

АНАЛІЗ ПАСИВНИХ ФІЛЬТРІВ НА ВИХОДІ ІНВЕРТОРА НАПРУГИ

Лановий К.Ю., студент, Приступа Д.Л., асистент

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Стандартним промисловим рішенням при побудові системи регульованого електропривода (ЕП) змінного струму є використання асинхронного двигуна, який живиться від інвертора напруги з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) [1]. Для інвертора з ШІМ є характерною імпульсна форма вихідної напруги з високим значенням du/dt (імпульси перенапруги понад 6 кВ/мкс), а також асиметрія форми вихідних імпульсів (генерування синфазних складових напруги). Дані фактори призводять до ряду негативних наслідків, серед яких: збільшення втрат в двигуні, передчасне зношування підшипників та ізоляції, перенапруги на клеммах двигуна та ін. Вплив вищезгаданих факторів на систему ЕП при використанні довгих кабелів з'єднання двигуна та інвертора при їх роздільному розташуванні, що є типовим в умовах промислового виробництва, є особливо критичним [2]. Тому сучасні системи регульованого ЕП передбачають встановлення пасивних фільтрів на виході інвертора напруги з метою усунення або зменшення наслідків його негативного впливу на двигун та кабелі живлення.

Мета роботи. Аналіз особливостей використання пасивних фільтрів на виході інвертора напруги з ШІМ у складі асинхронного ЕП.

Матеріали і результати досліджень. Часткове усунення негативних ефектів, пов'язаних з використанням ШІМ-інвертора, досягається встановленням пасивних фільтрів на виході (рис. 1). Структура та параметри фільтра визначають його фільтруючі властивості та область використання. Виділяють 5 основних типів пасивних фільтрів: вихідний дросель, синфазний фільтр, диференційний фільтр, du/dt фільтр та фільтр з ланкою постійного струму.

Найбільш популярним та простим різновидом пасивних фільтрів є вихідний дросель, який захищає клеми двигуна від перенапруги. Проте використання цього фільтра викликає ефект “подвійної пульсації”, який призводить до перенапруг, значення яких може вдвічі перевищувати напругу ланки постійного струму [3], що є його суттєвим недоліком. Вихідний дросель представляє собою частковий випадок диференційного фільтра (рис. 2), в якому відсутні активно-ємнісні зв'язки.

Синфазний фільтр (рис. 3) в основному використовується для зменшення високочастотних шумів, які виникають в довгому кабелі, та для обмеження струмів витоку двигуна, які протікають через його підшипники, спричиняючи їх передчасний знос.

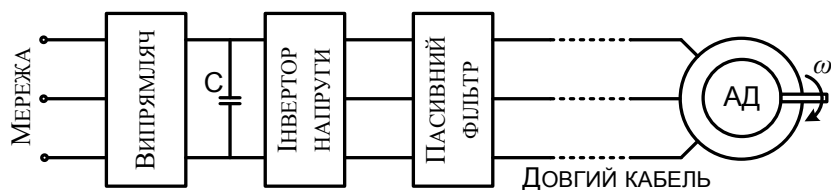


Рисунок 1 – Типова структура електропривода з пасивним фільтром

За допомогою диференційного фільтра напруга живлення двигуна згладжується до синусоїдальної форми. Структура даного фільтра представлена на рис. 2, для якого частота зрізу вибирається меншою за частоту комутації ключів інвертора $f_0 < f_{sw}$, що призводить до суттєвої зміни еквівалентних параметрів двигуна, які слід врахувати при реалізації алгоритмів векторного керування. Даний тип фільтра використовується для захисту ізоляції обмоток двигуна та усунення акустичного шуму комутацій [4].

За областю застосувань та топологією du/dt фільтр є подібним випадку диференційного фільтра (рис. 2). Однак характерною відмінністю du/dt фільтра є умова вибору його параметрів, а саме, частота зрізу має бути значно більшою за частоту комутації ключів інвертора $f_0 > f_{sw}$.

Фільтр з ланкою постійного струму забезпечує найбільш якісний процес фільтрації. Вихідна напруга фільтра має форму синусоїди при цьому не вноситься додатковий опір в коло живлення двигуна. Процес фільтрації забезпечується ємнісним зворотним зв'язком виходу інвертора з ланкою постійного струму [3]. Недоліками цих фільтрів є відносно великі габарити та вартість. Їх використання є доцільним в системах з роздільним розташуванням двигуна та інвертора на великих відстанях, коли вплив негативних факторів особливо відчутний.

Висновок. Одним з методів покращення вихідної форми напруги інвертора є використання пасивних фільтрів. Структура та параметри пасивних фільтрів визначають їх фільтруючі властивості, тому поєднання різних типів фільтрів у складі ЕП дозволить задовольнити необхідним вимогам.

Перелік посилань

1. Leonhard W. Control of Electrical Drives, Third Edition / W. Leonhard. – Berlin, Germany: Springer. – Verlag, 2001. – 464 p.
2. Ma Hongfei. Research of Inverter Output Filters for PWM Drives / Ma Hongfei, Xu Dianguo. – Department of Electrical Engineering, Harbin Institute of Technology. – China, 2007. – 4.
3. Hanigovszki N. Output filters for AC adjustable speed drives / N. Hanigovszki, F. Blaabjerg, J. Landkildehus. – Applied Power Electronics Conference - Twenty Second Annual IEEE, 2007. – 8.
4. Haitham A.-R. High performance Control of AC Drives with Matlab/Simulink Models / A.-R. Haitham, A. Iqba, F. Blaabjerg, J. Guzinski – A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 2012. – 492.

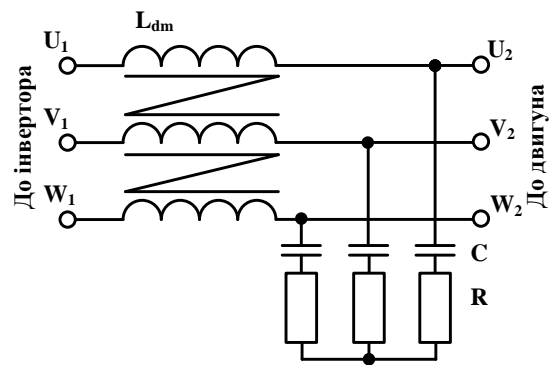


Рисунок 2 – Диференційний фільтр

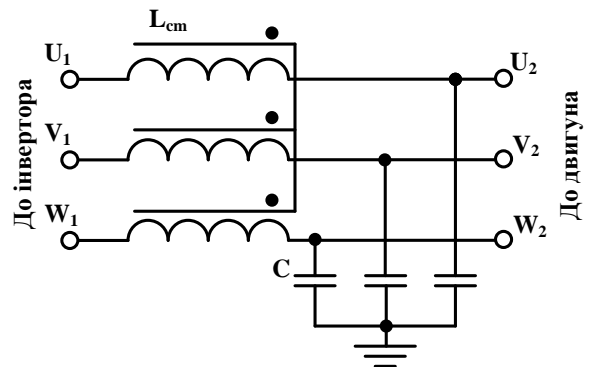


Рисунок 3 – Синфазний фільтр