

Waldemar KEMPSKI
Bolesław STOKOWY

UNIwersALNY LABORATORYJNY PRZEMIENNIK CZĘSTOTLIWOŚCI

Streszczenie: Przedstawiono opis i możliwości wykorzystania uniwersalnego laboratoryjnego przemiennika częstotliwości o mocy typowej 50 kVA, przeznaczonego do badań modelowych i realizacji zadań dydaktycznych z zakresu energoelektroniki.

Wstęp

Przed podjęciem decyzji o wykonaniu prototypu układu energoelektronicznego należy przeprowadzić szereg badań laboratoryjnych. Pełna analiza zjawisk towarzyszących działaniu układu energoelektronicznego wymaga przeprowadzenia pomiarów szeregu wielkości fizycznych, sprawdzenia pewności i trwałości działania poszczególnych podzespołów, stwierdzenia i ocenienia intensywności oddziaływania obwodów energetycznych na obwody sterowania i wyzwalań. Również opracowanie właściwych metod projektowych wymaga sprawdzenia ich w układach rzeczywistych. Jednocześnie każdorazowa budowa przeznaczonego do badań modelu układu energoelektronicznego; związana jest z dużym nakładem czasu i środków finansowych.

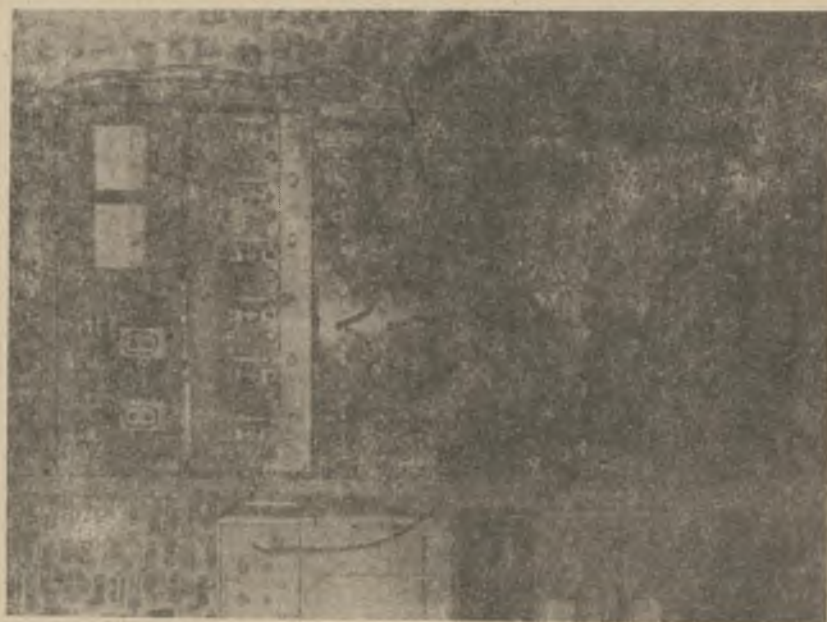
Opis układu laboratoryjnego

W Instytucie Elektryfikacji i Automatykacji Górnictwa wykonano laboratoryjny przemiennik częstotliwości odznaczający się znaczną uniwersalnością i elastycznością w kształtowaniu konfiguracji części energetycznej i sterującej. Wygląd zewnętrzny przemiennika jest przedstawiony na rys.1.

Zastosowane rozwiązania układowe umożliwiają prowadzenie badań modelowych przemienników częstotliwości o różnych konfiguracjach części energetycznej i różnych sposobach sterowania, w szczególności badanie napięciowych i prądowych przemienników częstotliwości oraz innych układów energoelektronicznych, takich jak pojedyncze przekształtniki /prostowniki, falowniki/, łączniki i przerywacze prądu stałego i zmiennego o komutacji naturalnej i sztucznej. Ograniczeniem układowym jest liczba elementów półprzewodnikowych, która nie może być większa od 30 /18 tyrystorów i 12 diod/. W układzie zastosowano krajowe licencyjne tyrystory T00-80-13 i diody D00-100-14 z radiatorami RP-127. Umożliwia to uzyskanie mocy typowej obwodu pośredniczącego przemiennika rzędu 50 kVA przy zasilaniu z sieci energetycznej 3 x 380 V.



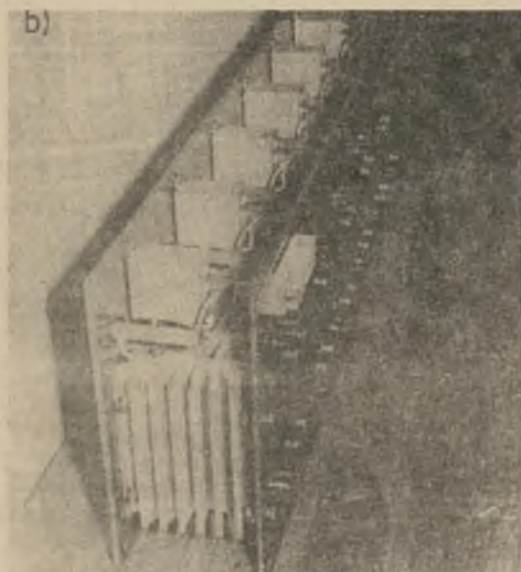
b)



Rys. 1

a)

Diody i tyrystory zostały zgrupowane w integralne bloki zawierające po 6 tyrystorów lub diod. Widok bloku tyrystorowego przedstawia rys.2.



rys. 2. Widok pojedynczego bloku tyrystorowego
a/ z przodu b/ z tyłu

W skład bloku oprócz tyrystorów lub diod z radiatorami wchodzi filtry osłon przepięciowych i wymienne układy wyzwalające /tylko w blokach tyrystorowych/.

Konstrukcja licencyjnych tyrystorów i radiatorów umożliwiła wyprowadzenie zacisków obwodu anodowego na jedną stronę /przednią/ bloku, a zacisków obwodu bramkowego na drugą /tylną/ stronę bloku. Uzyskano przez to w przemienniku rozdzielenie obwodów energetycznych i obwodów sterujących, a przez to wzrost odporności układów sterujących na oddziaływanie obwodów silno prądowych.

W przemienniku zastosowano trzy typy wymiennych układów wyzwalających, pozwalających na uzyskanie trzech rodzajów impulsów wyzwalających o danych:

$$a/ \tau_{imp} = 100 \mu s; \frac{di_G}{dt} = 2 \frac{A}{\mu s}; I_G \max = 4 I_{GT}$$

$$\tau_{IG \max} = 4 \mu s;$$

$$b/ \tau_{imp} = 4 \text{ ms} / 72^\circ \text{ el. przy } f = 50 \text{ Hz}; \frac{di_G}{dt} = 1 \frac{A}{\mu s}$$

$$I_G = I_{GT}$$

$$c/ \tau_{imp} - \text{bez ograniczeń}; \frac{di_G}{dt} = 1 \frac{A}{\mu s}; I_G = I_{GT}$$

Układy wyzwalające "a" są stosowane do wyzwalania tyrystorów komutacyjnych falowników prądowych, układy "b" - do wyzwalania tyrystorów przekształtników o komutacji sieciowej, układ "c" - do wyzwalania tyrystorów roboczych przekształtników prąd stały - prąd zmienny o nastawianej częstotliwości wyjściowej.

Pomocnicze elementy obwodu części energetycznej /bezpieczniki, kondensatory komutacyjne, dławiki/ umieszczono na oddzielnych płytach dających się łatwo montować przy odpowiednim bloku tyrystorowym lub diodowym. Na rys. 1a są widoczne: płyta z bezpiecznikami Btp oraz płyta z kondensatorami komutacyjnymi KS-MP-8 μF - 500 V~.

Pozostałe elementy układu, jak łączniki, przekładniki prądowe, transformatory synchronizujące, filtry przepięć łączeniowych, elementy sterowania stykowego, sygnalizacji i pomiaru zostały zgrupowane w jednym bloku /blok górny na rys.1/. W tym samym bloku umieszczono zespół wentylatorów wymuszających obieg powietrza w obudowie przemiennika.

Większe gabarytowo elementy energetyczne, jak:

- transformator separujący o mocy znamieniowej 50 kVA,
- kondensator zasobniczy o pojemności 500 μF i napięciu $U_N = 380 \text{ V}$,
- dławik wygładzający na rdzeniu o przekroju 125 cm^2 o indukcyjności regulowanej do $L_{\max} = 2H$ /maksymalna wartość prądu $I_{\max} = 90A$ / umieszczono poza obudową przemiennika. Również sterownik umieszczono poza przemiennikiem. Sterownik został przy wykorzystaniu znormalizowanego układu modułowego BUTJ z obudową AC-5K i panelami 1A4 i 2A4. Przy budowie sterownika przyjęto zasa-

dę, że jeden pojedynczy panel 1A4 zawiera kompletny sterownik do jednego bloku 6-tyrystorowego. We wszystkich sterownikach przyjęto ten sam sposób przesyłu sygnałów wyzwalających /sygnały prądowe/ i ten sam układ wejściowy wymiennych płytek wyzwalaczy. Uzyskano przez to znaczną uniwersalność i łatwość w kształtowaniu konfiguracji układów. Aktualnie są wykonane trzy sterowniki.

Sterownik I umożliwia pracę prostowniczą i falowniczą mostka sześciotyristorowego z komutacją sieciową przy wyzwalaniu tyrystorów impulsami o szerokości 72° el. /wyzwalacz "b" lub "c"/.

Sterownik II jest przystosowany do sterowania tyrystorów mostka sześciotyristorowego o kącie przewodzenia $\frac{1}{2}\pi$ lub $\frac{2}{3}\pi$ przy czym częstotliwość wyjściowa sterownika może być nastawiona w granicach 6-60 Hz, a impulsy sterujące mają szerokość $\frac{1}{3}\pi$ lub $\frac{2}{3}\pi$. Sterownik może współpracować wyłącznie z wyzwalaczami typu "c".

Sterownik III różni się od poprzedniego tym, że czas trwania impulsu jest stały i wynosi $100 \mu s$. Sterownik może współpracować z wyzwalaczami a, b i c.

Panele podwójne sterownika /2A4/ zostały przeznaczone na zasilacze i układy regulacyjne badanych przekształtników.

Obecnie przemiennik jest wykorzystywany do badania procesów komutacyjnych falownika prądowego o komutacji fazowej i międzyfazowej oraz do badania współpracy prądowego przemiennika częstotliwości z silnikiem synchronicznym. Równolegle prowadzona jest dalsza rozbudowa i doskonalenie rozwiązań układowych.

Zakończenie

- Dzięki dużej uniwersalności przedstawiony układ umożliwia realizację prac naukowo-badawczych i projektowych z zakresu energoelektroniki.
- Dzięki zastosowanej konstrukcji części energetycznej i obwodów sterowania układ umożliwia oddzielne badanie poszczególnych podzespołów przemiennika oraz oddzielne badanie poszczególnych elementów tych podzespołów.
- Układ umożliwia realizację specjalnych programów laboratoryjnych w ramach różnych przedmiotów obejmujących zagadnienia z dziedziny energoelektroniki

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

Резюме

В статье дается описание и возможности использования универсального лабораторного преобразователя типовой мощностью 50 кВа, предназначенного для модельных испытаний и проведения лекций по энергэлектронике.

THE UNIVERSAL LABORATORY FREQUENCY CONVERTER

Summary

The description and possibilities of utilizing the universal laboratory frequency converter, the typical power output of 50 kVA designed for model testing and realization of the didactic tasks partly covering the scope of energy electronics was presented.