



ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ЛАЗЕРА С ДИОДНОЙ НАКАЧКОЙ

С.Е. Уточкин, О.Д. Просин

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ)

Цель работы: разработка импульсной системы питания твердотельной ЛТУ с полупроводниковой накачкой, отвечающей всем требованиям, определяемым нагрузкой, а также требованиям международных стандартов в области электромагнитной совместимости.

Твердотельные лазеры с полупроводниковой (диодной) накачкой имеют следующие преимущества: увеличенный срок службы системы накачки (рабочий ресурс полупроводниковых излучателей достигает 20000 часов); более надежный лазерный источник по сравнению с твердотельным лазером с ламповой накачкой; система предусматривает воздушное охлаждение.

Проектирование корректора коэффициента мощности для источника питания лазера

Для импульсного источника питания твёрдотельного лазера со средней потребляемой мощностью 600 Вт и пиковой мощностью до 1 кВт лучше всего подходит контроллер IR1155S, поскольку у данной микросхемы наибольший выходной ток драйвера. В качестве силового транзистора ККМ используется транзистор IRG7PH35UDPBF производства компании International Rectifier.

Конденсатор Cf - частото задающий, Rfb1-Rfb3 - делитель напряжения, с которого снимается сигнал для защиты от обрыва обратной связи, Rovp1-Rovp3 - делитель напряжения, с которого снимается сигнал, переводящий контроллер в спящий режим при низком токопотреблении.

Для индуктивности корректора коэффициента мощности выбран кольцевой сердечник на основе распыленного железа DT400-10.

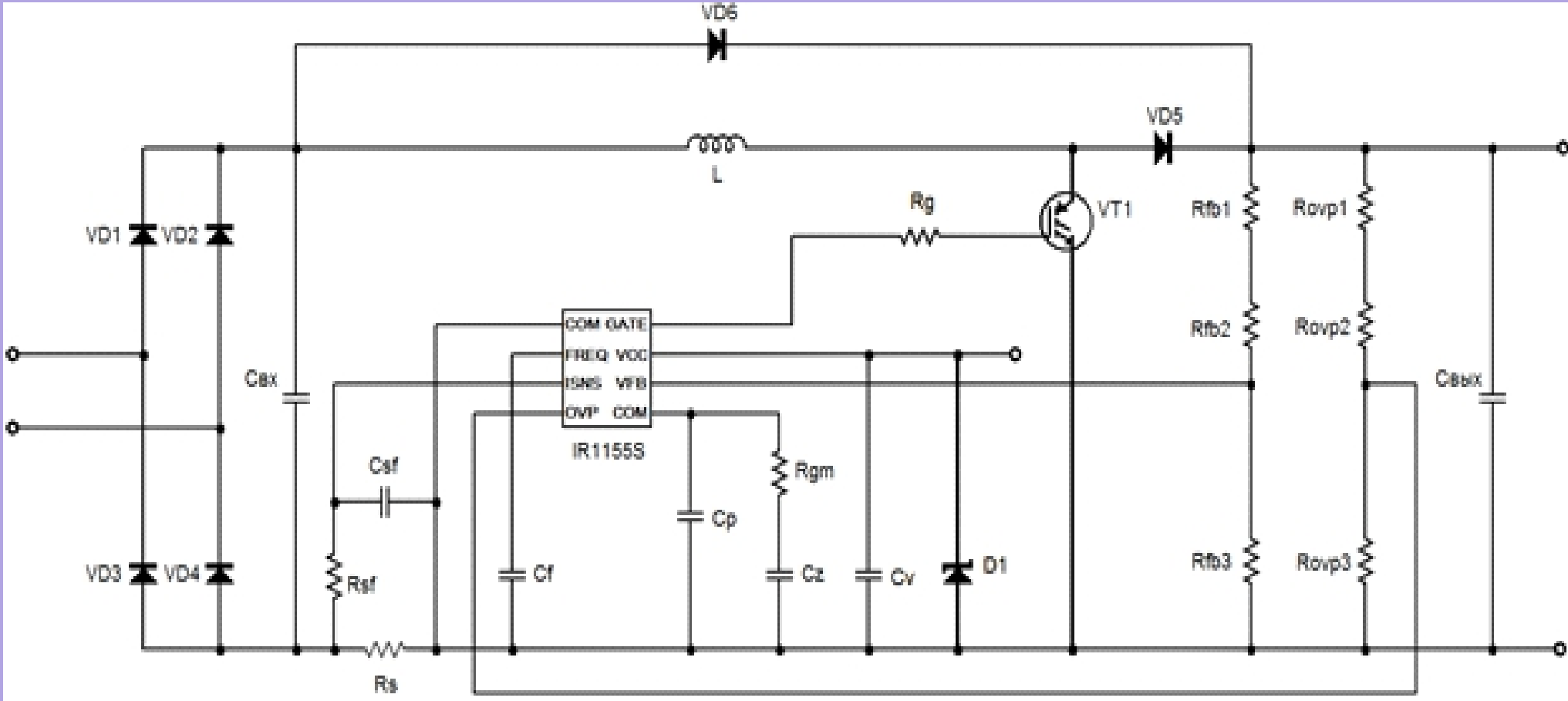
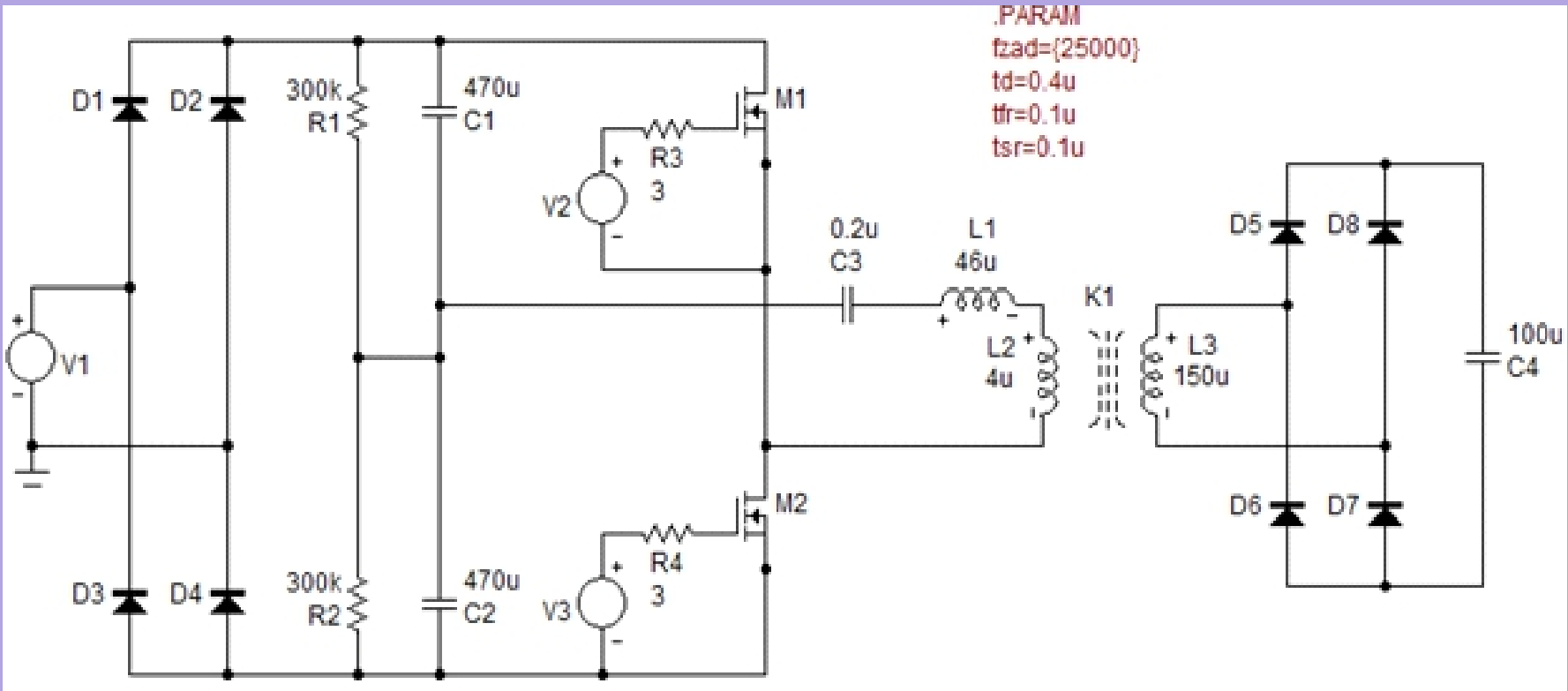


Схема корректора коэффициента мощности

Полумостовой резонансный инвертор



Полумостовая схема модели в программе Microcap

В качестве резонансного преобразователя был использован CoolMOS MOSFET, у которого сопротивление в открытом состоянии более чем в 5 раз ниже по сравнению с обычными полевыми транзисторами с вертикальной структурой. Помимо сверхнизких статических потерь, транзисторы CoolMOS обеспечивают более высокую, чем у MOSFET, скорость переключения благодаря меньшей площади кристалла и, как следствие, низкие динамические потери.

В качестве зарядного устройства емкостного накопителя энергии была выбрана полумостовая схема резонансного инвертора. Эта схема имеет ряд преимуществ: простота и минимум деталей, надёжность и высокий КПД. Задающий генератор собран на микросхеме IR2184, это один из лучших двухтактных драйверов, имеющий защиту по току и напряжению.

Выбор схемного решения

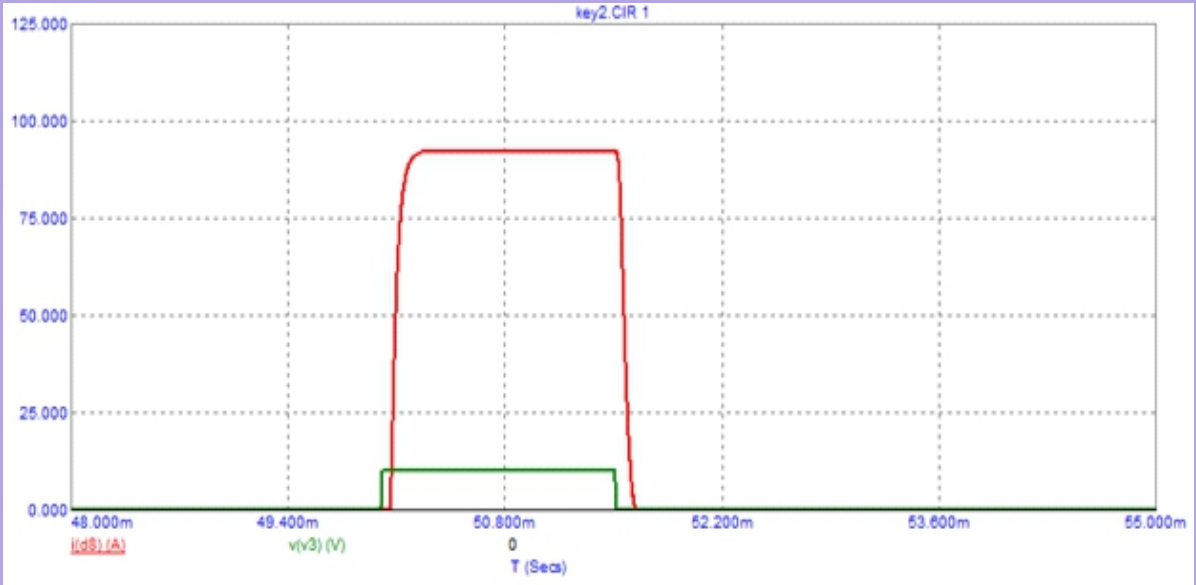
При использовании емкостного накопителя, очевидно, что величина спада плоской части импульса будет увеличиваться с ростом его длительности.

В связи с этим возникает необходимость коррекции формы импульса тока с целью уменьшения величины спада плоской части при приемлемой величине накопителя.

Одним из способов коррекции формы импульса тока является использование в качестве ключевого элемента транзистора, работающего в активном режиме.

Такая, относительно несложная, схема позволяет контролировать форму импульса тока в нагрузке с нелинейной ВАХ и практически не ограничивает диапазон регулировки длительности импульса.

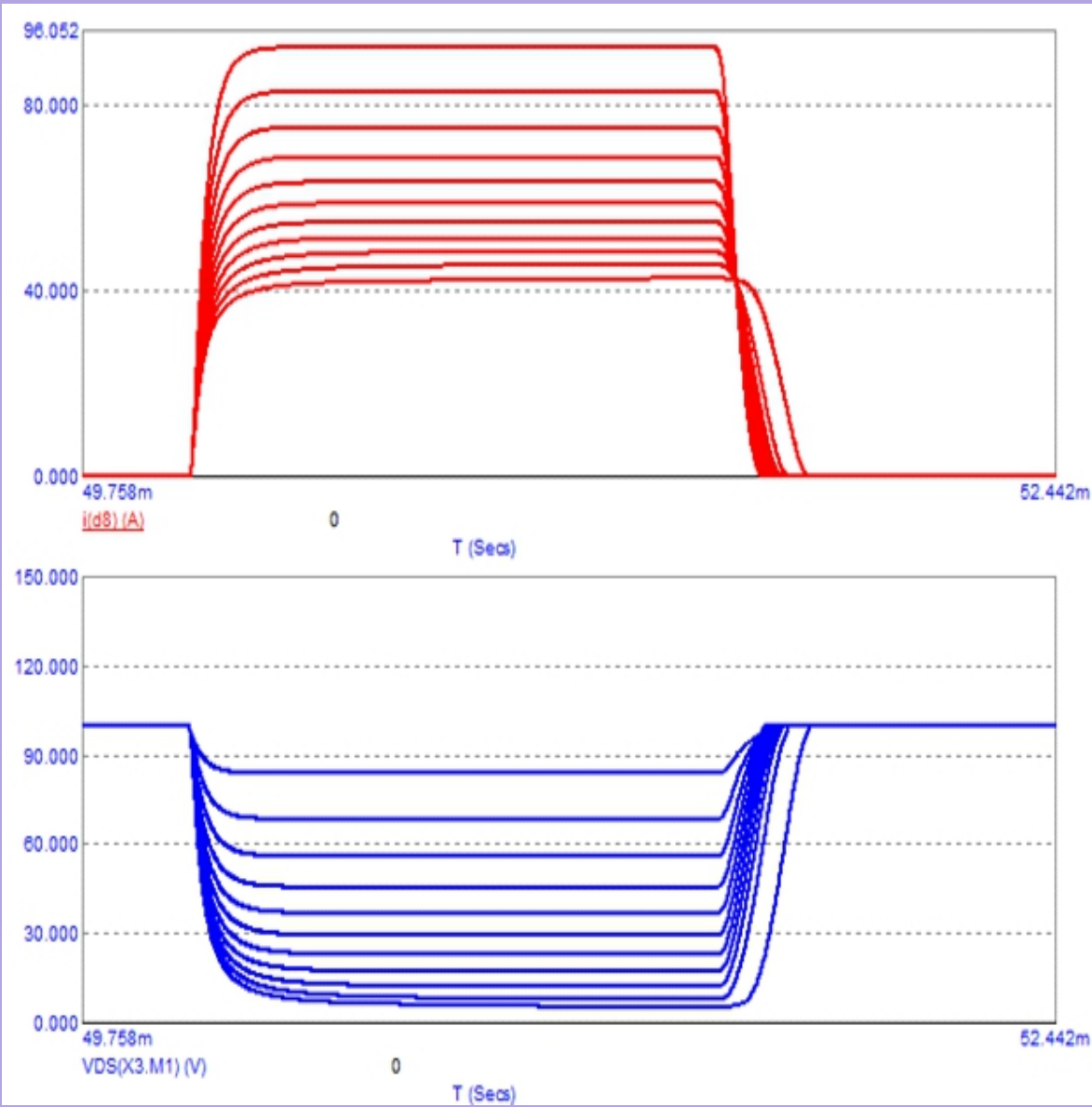
На схеме обозначено: X1, X2 - операционные усилители; X3 - полевой транзистор FA57SA50LC, C7 - емкостной накопитель, VDн - нагрузка (линейка лазерных диодов). В результате моделирования были получены следующие зависимости: напряжение силового транзистора сток-исток; импульс тока в нагрузке, эталонный импульс, подаваемый на вход системы управления.



Импульс тока в нагрузке и эталонный импульс, подаваемый на вход системы управления

Как видно из графиков, оптимальным является такое напряжение накопителя, при котором падение на транзисторе минимально. Это напряжение должно быть немногим больше чем напряжение, при котором открываются лазерные диоды (за счет падения на измерительных резисторах).

Также данная схема управления позволяет пропускать небольшой ток подставки через лазерные матрицы, что представляет научный интерес в некоторых лабораторных установках.



Импульс тока нагрузки и напряжение сток-исток силового транзистора при различных сопротивлениях нагрузки

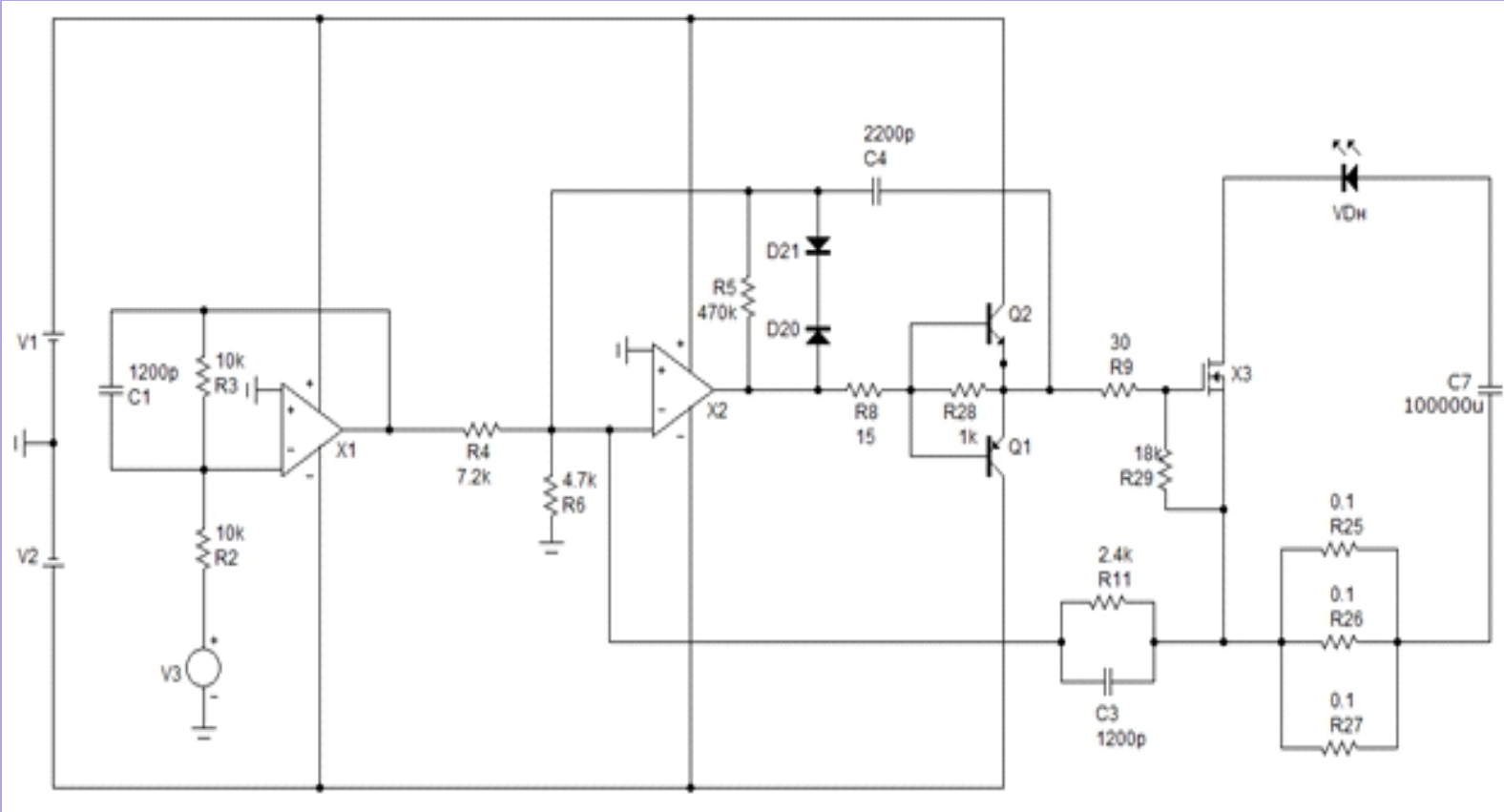


Схема модели управления транзисторным ключом

Результатом выполнения настоящей работы является разработанный источник питания импульсного твердотельного лазера с полупроводниковой накачкой с плавным регулированием как длительности импульса, так и амплитуды тока и напряжения на линейках лазерных. Регулирование параметров импульсов накачки осуществляется при помощи полностью управляемого транзисторного ключа. Особенностью работы данного устройства является использование активной зоны вольт-амперной характеристики полевого транзистора, что позволяет осуществить регулирование формы импульса тока с помощью системы управления с обратной связью. Достоинством такого схемотехнического решения является максимально приближенная к прямоугольной форма импульса тока.

Зарядным устройством емкостного накопителя источника питания является полумостовой резонансный инвертор, имеющий выходную характеристику источника тока. Использование преобразователя инверторного типа с повышением частоты позволяет значительно сократить массогабаритные параметры источника питания, а также позволяет осуществлять управляемый заряд накопительной батареи конденсаторов до нужного уровня напряжения.