

2. Y. Qu, W. Han, L. Fu et al., "LAINet - A wireless sensor network for coniferous forest leaf area index measurement: Design, algorithm and validation," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 108, pp. 200–208, 2014.

3. G. Krivoulya, V Shcherbak Intellectual Functional Diagnosis of Large Objects Using Sensor Network. IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) Proceeding of international conf .Varna, Bulgaria, September 4 – 7, 2020, pp.507-511.

Нерубацький В. П., к.т.н.,

доцент, Гордієнко Д. А., аспірант (УкрДУЗТ)

УДК 621.314

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА ТОПОЛОГІЯ ТРИРІВНЕВОГО АКТИВНОГО ВИПРЯМЛЯЧА ЕЛЕКТРИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Вхідними перетворювачами електричного рухомого складу (ЕРС) змінного струму найчастіше є діодні та тиристорні випрямлячі [1]. Ці перетворювачі обумовлюють споживання реактивної потужності з мережі живлення, а також обумовлюють значну емісію вищих гармонік споживаних струмів, що, в свою чергу, призводить до збільшення додаткових втрат в системах електропостачання, а також погіршення електромагнітної сумісності мереж тягового електропостачання та систем залізничної автоматики.

Останнім часом на ЕРС змінного струму все частіше почали застосовуватися дворівневі активні чотириквadrантні випрямлячі, відомі як 4QS-випрямлячі [2]. Їх перевагою порівняно з класичними діодними та тиристорними випрямлячами є можливість реалізації синусоїдальної форми споживаного струму, забезпечення значення коефіцієнта потужності близького до одиниці і реалізації рекуперативної енергії

в мережу живлення. Крім цього, можливість плавного регулювання пуску ЕРС дає змогу знизити динамічні навантаження на його механічну складову. Однак дана топологія не позбавлена недоліків, серед яких необхідно звернути увагу на застосування високовольтних IGBT. При цьому необхідність формування високої частоти комутації силових ключів веде до досить великих динамічних втрат в силових ключах з більш низьким ККД порівняно з діодними та тиристорними випрямлячами. У зв'язку з цим актуальним завданням є пошук рішень для підвищення ККД активних чотириквadrантних випрямлячів. Значення реалізованих енергетичних характеристик активних випрямлячів в значній мірі залежить від обраного алгоритму модуляції та обраної силової схеми [3].

Застосування трирівневої топології активного випрямляча дає змогу застосовувати ключі меншого класу для реалізації тієї ж напруги в колі постійного струму. При цьому характерною особливістю ключів меншого класу є менше падіння напруги між колектором та емітером, а також менша енергія перемикавання.

В однофазних трирівневих активних випрямлячах зазвичай використовується одноканальна рівне-зсунута широтно-імпульсна модуляція (ШІМ). Значення запропонованої двоканальної ШІМ полягає в додаванні в алгоритм модуляції додаткового інверсного синусоїдального сигналу завдання. Цим досягається те, що при тій же частоті комутації силових ключів частота комутації фазного струму подвоюється, що призводить до підвищення синусоїдальності струму, який споживається з мережі живлення. Підвищення ж синусоїдальності струму призводить до зниження емісії вищих гармонік струму.

Порівняно з дворівневим активним випрямлячем, схема трирівневого містить удвічі більше IGBT та чотири додаткові силові діоди (рис. 1). Отримані енергетичні показники роботи дворівневого та трирівневого активного випрямляча при частоті комутації IGBT 1 кГц наведено в табл. 1.

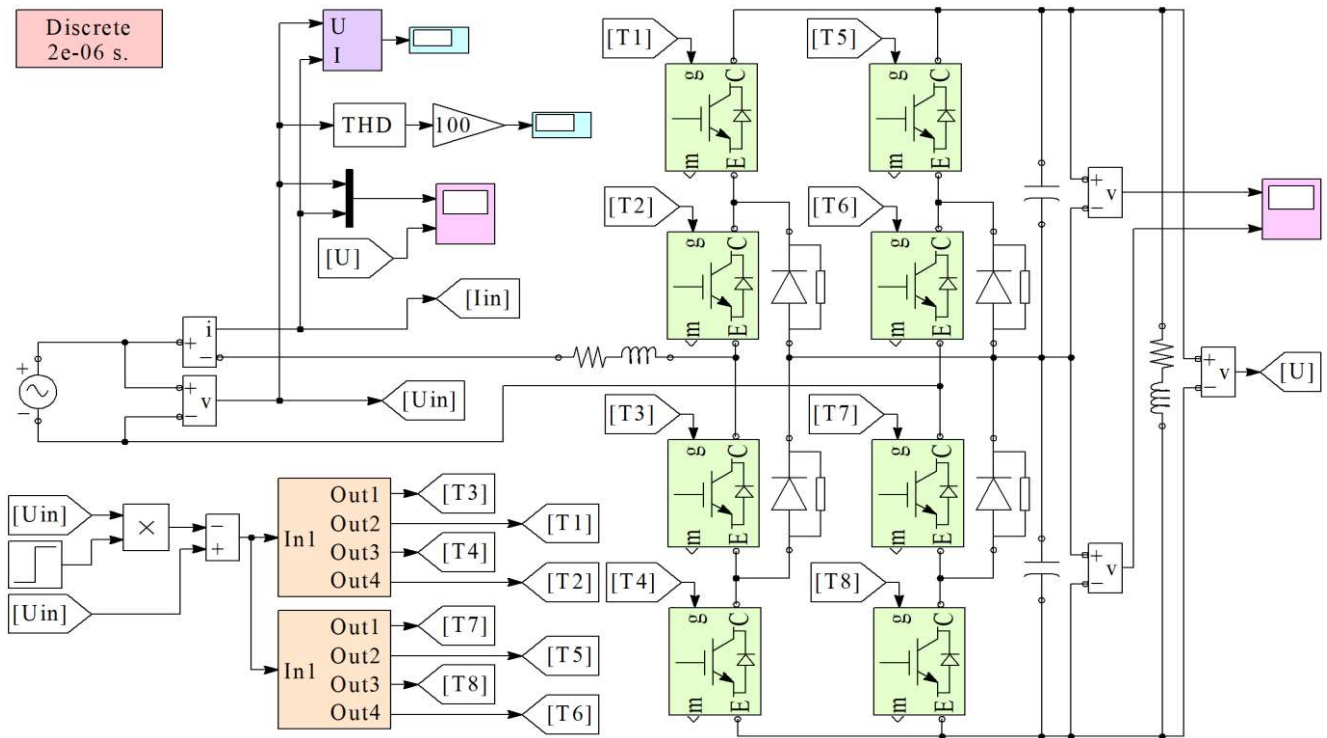


Рис. 1. Схема тривіневого активного чотириквADRантного випрямляча

Показник	2- рівневий випрямляч ч з 2- канально ю ШІМ	3- рівневий випрямляч ч з 1- канально ю ШІМ	3- рівневий випрямляч ч з 2- канально ю ШІМ
	Частота комутації IGBT, Гц	1000	1000
Коефіцієнт гармонічних спотворень вхідного струму, %	3,13	3,83	1,94
Коефіцієнт потужності, %	99,63	99,72	99,77
Коефіцієнт гармонічних спотворень вихідної напруги, %	3,6	5,26	7,2
ККД, %	97,8	98,1	98,55

Вибір реальної топології активного випрямляча залежить від багатьох складових, таких як вартість, ККД і якісні показники роботи, а саме коефіцієнт потужності й коефіцієнт гармонічних спотворень. При цьому тривінева топологія краща за всіма вищезазначеними показниками, що зумовлює доцільність її використання.

Список використаних джерел

- Hu H., Zhou Y., Li X., Lei K. Low-frequency oscillation in electric railway depot: a comprehensive review. *IEEE Transactions on Power Electronics*. 2021. Vol. 36, No. 1. P. 295–314. DOI: 10.1109/TPEL.2020.2998702.
- Plakhtii O. A., Nerubatskyi V. P., Kavun V. Ye., Hordiienko D. A. Active single-phase four-quadrant rectifier with improved hysteresis modulation algorithm. *Scientific Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. No. 5 (173). P. 93–98. DOI: 10.29202/nvngu/2019-5/16.
- Plakhtii O., Nerubatskyi V., Karpenko N., Hordiienko D., Butova O., Khoruzhevskiy H. Research into energy characteristics of single-phase active four-quadrant rectifiers with the improved hysteresis modulation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 5, No. 8 (101). P. 36–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.179205.

Nerubatskyi V. P., PhD, Associate Professor
Plakhtii O. A., PhD
Hordiienko D. A., Postgraduate (USURT)

UDC 621.314

TOPOLOGY OF A CHARGING STATION FOR ELECTRIC VEHICLES