

УДК 621.379.5

И.В.Копцева (4 курс,каф.РТТК), В.А.Сороцкий, к.т.н., доц.

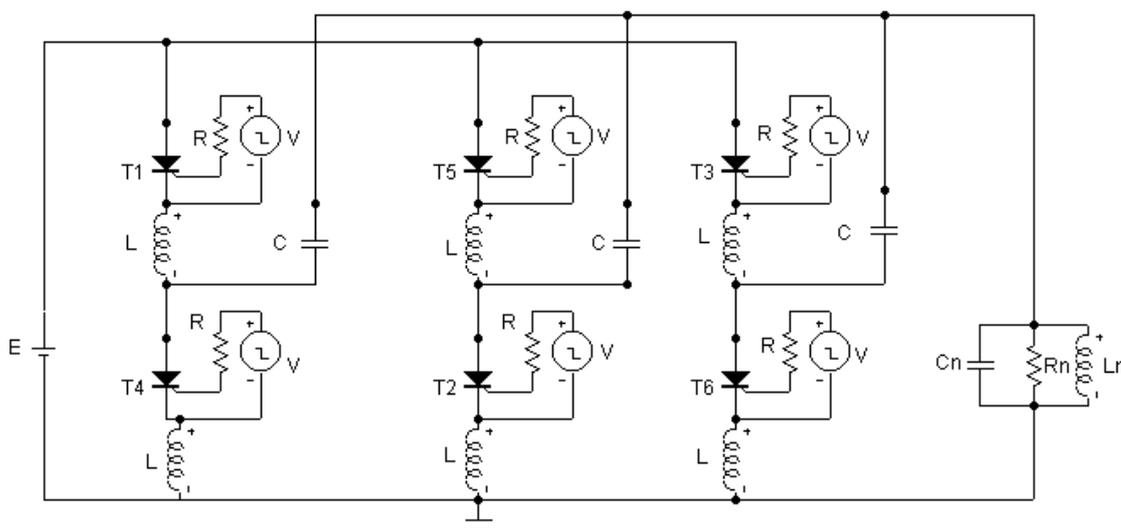
## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МНОГОЯЧЕЙКОВЫХ ТИРИСТОРНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ С УЧЕТОМ ИНЕРЦИОННОСТИ ТИРИСТОРОВ

ABSTRACT: A method of calculation of power characteristics of multicell generator has been described. It takes into consideration the process of thyristor switching-off and enables to determine characteristics of the generators working under complex load.

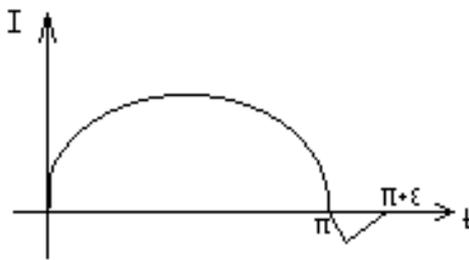
Тиристорные генераторы (ТГ) получили широкое распространение в радиосвязи, радионавигации, гидроакустике в качестве формирователей мощных электромагнитных колебаний с частотой до 10 кГц. Представляет большой интерес использование таких генераторов и в более высоком частотном диапазоне до 100 кГц. Генерирование колебаний в данном сравнительно высокочастотном для тиристорных ключей диапазоне возможно лишь с помощью многоячейковых генераторов, в которых тиристоры работают один раз за несколько периодов частоты выходных колебаний. При этом схемное время выключения оказывается достаточным, чтобы тиристоры успели восстановить блокирующие свойства перед повторным включением.

В применяемых до настоящего времени на практике методах расчета ТГ используются модели, в которых тиристор, как правило, заменяется либо безынерционным ключом, либо учитывается только его инерционность включения. В тоже время, расчет ТГ с учетом инерционности выключения тиристоров, работающего на активную нагрузку, показал, что энергетические характеристики могут ухудшаться в 2-3 раза.

С учетом изложенного, представляет практический интерес разработка инженерной методики расчета, а также оценка вклада инерционности выключения тиристоров на энергетические характеристики многоячейковых ТГ, работающих на произвольную комплексную нагрузку.



Полный ток через каждый тиристор складывается из двух составляющих: прямого тока  $[0;\pi]$  и тока, обусловленного рассасыванием накопленного в тиристоре заряда неосновных



носителей  $[\pi, \pi + \varepsilon]$ , за счет которого ухудшаются энергетические характеристики генератора в целом:

В расчете применен метод гармонического баланса, который основан на допущении о том, что напряжение на комплексной нагрузке изменяется по гармоническому закону:

$$U_{\text{наг}} = U_m \sin(\omega t + \varphi)$$

Принятое допущение о форме напряжения на нагрузке позволяет определить токи на этапах разряда и заряда емкости, протекающие в моменты открытия соответствующих тиристоров.

$i_a = f_1(U_0, U_m, \varepsilon, \nu, \varphi_1)$  - ток разряда коммутирующей емкости

$i_a^* = f_2(U_0, U_m, \varepsilon, \nu, \varphi_1)$  - ток заряда коммутирующей емкости,

где  $\varepsilon$  - время выключения тиристора,  $\nu$  - расстройка по частоте, рассматриваемые как независимые параметры.  $U_m, \varphi$  - неизвестные параметры, которые будут найдены из решения уравнения гармонического баланса. Недостающее уравнение можно составить из условия периодичности напряжения на коммутирующей емкости в стационарном режиме работы ТГ:  $U_c(0) = U_c(T)$ , где  $T$  - период генерируемых колебаний.

$$U_c(t_u) = U_c(0) - \frac{1}{\omega C} \int_0^{\pi + \varepsilon} i_a(\tau) d\tau \text{ - напряжение на емкости после протекания импульса тока}$$

$$U_c(0) = -U_c(t_u) + \frac{1}{\omega C} \int_0^{\pi + \varepsilon} i_a^*(\tau) d\tau \text{ - заряд емкости до начального напряжения}$$

Решая полученную систему уравнений можно найти токи и напряжения на элементах генератора:

$$U_m = f(\operatorname{Re} Z_H, \operatorname{Im} Z_H, \varepsilon, \nu)$$

$$\varphi = f(\operatorname{Re} Z_H, \operatorname{Im} Z_H, \varepsilon, \nu)$$

$$i_{vs}(t) = f(\operatorname{Re} Z_H, \operatorname{Im} Z_H, \varepsilon, \nu).$$

Таким образом, рассмотренная методика позволяет по известной вещественной и мнимой частям нагрузки, длительности процесса выключения тиристоров и относительной расстройке по частоте определить энергетические характеристики генератора.