

УДК 621.3.067

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СКЛАДУ ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПРИ РОБОТІ НА АКТИВНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

Санченко О.В., інженер.

ВП НУБіП України "Немішаївський агротехнічний коледж"

Тел. (067) 255-44-16

Анотація – розроблено експериментальний широтно-імпульсний перетворювач напруги та наведені результати досліджень якості гармонійного складу вихідної напруги перетворювача.

Ключові слова – транзисторний ключ, перетворювач напруги, вищі гармоніки, спектральний аналіз, несуча частота.

Постановка проблеми. З літературних джерел і практичного досвіду відомо, що напівпровідникові перетворювачі (тиристорні регулятори) напруги генерують у мережу живлення імпульси напруги та вищі гармоніки. Кращі показники якості електроенергії мають транзисторні перетворювачі напруги з широтно-імпульсним керуванням [1]. Вищі гармоніки в них генеруються кратними несучій частоті, яка як правило не менше 500 Гц. Тому застосування широтно-імпульсних перетворювачів (ШІП) напруги сприяє покращенню якості електроенергії, роботі електропривода та інших споживачів.

Аналіз останніх досліджень. Для малопотужних асинхронних двигунів з коротко-замкнутим ротором порівняно нескладно регулювати швидкість зміною напруги на статорі, оскільки вони мають м'яку механічну характеристику на робочій частині. Найбільш простими і дешевими для вказаного регулювання є регулятори амплітуди напруги живлення. З точки зору низької вартості та якісної електроенергії найприйнятнішим для регулювання малопотужного асинхронного електропривода є регулятор напруги з керуванням за принципом широтно-імпульсного перетворювача, при якому чергуються періоди вмикання і вимикання силових електронних приладів [1]. Період циклу на декілька порядків менший періоду синусоїди напруги живлення. При такому керуванні спотворення синусоїди мінімальне, а найближча вища гармоніка, за аналогією з автономним інвертором з синусоїдальним

ШІМ, спостерігається на несучій частоті [2]. Удосконаленню електричної схеми перетворювача, системи керування ним та дослідження гармонійного складу вихідної напруги присвячена дана робота.

Формування мети статті. Метою даної роботи є розробка перетворювача напруги малопотужного електропривода з покращеним спектральним складом вихідної напруги.

Основна частина. Для перевірки раніше визначених положень [2, 3] по гармонічному складу вихідної напруги перетворювачів було розроблено імпульсний перетворювач напруги з послідовним комутуючим (ключовим) елементом для регульованого живлення навантаження (в даному випадку активного). Електрична схема перетворювача напруги наведена на рис. 1, а зовнішній його вигляд на рис. 2.

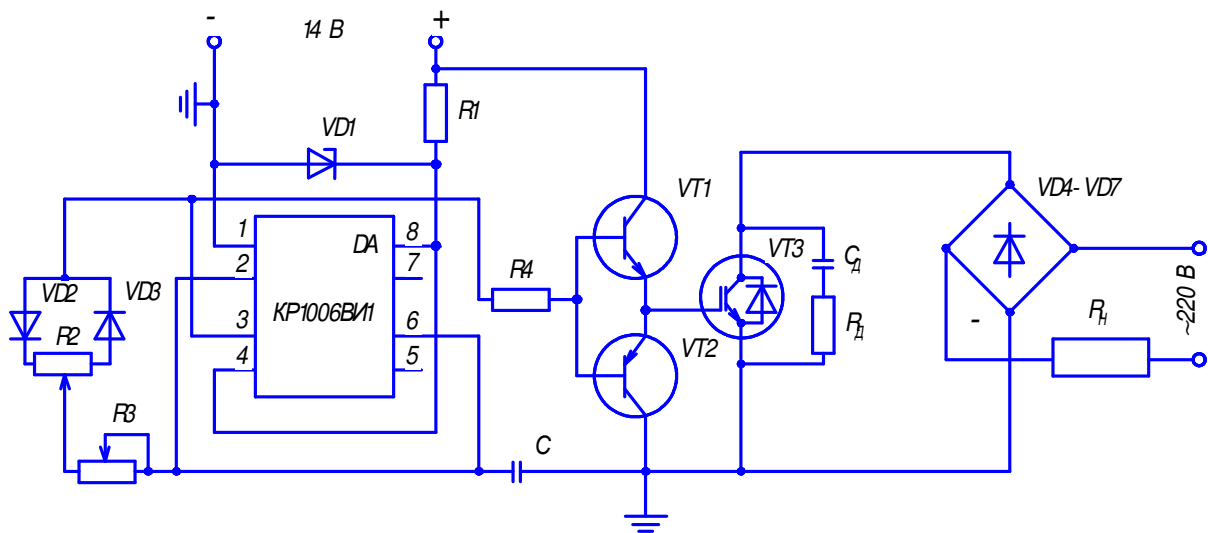


Рис. 1. Електрична схема імпульсного перетворювача напруги з активним навантаженням.

В схемі перетворювача можна виділити наступні функціональні блоки: стабілізований блок живлення схеми керування ($VD1$, $R1$), генератор імпульсів (DA , $VD2$, $VD3$, $R2$, $R3$, C), підсилювач постійного струму ($R4$, $VT1$, $VT2$), комутуючий елемент ($VT3$), RC -снаббер (R_d , C_d), силовий діодний міст ($VD4$ - $VD7$) та активне навантаження R_H . Комутуючий елемент $VT3$ ввімкнений в діагональ постійної напруги силового діодного моста, а навантаження R_H послідовно через діагональ змінної напруги приєднано до мережі.

Генератор імпульсів регульованої частоти та шпаруватості імпульсів виконаний на основі таймера DA , який може формувати імпульси напруги тривалістю від 10 мкс до десятків хвилин. Такий таймер використовують в генераторах імпульсів, широтно-імпульсних модуляторах, фазових модуляторах, перетворювачах напруги, ключових і виконавчих пристроях тощо. Співвідношення імпульс/пауза регулюють потенціометром $R2$, а тривалість періоду (несучу частоту) – змін-

ним резистором $R3$. Середнє значення вихідної напруги регулюється тривалістю імпульсів резистором $R2$ при незмінній її частоті.

При подачі живлення на схему керування перетворювача через діод $VD2$, ліву частину подільника напруги $R2$, резистор $R3$ починає заряджатися конденсатор C . Одразу після подачі живлення на виході таймера DA з'являється напруга, яка через резистор $R4$ подається до баз транзисторів $VT1$, $VT2$. При цьому транзистор $VT1$ відкривається, а $VT2$ знаходиться в закритому стані. Через відкритий транзистор $VT1$ напруга додатної полярності подається на затвор транзистора $VT3$ і відкриває його. Навантаження R_H через силовий діодний міст приєднується до мережі живлення ~ 220 В.

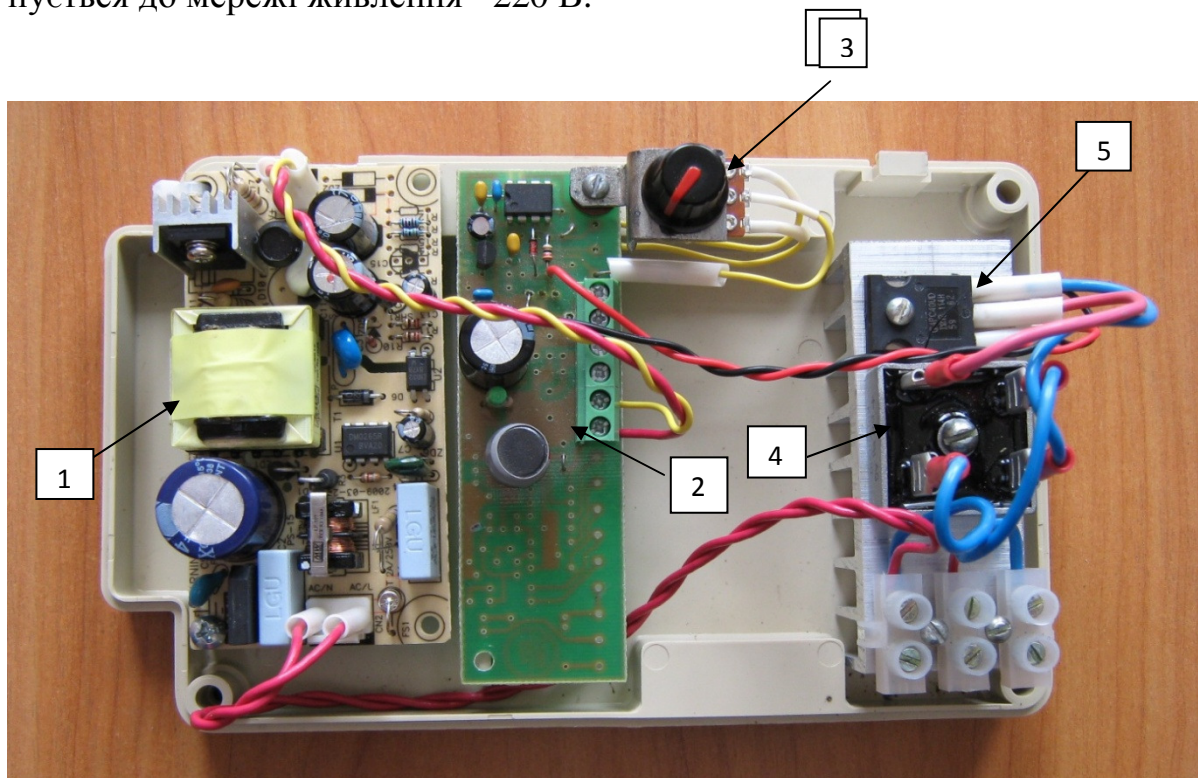


Рис. 2. Зовнішній вигляд широтно-імпульсного перетворювача напруги: 1 – блок живлення системи керування; 2 – генератор імпульсів; 3 – регулятор величини вихідної напруги $R2$; 4 – силовий діодний міст; 5 – комутуючий елемент $VT3$.

Після зарядки конденсатора C до напруги $\frac{2}{3}U_M$ на виході таймера DA напруга зменшиться практично до нуля, транзистор $VT1$ закриється, а $VT2$ відкриється. При цьому транзистор $VT3$ закривається і навантаження від'єднується від мережі. Конденсатор C розряджається через резистор $R3$, праву частину потенціометра $R2$, діод $VD3$ і внутрішній елемент таймера DA .

Для обмеження комутаційних викидів напруги на $VT3$ (особливо при активно-індуктивному навантаженні) та зменшення сумарних втрат в імпульсному перетворювачі в схему введено снаббер (демпфер) з послідовно ввімкнених конденсатора C_D і резистора R_D .

При експериментальних дослідженнях за допомогою аналогового двоканального осцилографа була зафіксована форма кривої вихідної напруги розробленого перетворювача (рис. 3). Як видно з осцилограми крива синусоїдальної напруги мережі живлення порізнана на частки, тобто підтверджені теоретичні викладки регулювання змінної напруги за принципом широтно-імпульсного керування. Шпаруватість імпульсів (величину діючого значення вихідної напруги) регулюють потенціометром 3 (рис. 2). Частота перемикавання силового транзисторного ключа рівна 450 Гц, яка в 9 разів більша основної (50 Гц). Даний перетворювач напруги працював на активне навантаження, то форму кривої вихідного струму не заміряли, оскільки вона повторює форму вихідної напруги.

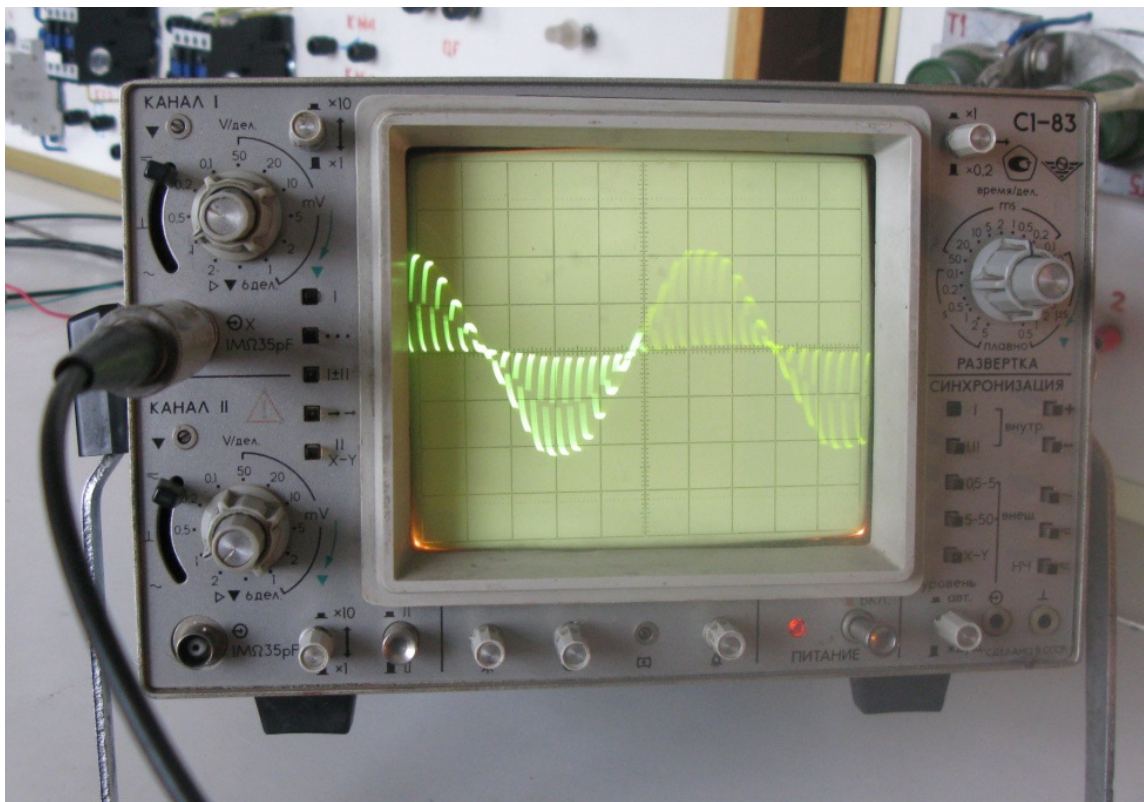


Рис. 3. Форма кривої вихідної напруги перетворювача.

Дослідження спектру вихідної напруги проводились за допомогою універсального вимірювального приладу DMK32.

Результати досліджень (рис. 4) підтвердили теоретичні викладки [2, 3] про формування вищих гармонік кратних несучій частоті, якою є 9-та гармоніка. Пік вищих гармонік явно виражений на 8, 10 та 17, 19, які знаходяться області кратній несучій частоті, тобто 9 та 18.

При збільшенні несучої частоти відповідно і вищі гармоніки будуть збільшуватись. Логічно допустити, що при роботі на активно-індуктивне навантаження, яким є електродвигун, індуктивність буде виступати бар'єром для струмів високої частоти, що являється позитивним для роботи таких регуляторів напруги. Але при цьому буде зростати доля динамічних втрат в силових електронних елементах. Крім того, за рахунок ЕРС самоіндукції будуть появлятися імпульси напруги, від яких потребується захист транзисторних ключів.

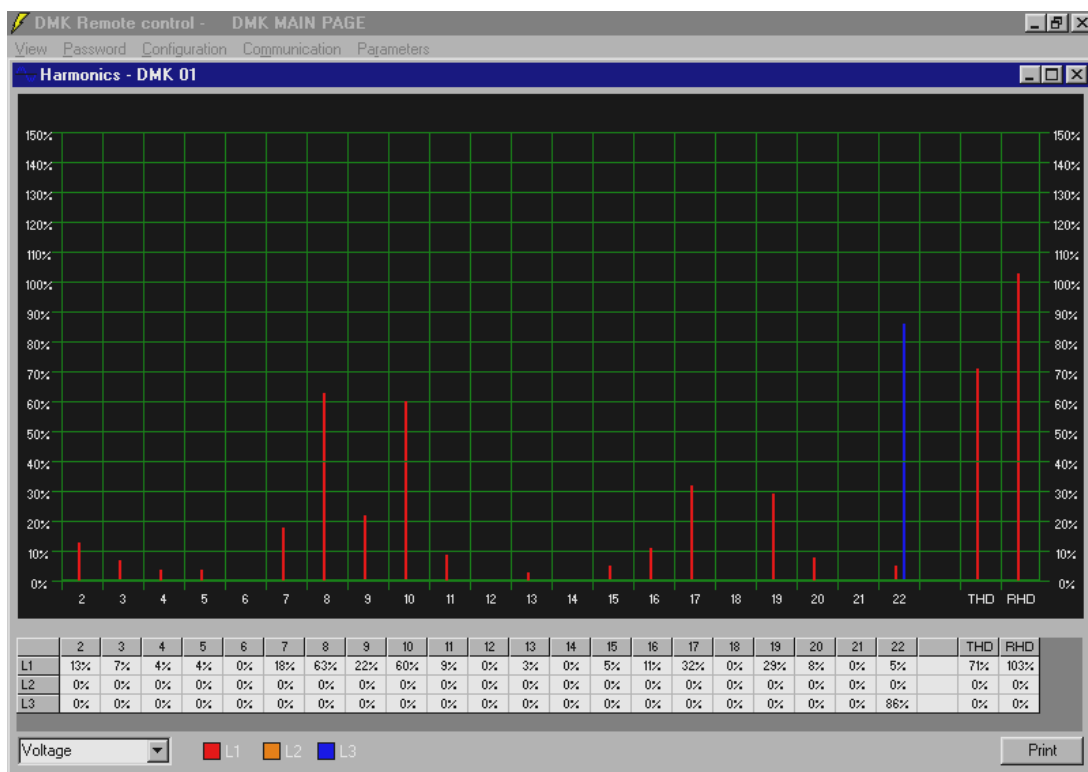


Рис. 4. Спектральний склад вихідної напруги перетворювача з ШПІ-керуванням при роботі на активне навантаження.

Висновки. Проведеними дослідженнями підтверджена роботоздатність широтно-імпульсного перетворювача напруги на активне навантаження. Аналіз спектрального складу вихідної напруги показав, що вищі гармоніки утворюються кратними несучій частоті (450, 900 Гц і т.д.). В подальших дослідженнях необхідно оптимізувати частоту перемикання силового елемента з урахуванням втрат у перетворювачі та якості вихідної напруги при роботі перетворювача на активно-індуктивне навантаження.

Література

1. *Голодний І.М.* До питання регулювання швидкості малопотужного асинхронного електропривода / *І.М. Голодний, О.В. Санченко* // Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2011. – Вип. 166, ч. 4. – С.64-70.
2. *Голодний І.М.* Порівняльний аналіз на моделі в MatLab гармонічного складу вихідної напруги електронних перетворювачів з різними способами керування при роботі на активне навантаження / *І.М. Голодний, О.В. Санченко* // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П.Василенка. Технічні науки. "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – 2012. – Вип. 129. – С.74-78.
3. *Квицинський А.О.* Обґрунтування типу регулятора потужності в умовах електромагнітної сумісності / *А.О. Квицинський, М.Т. Лут, О.В. Шмонін* // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. - №2. – С. 55-68.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ
РАБОТЕ НА АКТИВНУЮ НАГРУЗКИ**

Санченко А.В.

Анотація

Разработан экспериментальный широтно-импульсный преобразователь напряжения и приведены результаты исследований качества гармоничного состава выходного напряжения преобразователя.

**EKSPERIMENTALNYE INVESTIGATE THE SPECTRAL
COMPOSITION OUTPUT VOLTAGE PULSE-WIDTH CONTROL
DURING A RESISTIVE LOAD**

Sanchenko A.V.

Summary

Developed an experimental voltage converter with PWM control and the results over are brought of investigations of the quality of a harmonious output voltage of the converter.