

# ЦИКЛОКОНВЕРТОРИ И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ В ЕЛЕКТРОЗАДВИЖВАНЕТО

Никола Николов

Технически университет - София, България

Слободан Мирчевски

Университет „Св.Св. Кирил и Методий“, Скопие

*Abstract: The cycloconverters with line-frequency-commutated converters are utility to control the synchronous and induction motors in low speed and very large horsepower applications. In this paper is discussed cycloconverters with separate control of the controlled rectifiers.*

Приложението на двигателите за променлив ток в промишлеността и необходимостта от регулиране на оборотите им наложи използването на различни преобразуватели на честотата. В практиката са намерили приложение три вида преобразуватели на честотата: машинни генератори, инвертори и преобразуватели с непосредствено преобразуване. Поради голямото тегло и ниския кпд, преобразувателите от първия вид вече не се използват. Благодарение на успехите в производството на мощнни полупроводникови прибори, днес изключително се използват преобразувателите на честота от втората и третата група. Циклоконверторите или преобразувателите от третата група превъзхождат преобразувателите със звено по постоянен ток - инверторите, по отношение на кпд - средно с 2%, а също така по обем и тегло. При тях относителното тегло за киловолтампер е два пъти по-ниско. Това са главните причини, които са обосновили приложението на циклоконверторите при регулирането на мощните променливотокови двигатели при различни технологични процеси като например: в цементовата промишленост за задвижването на топковите мелници, в металургичната промишленост, в компресорните станции, във водоснабдяването за задвижване на мощните помпи.

На фиг.1а е представена блоковата схема на еднофазен циклоконвертор. Той включва два тиристорни токоизправителя (I и II), схема на управление на тиристорите (СУ) и активно-индуктивен товар (R,L). Товарът е включен паралелно и на двата изправителя. Когато работи единият изправител, през товара протича ток за определено число полупериоди на захранващата мрежа с напрежение U1, а когато работи втория изправител - през товара се пропуска ток в обратна посока за същото число полупериоди. По този начин се формира променливия ток през товара.

На фиг.1в е показана формата на тока през товара, при пропускане на ток от изправителите само през един полупериод на

захранващата мрежа. В схемата на управление постъпва сигнал от тока на изправителите и само когато токът  $i_{01}$  или  $i_{02}$  се нулира тогава се подава управляващ импулс на следващия изправител. В действителност този импулс се подава след време  $t_Q$  от нулирането на тока, за да се възстановят тиристорите от работилия преди това изправител. По този начин се предотвратява късото съединение през изправителя, който е приключил провеждането на тока.

На фиг.2а е предоставена схемата на мостов циклоконвертор при активен товар. На фиг.2в е показано напрежението на мрежата  $U_1$ , а на фиг.2с е представено напрежението на товара  $U_2$ . Чрез регулирането на ъгъла на управление  $\alpha$  на тиристорите се регулира ефективната стойност на  $U_2$ , а чрез превключването на мостовите изправители се определя честотата на  $U_2$ .

На фиг.3 е представена схема на циклоконвертор, който преобразува напрежението на трифазната мрежа  $U_1$ , с честота  $f_1$ , в еднофазно напрежение  $U_2$  с честота  $f_2$ . Честотата на изходното напрежение се дава със съотношението [1].

$$m.f_1 \\ f_2 = \frac{2p + m - 2}{2p + m}$$

където  $m$  е броят на фазите на източника,  $p$  - броя на импулсите за един полупериод на входното напрежение.

За получаване на по-висока честота  $f_2$  на изходното напрежение се налага да се използва многофазен източник. При еднотактната схема, показана на фиг.3 максималната честота, която може да се получи при добър хармоничен състав на изходното напрежение е  $f_{2m} = 0,43f_1$ , а при мостовата схема  $f_{2m} = 0,6f_1$ . Това показва, че за да се получи по-висока честота на изходното напрежение трябва да се използват мостовите схеми.

На фиг.4 е предоставена схема на циклоконвертор, който преобразува трифазната мрежа с напрежение  $U_1$  в трифазно напрежение  $U_2$  с честота  $f_2$ . Схемата е изградена с мостови изправители, като за всяка фаза на изходното напрежение се използват по два моста. Използването на мостовите изправители в циклоконверторите за получаване на трифазно напрежение изисква трите фази на входното напрежение, захранващи мостовите изправители да бъдат галванично изолирани [3].

Тази схема е много удобна за захранване на мощни променливотокови двигатели от порядъка на няколко мегаволтампера.

Напрежението върху товара (за една фаза) има вида

$$U_t = U_{tm} \sin 2\pi f_2 t,$$

където  $U_{tm}$  е амплитудата на първата хармонична и зависи от закона на модулиране на ъгъла  $\alpha$  и от управляващото напрежение.

Както е известно за регулиране на оборотите на асинхронните двигатели по честотния метод е необходимо заедно с честотата да се променя и напрежението върху товара като се спазва съотношението.

Утм

$$\frac{U}{f} = \text{const}$$

$$\sqrt{2} f_2$$

Това се реализира чрез изменение на ъгъл  $\alpha$ .

При представените схеми, превключването на изправителите става само след като токът през работещия изправител се нулира. Особеното на тези циклоконвертори е, че при тях не се изискват допълнителни елементи в силовата верига. Работата на изправителите в тези циклоконвертори се осъществява чрез разделно управление, което се постига от схемата на управление.

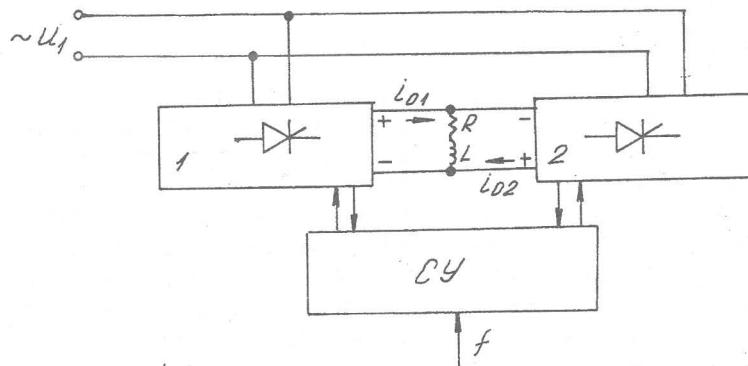
В практиката се използва и съвместно управление на двета моста, включени между източника и една фаза на товара, като сумата от ъглите на управление на двета моста е равно на  $180^\circ$ . При този начин единият преобразувател работи в изправителен режим, а другия в инверторен. При тази схема обаче се налага използването на реактори за намаляване вредното влияние на уравнителните токове между двета изправителя. Това увеличава обема и цената на циклоконверторите, затова разделното управление е за предпочитане.

Приложението на циклоконверторите за задвижване на мощни асинхронни и синхронни двигатели има голяма перспектива, тъй като осигурява по-голям кпд от преобразувателите със звено за постоянен ток и по-лесно се реализира при високи напрежения.

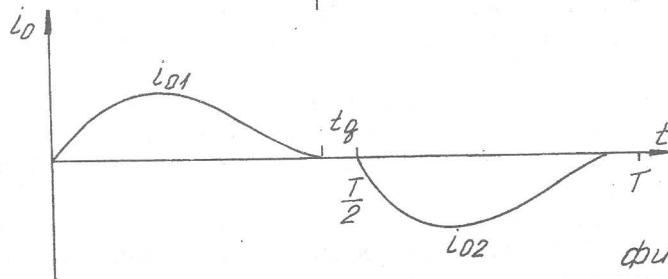
Главен недостатък на циклоконверторите е, че при тях регулирането на честотата става в посока на намаляването и спрямо максималната честота на изходното напрежение, която е ограничена до 0,43 и 0,6 от честотата на мрежата в зависимост от схемата на циклоконвертора. Това води до непълно използване на двигателите по обороти, респективно по мощност.

#### ЛИТЕРАТУРА

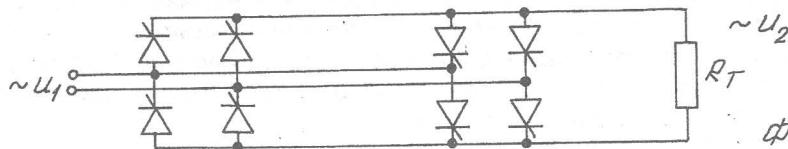
1. Фигаро Б.И., Б.С.Готовский, З.А.Лисс. Тиристорные циклоконверторы, „Наука и техника“, Минск, 1973.
2. Чехет Э.М., В.П.Мордач, В.Н.Соболев. „Наукова думка“, Киев, 1988.
3. Mohan Ned, T.Undeland, W.Robbins, Power Electronics, Wiley, Singapore, 1989.
4. Руденко В.С., В.И.Сенько, И.М.Чиженко. Преобразовательная техника. „Вища школа“, Киев, 1978.



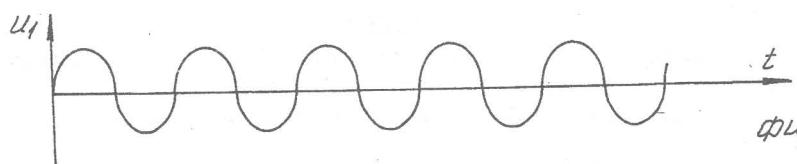
фиг. 1а



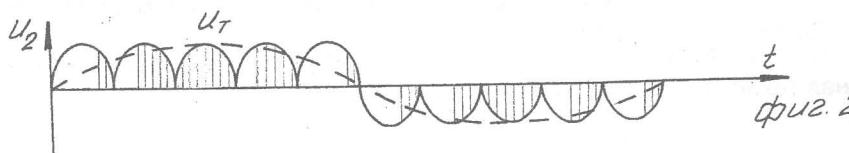
фиг. 1б



фиг. 2а



фиг. 2б



фиг. 2в

