

ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ

Гулевский В.Б. – к.т.н., доцент кафедры электрифицированных технологий АПК, ТГАТУ

Кузнецов И.О. - к.т.н., доцент кафедры механизации, энергетики и технического сервиса ЮФ НУБиП Украины

Аннотация

Работа посвящена вопросам выбора и проектирования источников энергии при использовании установок электробиостимуляции растений.

Ключевые слова: тиристорный регулятор, усилительный каскад, выпрямительный мост.

Введение. Известно, что слабый электрический ток, пропускаемый через почву, благотворно влияет на жизнедеятельность растений. При этом, **исследований** по электризации почвы и влиянии данного фактора на развитие растений произведено очень много как в нашей стране, так и за рубежом [1]. Установлено, что это воздействие изменяет передвижение различных видов почвенной влаги, способствует разложению ряда трудноусваиваемых для растений веществ, провоцирует самые разнообразные химические реакции, в свою очередь, изменяющие реакцию почвенного раствора. Определены и параметры электрического тока, оптимальные для разнообразных почв: от 0,02 до 0,6 мА/см² для постоянного тока и от 0,25 до 0,50 мА/см² для переменного. При этом так же известен способ электростимуляции растений путем помещения их в высоковольтное электрическое поле. Для этих целей требуется устройство обеспечения питания, удовлетворяющее ряд требований, основное из них – создание высокого постоянного напряжения при малых значениях тока ($U_{\text{вых}} \geq 10 \text{ кВ}$ при $I = 0,01 \text{ мА}$ до 100 мА).

Анализ последних исследований и публикаций. Хороший эффект дает как предпосадочная электростимуляция, так и постоянное поддержание поля в ростовой фазе растения. Это возможно осуществлять как при использовании семенного посадочного материала, так и клубневого. При использовании клубней картофеля в концентрированном электрическом поле высокого напряжения осуществляется отбор мелких и больных клубней, а также оставшейся в семенных клубнях минеральной примеси. Исследования влияния высоковольтных электрических полей проводили [2] и с пылью растений. Исследования показали, что электрообработка цветочной пыли растений в электростатическом поле позволяет повысить ее отрицательный заряд и тем самым увеличить длину пыльцевых трубок при прорастивании на искусственных средах в 2,0-2,5 раза. Это даст возможность проводить более отдаленные межвидовые скрещивания. Пыльца, прошедшая электростимуляцию при напряженности поля 10-12 кВ/см, сохраняет бо-

лее длительную первоначальную всхожесть. Такую пыльцу без опаски для селекционных целей можно дольше хранить и пересылать в отдаленные районы.

Для питания электробиостимуляторов возможно применять автоматизированные источники, которые поддерживают напряжение на максимально возможном уровне не обеспечивая пробоя при росте растения (в случае постоянного применения электрического поля в процессе возделывания культуры) или стимуляции семян в высоковольтном электрическом поле (в стационарных условиях [3]).

Цель исследования. Целью работы является освещение основных способов создания высокого напряжения требуемых параметров, конструкций и схемных решений для их реализации.

Результаты исследования. При создании высоковольтной аппаратуры необходима тщательная проработка важнейших параметров. Пульсации напряжения, долговременная и краткосрочная стабильность, повторяемость и погрешность – таков перечень наиболее важных факторов, определяющих степень надежности научной информации, а так же их надежность и стабильность [4].

Входной силовой каскад выполняет функцию согласования по входному сигналу; параметры первичного источника электроэнергии могут варьировать в широком диапазоне. Общеупотребительными являются следующие параметры сети: частота 50-400 Гц, напряжение 24-480 В; в качестве входных могут применяться также источники постоянного тока на напряжения 5-300 В. Силовой каскад может выполнять роль выпрямителя и фильтра в цепи переменного тока, а в цепи постоянного тока – функции защиты и фильтрации. Кроме того, входной силовой каскад может брать на себя функции вспомогательных источников, питающих цепи управления. Принципы работы входного каскада являются первостепенными в понимании работы всего устройства. Условия работы входного каскада влияют на построение схемных решений.

Схема удвоения напряжения (рис. 1 а) состоит из трансформатора TV, конденсаторов C1 и C2, вентилях VD1 и VD2. Если в первый полупериод на обмотке трансформатора существует полярность, указанная на схеме, тогда конденсатор C1 зарядится через вентиль VD1 до амплитудного значения напряжения U_m на вторичной обмотке трансформатора. Во второй полупериод полярность напряжения изменится, напряжение на конденсаторе C1 сложится с напряжением U_m обмотки трансформатора и через вентиль VD2 конденсатор C2 зарядится до напряжения $2U_m$, которое подводится к нагрузке R_H . В качестве вентилях в схемах умножения используют кремниевые высоковольтные выпрямительные столбы. За счет увеличения числа каскадов умножения можно получить более высокое выходное напряжение (рис.1 б).

Выходным сигналом силового согласующего каскада обычно является постоянное напряжение, которое, в свою очередь, является питающим для каскада инвертера. Последний преобразует постоянное напряжение в высокочастотное переменное напряжение. Существует множество различных схем инверторов, однако, наилучшее решение определяется всего несколькими свойствами высоковольтного источника.

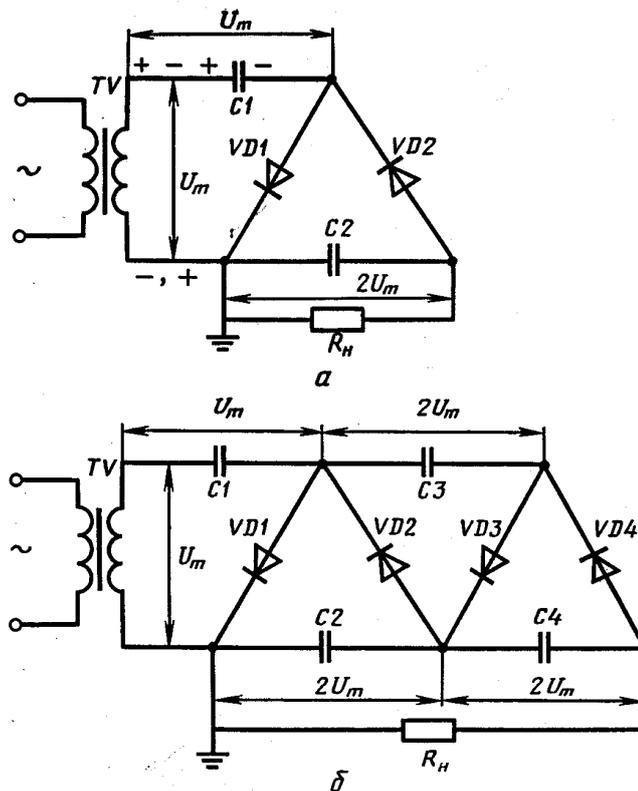


Рис.1 - Схемы умножения напряжения: а – удвоение; б – учетверение.

Как правило, высокочастотный сигнал с инвертора поступает на повышающий высоковольтный трансформатор. Применение высокочастотного сигнала позволяет добиться высоких технических характеристик при одновременном снижении размеров магнитопроводов и накопительных конденсаторов. Однако при подключении трансформатора с высоким «передаточным числом» (коэффициентом трансформации) к высокочастотному инвертору возникает проблема: внесение паразитной емкости в первичную обмотку трансформатора с коэффициентом ($N_{вт}/N_{перв}$) **равным 2**. Эту большую паразитную емкость необходимо изолировать от ключевых устройств инвертора, в противном случае в инверторе будут присутствовать аномально высокие импульсные токи. Другая особенность, характерная для высоковольтных источников – широкий диапазон нагрузок.

Частыми спутниками высокого напряжения являются пробой изоляции (искрение). В этой связи надежность инвертора должна быть достаточно высокой с точки зрения любых возможных сочетаний открытой, короткозамкнутой цепи и состояний нагрузки. Кроме больших вариаций нагрузки, практически всякий электробиостимулятор, как правило, должен иметь высокую пороговую чувствительность и содержать каскады высокого усиления.

Следует также учесть источники шума, в частности, со стороны инверторов источника питания. Сам инвертор является источником шума из-за высоких значений скорости изменения тока di/dt и напряжения dU/dt , возникающих в моменты переключения мощности. Наилучший способ избежать этих шумов заключается в использовании резонансных ключевых схем. Не менее важно обеспечить низкие уровни пульсаций на входе и выходе, и качественное экранирование. Все эти вопросы, включая также надежность и стоимость, должны решаться в рамках топологии инвертера высоковольтного источника питания.

Выводы. Таким образом, настоящая работа позволяет уточнить параметры входных и выходных сигналов при проектировании высоковольтных источников питания, при этом используя как варианты каскадов повышения напряжения, так и использование стандартных повышающих трансформаторов в сочетании с использованием инверторов.

Литература

1. Гордеев А.М. Электричество в жизни растений / А.М. Гордеев, В.Б. Шешнев. – М.: Наука, 1991. – 160 с;
2. Электронно-ионная технология в процессах растениеводства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://skutis.ucoz.ru/publ/26-1-0-41> - Название с экрана;
3. Пат. 84935 Україна, МПК⁷ А01С 1/00. Пристрій для передпосівної електричної обробки насіння / Кузнецов І.О., Гулевський В.Б., Філіпішин М.В., Червонченко С.С. (Україна). – № u201303793; Заявл. 27.03.2013; Опубл. 11.11.2013; Бюл. № 21. – 3 с
4. High voltage power supplies for analytical instrumentation. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.High-Voltage-Power-Supplies-for-Analytical-Instrumentation.ru> – Название с экрана.

Гулевський В.Б., Кузнецов І.О.

Джерела енергії установок електростимуляції рослин.

Робота присвячена питанням вибору і проектування джерел енергії при використанні установок електростимуляції рослин.

V.Gulevsky, I.Kuznetsov,

Energy of options sources electrostimulations of plants.

Work is sanctified to the questions of choice in the use of choice electro-biostimulations for plants.