

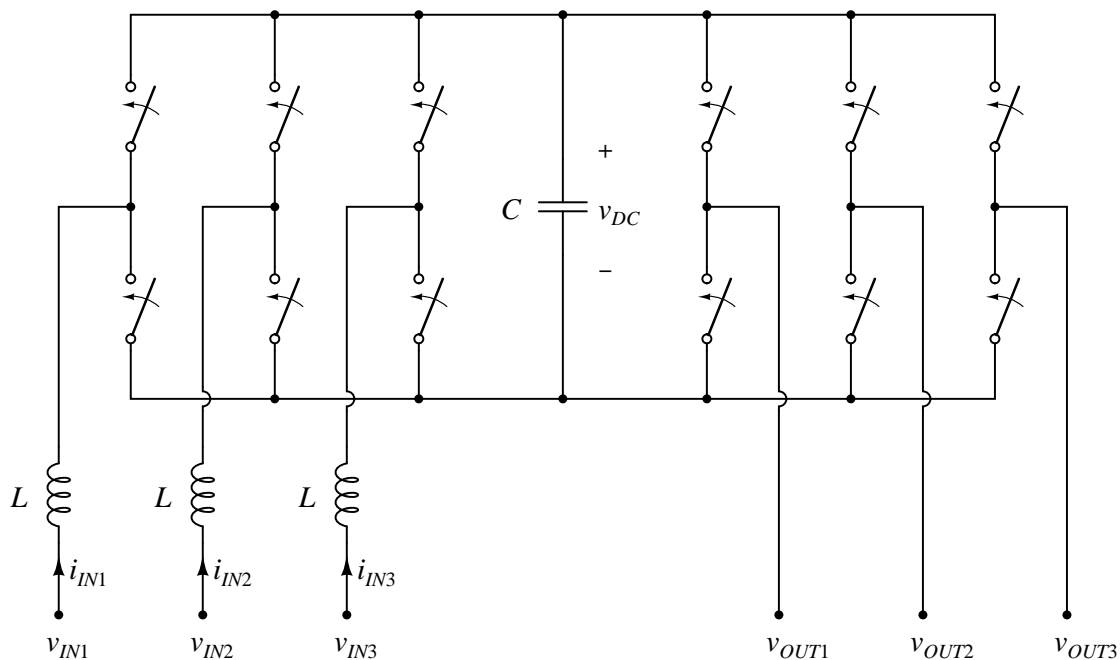
# Ciklokonvertori

Ciklokonvertori su pretvarači naizmeničnog napona ili struje u naizmenični napon ili struju. Koriste se za promenu napona i/ili frekvencije izlazne veličine u odnosu na napon i frekvenciju ulazne veličine. Postoje dva pristupa realizaciji ciklokonvertora: realizacija sa jednosmernim međustepenom (koji je jedino poznat pod imenom *DC link*) i direktna realizacija. Realizacija sa DC linkom se svodi na primenu ispravljača i invertora. Direktna realizacija koristi pogodna povezivanja neke od ulaznih veličina na izlaz i najčešće ne sadrži elemente za akumulisanje energije.

## Ciklokonvertori sa DC linkom

Trofazni naponski ciklokonvertor sa DC linkom je prikazan na slici 1. Sastoji se iz bidirekcionog AC/DC konvertora, jednosmernog međukola (DC linka) i trofaznog naponskog invertora. Kao jednosmerno međukolo se koristi kondenzator koji treba da obezbedi stabilan napon za napajanje invertora. Kod trofaznih sistema ovo nije problem, pošto pod pretpostavkom simetrije faza i sinusoidalnih ulaznih struja u fazi sa naponom, trofazna trenutna snaga je konstantna, pa zahtevana kapacitivnost kondenzatora nije velika. Kod monofaznih konvertora, zahtevana kapacitivnost kondenzatora za istu talasnost napona je mnogo veća zbog velikih varijacija trenutne snage.

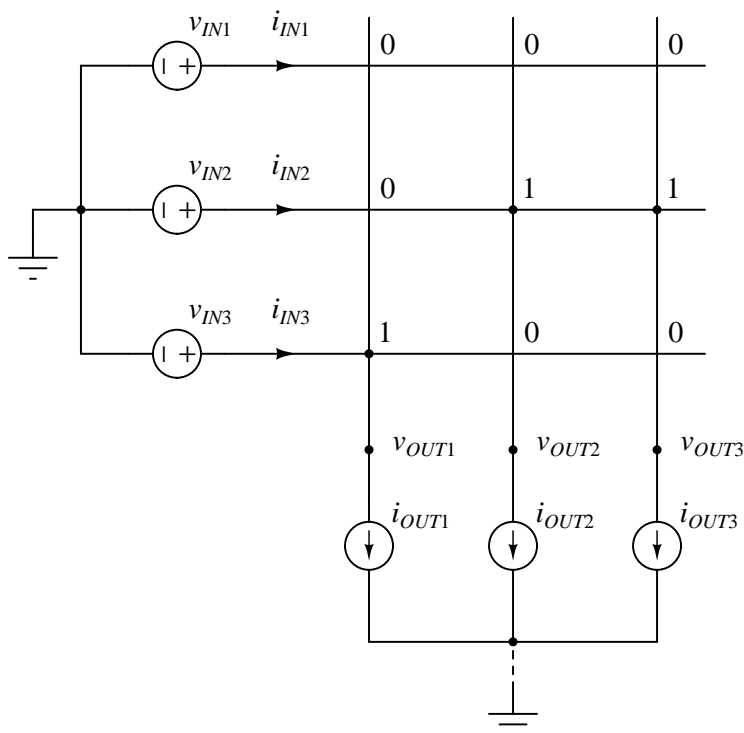
Ovakvi pretvarači se koriste kod pogona motora i omogućuju potpunu kontrolu faznog stava i talasnog oblika ulaznih struja. Zahtevaju složeno digitalno upravljanje.



Slika 1: Ciklokonvertor sa DC linkom.

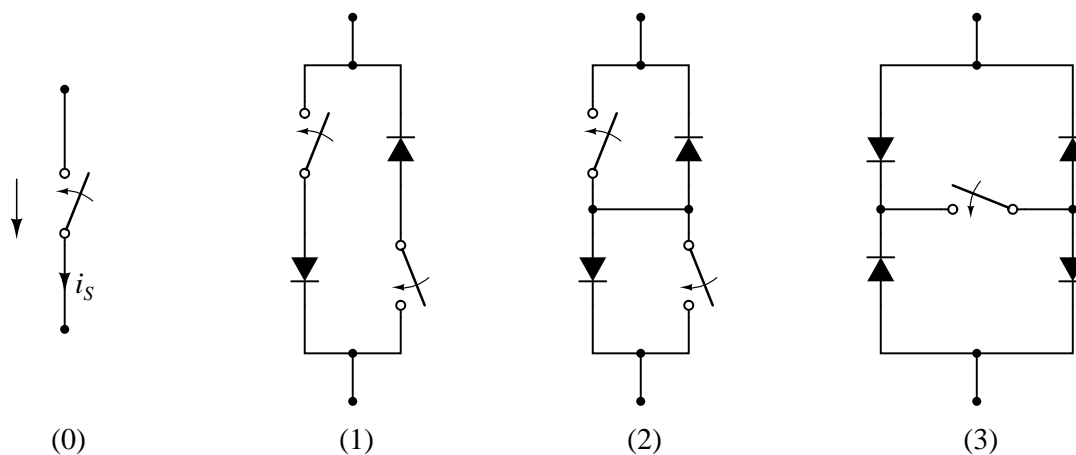
## Matrični konvertori

Direktna realizacija ciklokonvertora se ostvaruje matričnim konvertorima. Matrični konvertor sa naponskim ulazom i strujnim izlazom je prikazan na slici 2 i sastoji se isključivo iz prekidačkih elemenata. Prekidači su povezani u matricu, odakle i potiče naziv matrični konvertor. Potrošač i izvor mogu biti povezani pomoću tri provodnika (*three-wire connection*) ili pomoću četiri provodnika (*four-wire connection*), što je prikazano isprekidanom linijom.



Slika 2: Matrični ciklokonvertor.

Pošto je konvertor sa tri ulazne i tri izlazne faze, matrica prekidača ima dimenziju  $3 \times 3$  i koristi devet prekidača. Svaki prekidač u matrici je bidirekcion, odnosno mora imati mogućnost blokiranja napona i provođenja struje u oba smera. Ovakve zahteve uobičajeni prekidački elementi ne ispunjavaju, pa se prekidači za matrične konvertore najčešće realizuju korišćenjem dva kontrolisana prekidačka elementa, kako je prikazano na slici 3. Na slici 3(0) je prikazan kontrolisani prekidački element i smer u kome može da provodi struju. Takvi prekidački elementi



Slika 3: Bidirekcionni prekidači.

se koriste za realizaciju bidirekcionih prekidača prikazanih na slikama 3(1) i 3(2). Realizacija sa slike 3(1) je pogodna kada je prekidački element tiristor, pa redna dioda nije potrebna. Realizacija sa slike 3(2) je pogodna kada se kao prekidački elementi koriste MOSFET-ovi ili IGBT-ovi. Još jedna realizacija bidirekcionog prekidača je prikazana na slici 3(3) i zahteva četiri diode i samo jedan kontrolisani prekidač. Ova realizacija nije pogodna za primenu u matričnim konvertorima zbog nemogućnosti precizne komutacije, što će biti kasnije razmatrano.

Matrični konvertor sa slike 2 ima naponski ulaz i strujni izlaz. To implicira da se kombinacijom stanja prekidača nikada ne smeju kratko spojiti dve ulazne faze, niti sme da se ma koja izlazna faza ostavi otvorenom. Ovaj zahtev uslovljava da u svakoj koloni prekidačke matrice u svakom trenutku vremena bude uključen tačno jedan prekidač. Nikada ne smeju biti uključena dva prekidača, niti smeju svi prekidači biti isključeni. Ovaj zahtev za komutaciju je dosta strog i on u praksi isključuje mogućnost primene bidirekcionog prekidača sa slike 3(3), dok redosled uključivanja i isključivanja prekidača mora pažljivo da se kontroliše kod preostale dve realizacije.

Pod navedenim ograničenjima, matrični konvertor ima  $3^3 = 27$  stanja koje treba razmatrati. Stanje prekidača je opisano matricom  $S$  koja je za prekidačku kombinaciju sa slike 2

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

U matrici stanja se uvek nalazi šest nula i tri jedinice, pri čemu svaka kolona sadrži tačno jednu jedinicu. Izlazni naponi konvertora su dati sa

$$\begin{bmatrix} v_{OUT1} \\ v_{OUT2} \\ v_{OUT3} \end{bmatrix} = S^T \begin{bmatrix} v_{IN1} \\ v_{IN2} \\ v_{IN3} \end{bmatrix}$$

dok su ulazne struje date sa

$$\begin{bmatrix} i_{IN1} \\ i_{IN2} \\ i_{IN3} \end{bmatrix} = S \begin{bmatrix} i_{OUT1} \\ i_{OUT2} \\ i_{OUT3} \end{bmatrix}.$$

Zbog efektivnog zahteva za  $3 \times 3 \times 2 = 18$  prekidača i složenog upravljanja, matrični konvertori se ne koriste široko.