

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛИНИИ

ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Дадажонов Т.

(Узбекистан, Ферганский политехнический институт)

Аннотация. В статье приведены основные сведения и проведено моделирование системы высоковольтной линии электропередачи постоянного тока, подробно приведены результаты моделирования.

Annotation. The article provides basic information and simulation of a high-voltage DC power line system, and details the simulation results.

Ключевые слова: мощность, HVDC, HVAC, модель, напряжение, трансформатор

Keywords: power, HVDC, HVAC, model, voltage, transformer

Система HVDC (Высоковольтная линия электропередачи постоянного тока) состоит из двух преобразователей источников напряжения, подключенных к шинам А и В с помощью трансформаторов. Эквивалентная схема системы HVDC включает в себя комбинацию источника напряжения и ряд импеданса трансформатора. В зависимости от применения оба преобразователя подключаются встречно или кабелем постоянного тока. Систему HVDC удобно моделировать с двумя источниками напряжения вместе с уравнением, определяющим условие активной мощности. С введением HVDC диапазон мощности передачи увеличился (с менее 1000 Вт до 3-4 ГВт). Проектирование и строительство высоковольтных альтернативных токов (HVAC) неэкономичны для больших расстояний, но использование HVDC улучшает стоимость и передачу высокого напряжения. В системе HVDC и устройств FACTS из-за меньшей изоляции и сопротивления постоянного тока меньше, чем переменного тока, меньших

потерь, необходимости двух проводников в системе и в результате меньшего объема и места для установки, уменьшения толщины и сечение кабеля определенной мощности. Использование земли в качестве обратного провода имеет меньшие затраты, чем HVAC, для которого на рисунке 1 мы видим разницу в стоимости. Кроме того, HVDC может улучшить стабильность взаимосвязанных систем HVAC, модулируя мощность в ответ на малые/сильные помехи.

Модель HVDC в исследованиях потока мощности показана на рисунке 2. HVDC может улучшить стабильность взаимосвязанных HVAC, модулируя мощность в ответ на малые/сильные помехи.

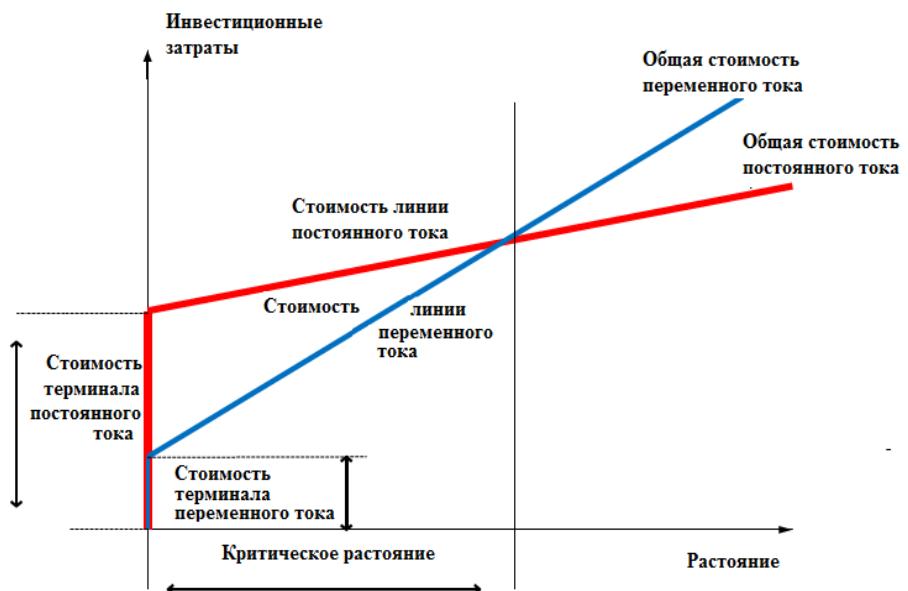


Рис. 1. Сравнение стоимости систем HVDC и HVAC

$$E_1 = V_1(\cos \delta_1 + j \sin \delta_1) \quad (1)$$

$$E_2 = V_2(\cos \delta_2 + j \sin \delta_2) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & E_a \\ & \underline{Ia} \quad \underline{Y_1 \quad -Y_1 \quad 0 \quad 0} \quad \underline{E1} \\ [I_b] &= [0 \quad 0 \quad Y_2 \quad -Y_2] \cdot [E_b] \end{aligned} \quad (3)$$

$$P = \left\{ \begin{matrix} E_1 I^* \\ 1 \end{matrix} \right\} 1 \quad (4)$$

$$Q = \left\{ \begin{matrix} E_1 I^* \\ 1 \end{matrix} \right\} 1 \quad (5)$$

Для обоих компонентов HVDC, подключенных кабелем постоянного тока.

$$\{V1I^* + V2I^* + VDC IDC\} = 0 \quad (6)$$

И если $Rdc = 0$ (это линия подключения резистора Rdc в HVDC), то:

$$\{V1I_1^* + V2I_2^*\} = 0 \quad (7)$$

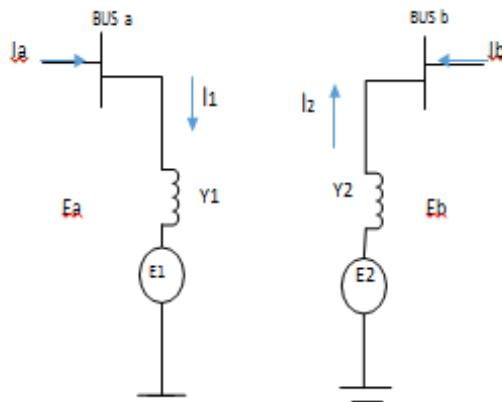


Рис. 2. Модель HVDC для потока мощности

Результаты моделирования

Мы применили модель, к тестовой системе с 5 шинами согласно рисунку 3, где вся информация о шинах и линиях и всей сети была извлечена. Сначала поток энергии был без добавления устройств FACTS, а затем в этой сети мы добавили в сеть устройства SVC и HVDC по отдельности и наблюдали за результатами. Наконец, на основе модели SVC-HVDC, полученной в предыдущем разделе этой работы, оба устройства были добавлены в систему, и результаты были записаны. В данной работе основное внимание уделялось потоку нагрузки в шинах, на которые устройства оказывают прямое влияние, например, на шины 3 и 4, хотя они влияют на всю сеть.

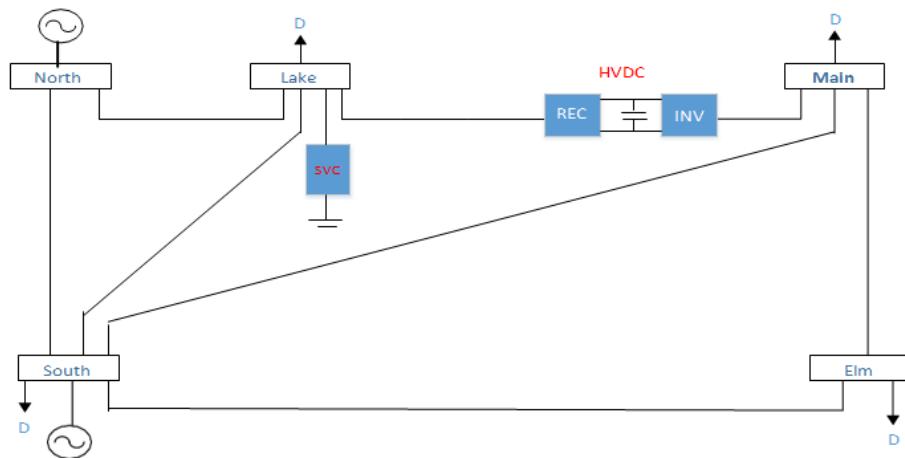


Рис. 3. Тест системы 5 шин с SVC-HVDC

На рисунке 4, где показаны изменения напряжения при наличии различных устройств FACTS, состояние напряжения представлен для стабилизации на уровне 1 р.у. При использовании SVC, было лучше, чем в режиме без устройств FACTS и в режиме с использованием HVDC, а в шинах 3 и 4 было ближе 1р.у.

Но наилучшая стабилизация состояния и напряжения происходила в случае использования комбинации SVC-HVDC. Кроме того, по сравнению с другими образцами на рисунке 5, модель SVC-HVDC имеет наилучшее состояние восстановления и стабилизации напряжения. Наилучшим состоянием для улучшения напряжения был режим использования SVC.

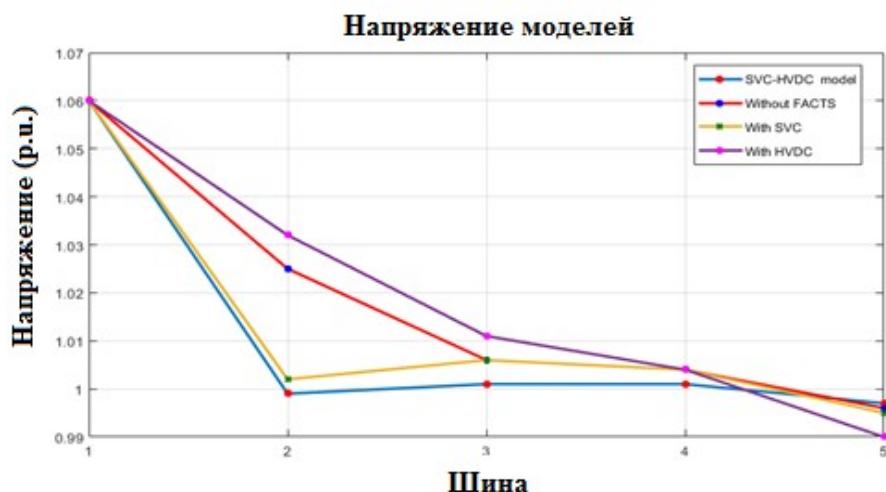


Рис. 4. Напряжение моделей

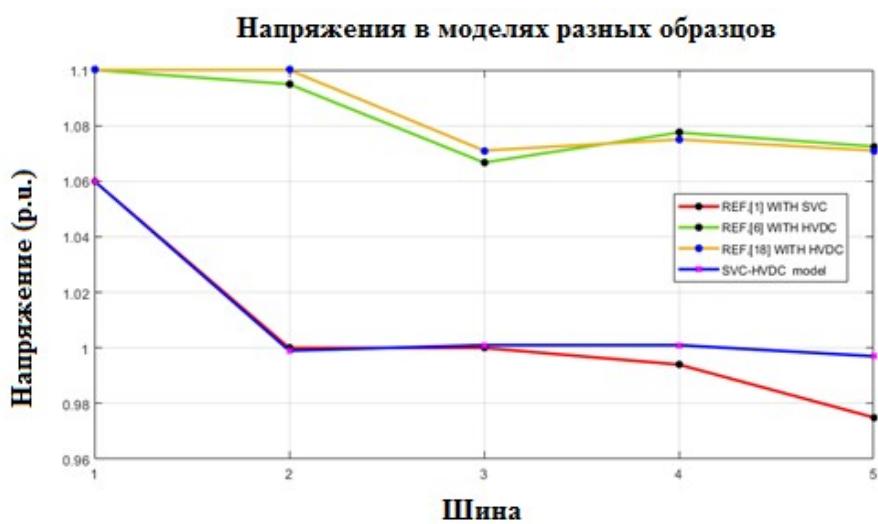


Рис. 5. Напряжение в разных моделях эталонов

Использованная литература

- 1 J. Ekanayake, K. Liyanage, J. Wu, A. Yokoyama and N. Jenkins, SMART GRID TECHNOLOGY AND APPLICATIONS, New Delhi: Wiley, 2012.
- 2 E. Emmanuel and K. B. Owusu, "Evolution and Efficiencies of Energy Metering Technologies in Ghana," Global Journal of Researches in Engineering: For Electrical and Electronics Engineering, vol. 14, no. 6, pp. 35-42, 2014.
3. Тожибоев А.К., Султонов Ш.Д. Измерение, регистрация и обработка результатов основных характеристик гелиотехнических установок // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 11(92).
4. Тожибоев А.К., Хошимжонов А.Т. Применение фотоэлектрического мобильного резервного источника электропитания в телекоммуникации // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 12(93).
5. Davlyatovich, S. S. ., & Kakhorovich, A. T. . (2021). Recombination Processes of Multi-Charge Ions of a Laser Plasma. Middle European Scientific Bulletin, 18, 405-409.
6. Тожибоев, Аброр Кахорович, and Дилшод Махмудович Эргашев. "Физический метод очистки воды." Results of National Scientific Research International Journal 1.7 (2022): 317-325.
7. Тожибоев, Аброр Кахорович, and Насиба Дилшодовна Парпиева. "Подбор компонентов для систем слежения солнечной установки." Research Focus 1.2 (2022): 35-42.
8. Тожибоева, Мухаё Джамолдиновна, and Мурод Фозилович Хакимов. "Исследование спектральных характеристик прозрачно-тепловой изоляции приемника." Universum: технические науки 10-5 (91) (2021): 17-19.
9. Эргашев, Сирожиддин Фаязович, and Аброр Кахорович Тожибоев. "Расчёт установленной и расчётной мощности бытовых электроприборов для инвертора с ограниченной выходной мощностью." Инженерные решения 1 (2019): 11-16.
10. Тожибоев, А. К., and А. Р. Боймирзаев. "Исследование использования энергосберегающих инверторов в комбинированных источниках энергии." Экономика и социум 12-2 (79) (2020): 230-235.