

УДК 621.3.051.025

ОДНОПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

студент гр. 10603219 Осколков Е.К.

Научный руководитель – ст. преподаватель Танана Т.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Известно, что передача электроэнергии сегодня осуществляется по двум проводам с помощью переменного тока частотой 50 Гц. И технология, в которой может быть использован только один провод, для некоторых сегодня представляется сказочной. Возникает вопрос – каким образом будет замкнута цепь?

Ответ на поставленный вопрос дал сербский изобретатель – Николас Тесла, показав принцип работы такой системы на своих лекциях 1888, 1889 и 1893 годов. Ниже приведён оригинальный рисунок Теслы (рисунок 1).



Рис. 1.

Генератор вырабатывает ток высокой частоты и потенциала. Один из выводов генератора заземлён, а по второму протекает ток смещения через нагрузку (лампу накаливания), совершая работу и выделяя мощность. При этом попеременно наполняется и опустошается ёмкость, выполняющая роль нейтрали. Таким образом, полностью отпадает необходимость в обратном проводе, а цепь замкнута на ёмкость.

Реальная же нейтраль, как правило, заземляется, а вся цепь настраивается в резонанс для повышения КПД. В случае, когда индуктивность и частота резонанса во вторичной цепи достаточно высокие, может хватить собственной ёмкости самой цепи.

Экспериментируя с пропусканием высокочастотных токов на себе, Тесла заметил, что при частоте выше 700 Гц прекращается болевое воздействие на организм. Как оказалось, токи высокой частоты протекают не по всему объёму проводника, а только по его поверхности, причём глубина протекания тока определяется выражением

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\mu}},$$

где — глубина слоя, — частота переменного тока, — произведение относительной магнитной проницаемости проводника на магнитную постоянную, — удельное электрическое сопротивление проводника. Такое явление получило название — скин-эффект. Из формулы видно, что при повышении частоты, плотность тока увеличивается от центра к периферии проводника. Данная формула справедлива только до некоторого предела частот, тем не менее, имея дело с не очень большими значениями (для меди — до 10^{18} Гц), с её помощью можно рассчитать на какую глубину проникает ток.

Скин-эффект позволяет в качестве провода использовать любой проводник, даже тот который плохо проводит постоянный или низкочастотный переменный ток, т.к. проводник уже выполняет роль не «передающей среды», а «направляющего». При этом целесообразно уменьшать сечение провода для достижения большей рентабельности.

В реальных системах используют литцендрат — многожильный провод, который зачастую посеребрён. Таким образом, ток, протекая в приповерхностном слое, испытывает меньшее сопротивление. Для передачи энергии по одному проводу частота тока должна быть не менее 10 кГц, а напряжение порядка тысяч вольт. Во время проведения испытаний можно пользоваться и меньшим напряжением, при этом цепь должна быть настроена в резонанс.

Следующий немаловажный вопрос — как собирать энергию в приёмниках?

Рассмотрим схему (рисунок 2), где проводник возбуждён генератором, присоединённым к нему с одного конца. При прохождении периодических импульсов через провод, разность потенциалов воз-

никнет вдоль провода так же, как и под прямым углом к нему в окружающей среде. Таким образом, в точке *a*, контур, содержащий индуктивность и емкость, резонансно возбуждается в поперечном, а в точке *b*, в продольном направлении. В случае *c*, энергия собирается в контуре, параллельном проводнику, но не в контакте с ним, и в случае *d*, снова контур, который частично утоплен в проводник и может быть, а может и нет, электрически соединен с ним же.



Рис. 2.

Описанный выше опыт по патентам и чертежам Николая Теслы проводился в лаборатории Московского энергетического института, повторён на кафедре техники и электрофизики высоких напряжений Новосибирского государственного технического университета, что говорит о работоспособности данного метода передачи силовой энергии. Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно – исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИЭСХ) даже предложило свою схему (рисунок 3), где: 1 — питающий генератор, 2 — резонансный повышающий трансформатор, 3 — однопроводная линия, 4 — резонансный понижающий трансформатор, 5 — выпрямитель, 6 — нагрузка (потребитель). В результате экспериментов удалось изготовить опытный образец системы мощностью 20 кВт.

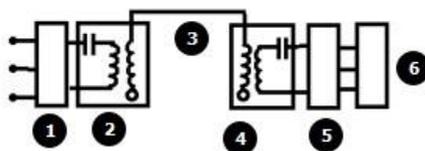


Рис. 3.

Принцип работы такой системы прост — от электростанции подаётся переменное напряжение 50 Гц на питающий генератор. Он повышает напряжение до 110 кВ и частоту до 15 кГц. Один из выводов вторичной обмотки генератора заземлён, а второй передаёт электроэнергию по линии 3. Далее энергия поступает на вторичную обмотку понижающего трансформатора, один из выводов которой тоже заземлён, и преобразуется до нужного значения. Вся цепь при этом настроена в резонанс.

Перспективы развития данной технологии связаны с возможностью сокращения расхода меди или алюминия как минимум в 2 раза. А с учётом уменьшения сечения провода даже больше. Провода в перспективе можно заменить на неметаллические, ведь их задача не в передаче энергии, а в указании направления. КПД такого метода выше за счёт отсутствия тепловыделения в проводах.

Литература

1. Никола Тесла. Выйти из матрицы / Дмитрий Крук. — Москва: Родина, 2019. — 464 с.
2. Тесла Н. Статьи. — 4-е изд., испр. — Самара: Арт-Лайт, 2016. — 584 с.: ил.
3. <https://viesh.ru/pre/reznan/rezonans1/> [В интернете].
4. The True Wireless. Nikola Tesla. б.м.: Electrical Experimenter, May, 1919
5. <https://habr.com/ru/post/81513/> [В интернете].

УДК 621.373.826

ОПТИЧЕСКИЙ ПИНЦЕТ

студенты гр. №10603120 Шетик Е.А., Кулинич И.В.
Научный руководитель – ст. преподаватель Танана Т.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

В настоящее время все большую популярность обретает инструмент, который называют по-разному: оптический пинцет, лазерный пинцет, оптическая ловушка. В 2018 году за его разработку 96-лет-