

Лабораторные работы

Лабораторные работы (ЛР) посвящены испытанию устройств силовой электроники, смоделированных в программной среде Matlab, приложение Simulink. Знакомство и освоение навыков работы с приложением Simulink выполняется самостоятельно на основе широкодоступной литературы. Предлагаемые ЛР ориентированы на круг задач по силовым выпрямителям и инверторам.

1. Основы силовой электроники

ЛР-1. Испытание демпфирующих RC-цепей выпрямителя

Построить модель мостового трехфазного выпрямителя, нагруженного на активно-емкостную нагрузку. Все параметры указаны на Рис.1. В данном случае считать, что силовые приборы (тиристоры T1...T6) ведут себя как диоды – открываются импульсами управления в момент появления положительного напряжения.

Требуется найти форму напряжения u_{T1} на приборе T1 в установившемся режиме и определить максимальный пик отрицательного напряжения. По величине этого пика выбирается класс напряжения силового прибора. Или подбираются параметры демпфирующих RC-цепей, чтобы уложиться в заданный класс прибора.

Требуется взять начальное условие для конденсатора C_d равным $u_{cd}(0)=870V$, остальные начальные условия нулевые, и рассмотреть процесс до получения установившегося режима.

Цель испытаний – проверить работу демпфирующих RC-цепей для следующих вариантов:

а) Использовать простейшую модель приборов T1...T6, в которой на участке спада тока прибора происходит прекращение тока в момент достижения нулевого значения.

б) Использовать модель, в которой ток прибора продолжается некоторое время в отрицательную область, где достигает пикового значения, затем спадает к нулю.

Процесс спада тока прибора и продолжение тока в отрицательную область (Рис.2) рассматривается во многих классических учебниках по силовым полупроводниковым приборам. Основные математические соотношения показаны на поле Рис.2. В случае построения точной модели прибора, можно ориентироваться на параметры тиристоров МТЗ-201-18-Ф (при $di/dt = -10A/\mu s$ дано: $Q_{rr}=720\mu C$, $t_{rr}=16\mu s$, $I_{RM}=90A$). Однако в варианте (б) допускается по своему усмотрению строить ту или иную приближенную модель прибора, но обязательно должен учитываться тот факт, что ток прибора некоторое время продолжается в отрицательную область.

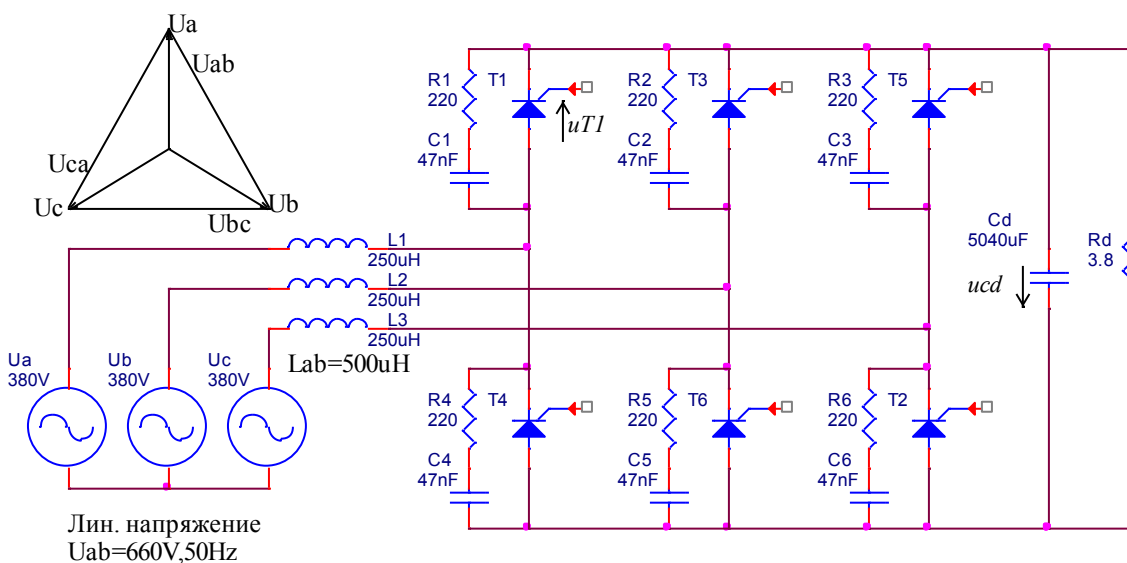


Рис. 1. Мостовой трехфазный выпрямитель, нагруженный на активно-емкостную нагрузку

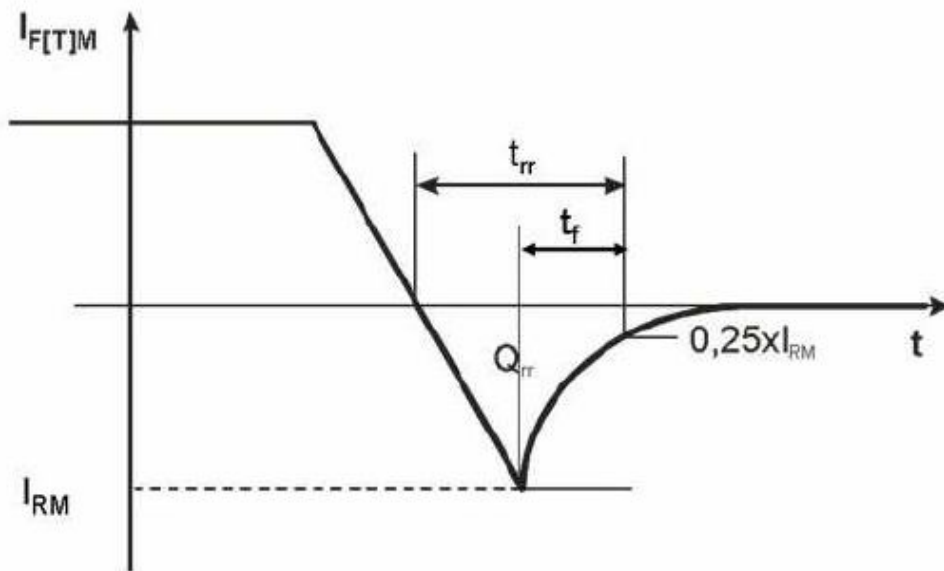


Fig. 1 Current curve during diode/thyristor turn-off

The following relations exist between t_{rr} , Q_{rr} , the current fall time t_f and the peak reverse recovery current I_{RM} (cf. Fig. 1):

$$t_{rr} = I_{RM} / (- di_{F[T]}/dt) + t_f$$

$$t_{rr} = \text{SQR} (2 * Q_{rr} / (- di_{F[T]}/dt) + t_f^2 / 4) + t_f / 2$$

$$I_{RM} = 2 * Q_{rr} / t_{rr}$$

$$I_{RM} = \text{SQR} (2 * Q_{rr} * (- di_{F[T]}/dt) + t_f^2 / 4 * (- di_{F[T]}/dt)^2) - t_f / 2 * (- di_{F[T]}/dt)$$

If the fall rate of the forward current $I_F [I_T]$ is very low, t_f will be small in comparison to t_{rr} and the equations can be simplified as follows:

$$t_{rr} = \text{SQR} (2 * Q_{rr} / (- di_{F[T]}/dt))$$

$$I_{RM} = \text{SQR} (2 * Q_{rr} * (- di_{F[T]}/dt))$$

ЛР-2. Испытание демпфирующих RC-цепей короткозамкнутого выпрямителя

Построить модель мостового трехфазного выпрямителя, нагруженного на короткое замыкание. Все параметры указаны на Рис.1, за исключением $R_d=0$. В данном случае считать, что силовые приборы Т1-Т6 ведут себя как тиристоры – открываются импульсами управления при угле управления $\alpha=100^\circ$.

Требуется найти форму напряжения u_{T1} на приборе Т1 в установившемся режиме и определить максимальный пик отрицательного напряжения.

Цель испытаний та же, как в ЛР-1 – проверить работу демпфирующих RC-цепей для двух моделей приборов Т1...Т6 – варианты (а) и (б).