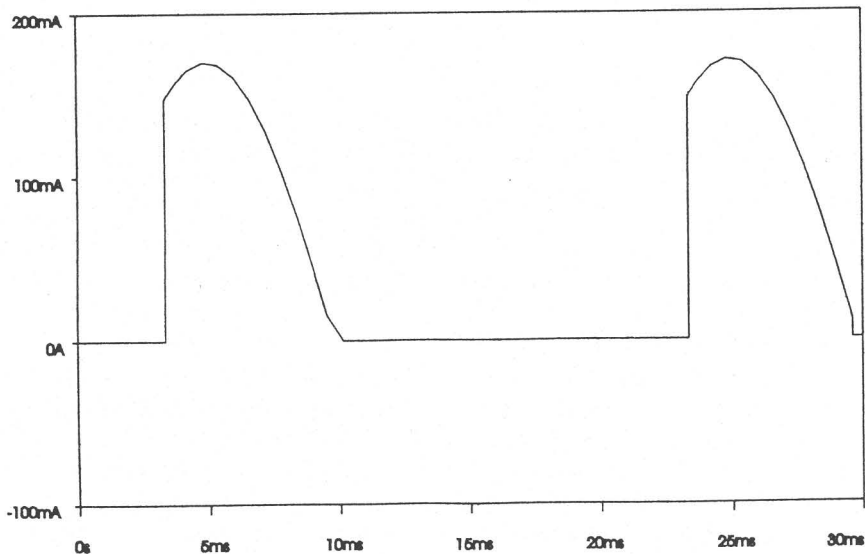
Фиг. 2

Резултатите от симулацията - ток през тиристор TH₁ (фиг.3) и ток през товара (фиг.4) потвърждават работоспособността и достоверността на програмния модул за пресмятане на моделните параметри на тиристори.

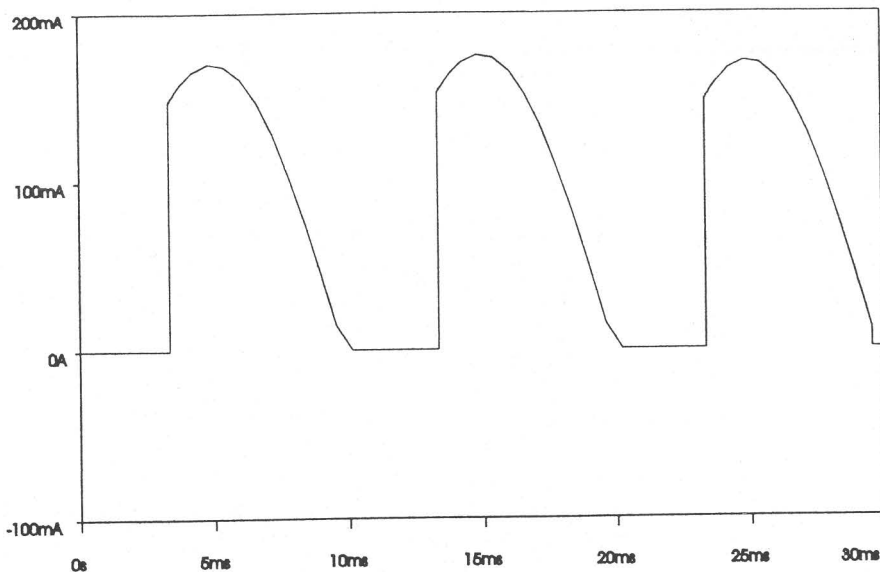
*PRIMER

Date/Time run: 08/28/99 18:12:05

Temperature: 25.0



Фиг. 3



Фиг. 4

Заклучение: Разработеният модул може да се използва за бързо пресмятане на параметрите на модела на тиристора по каталожни данни, зареждането им в библиотечни файлове и съвместяване със системи за автоматизация на схемотехническото проектиране.

Литература

1. Avant R.L. and F.C. Lee. The J3 Model Applied to Resonant Converter Simulation, IEEE Trans. of Industrial Electronics, Vol. IE-32, N1, pp. 1-12, February, 1985.

2. Circuit Analysis User's Guide - Design Center V. 6.2. Microsim Corp., 1995.

3. www.interactive.com