

## Изследване на система честотен регулатор – трифазен асинхронен двигател

Анка Кръстева, Иван Гунев, Станимир Станев

**Research on frequency regulator - induction motor system:** A system for testing the mechanical data of induction motor has been developed.. The test system can be used on any type of electric drives of working machinery. The developed system will serve to further investigation into energy efficiency of different types of engines with frequency interleaving

**Key words:** energy efficiency, motor drives.

### ВЪВЕДЕНИЕ

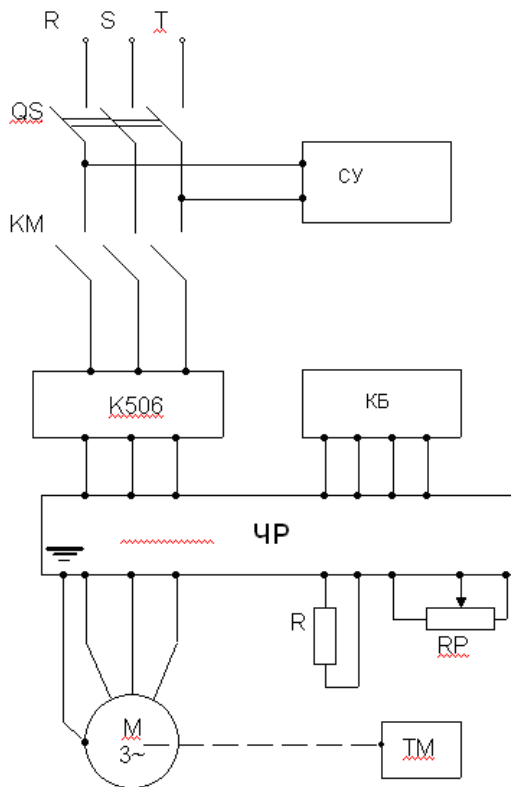
В съвременният етап на развитие на техниката и технологиите непрекъснато се повишават изискванията към електрозадвижванията, с цел повишаване количеството и качеството на произвежданата продукция и нейната конкурентноспособност на световния пазар. Най-масово използваният електродвигател в съвременните електрозадвижвания е асинхронният, поради неговите предимства – проста конструкция, висока надеждност, ниска цена, запазване се от съществуващата трифазна система [1,2,3,]. Основен негов недостатък е невъзможността за плавно регулиране на скоростта в широки граници (диапазон на регулиране и плавност на регулиране). През последните години все по-широко приложение в електрозадвижването намират честотните регулатори за асинхронни двигатели.

Настоящата разработка има за цел да бъдат изследвани механичните характеристики на системата ЧР-ЗФАД (честотен регулатор – трифазен асинхронен двигател).

### ИЗЛОЖЕНИЕ

За постигане на горепосочената цел са направени експериментални изследвания. Използван е честотен регулатор от последно поколение и трифазен асинхронен двигател с номинални данни:  $P_n = 2,2 \text{ kW}$ ,  $U_n = 380 \text{ V}$ ,  $I_n = 5,6 \text{ A}$ ,  $n_n = 950 \text{ min}^{-1}$ ,  $\cos \varphi_n = 0,76$ . Измервателната апаратура включва: измервателен комплект К506 (А, V, Wа, Wг), Ц4380 и Ц 4340. Като товарна машина е използван двигател 2ПБ160LYХЛ4 с номинални данни  $U_n = 220 \text{ V}$ ,  $I_n = 13,6 \text{ A}$ ,  $P_n = 2,5 \text{ kW}$ ,  $\eta = 79,5\%$ , независимо възбуждане, работещ в генераторен режим, предварително тариран.

Схемата на свързване на ЧР и АД с куплираната ТМ (товарна машина) е дадена на фиг.1. Схемата съдържа: товаров прекъсвач QS, контактор КМ и съответната схема за управление (СУ), честотен, на изхода на който е свързан трифазният асинхронен двигател с куплираната към него постояннотокова машина. Към честотния регулатор е свързан спирачен резистор R, потенциометър за управление RP и клемен блок с преклювачатели за пускане, спиране и реверсиране. Прекъсвачът осигурява защита от инцидентни къси съединения, пробиви в изолацията и заключване (ако е необходимо). Контакторът осигурява контрол, управление и изолиране на двигателя при спиране. Използваният честотен регулатор е електронно защитен срещу късо съединение между фазите и между фаза и нула, и осигурява температурна защита на двигателя.



Фиг.1. Принципна схема на лабораторната установка

За пускане на системата е абсолютно необходимо предварителното въвеждане на следните величини и параметри:

- в меню „Настройки“

а) максимален топлинен ток  $I = (0,2 \div 1,5)I_n$ ;

б) ток на автоматично динамично забавяне при спиране  $I = (0 \div 1,2)I_n$ ;

в) прагово ниво на тока на двигателя  $I = (0 \div 1,5)I_n$ .

- в меню „Регулиране на движението“

а) честота на напрежението, захранващо двигателя – 50Hz;

б) номинално напрежение на електродвигателя, описано на заводската табела – 380V;

в) номинална честота на напрежението на електродвигателя, посочена на заводската табела – 50Hz;

г) номинален ток на двигателя, посочен на заводската табела -  $I_n$ ;

д) номинална честота на въртене на електродвигателя, посочена на заводската табела  $n_n = 0 \div 3,760 \text{ min}^{-1}$ ;

е)  $\cos \varphi$  на двигателя, посочен на заводската табела – от 0,5 до 1;

ж) избор типа на закона за управление „напрежение/честота“

L- постоянен момент на натоварване на вала;

P- променлив момент на натоварване на вала;

$n$  – векторно управление на потока.

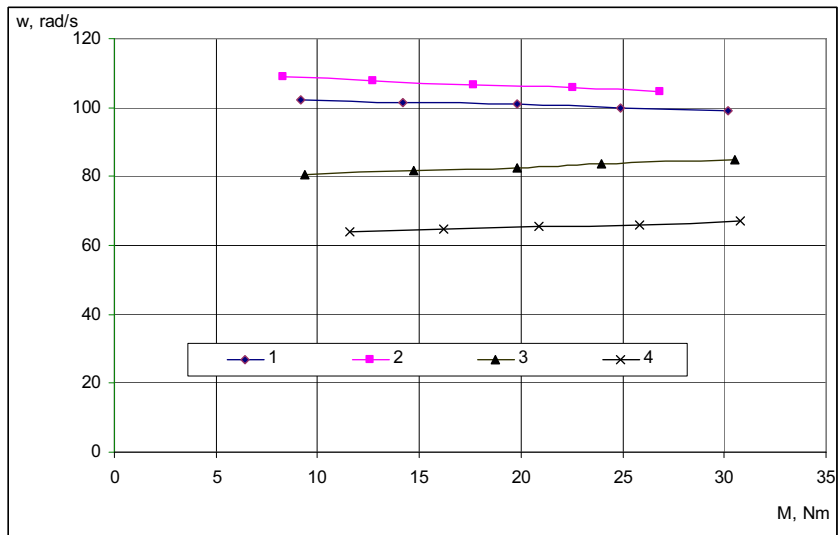
Останалите величини и параметри са фабрично въведени и по желание можем да ги променяме. С бутоните на клемния блок (КБ) се извършва пускането, реверсирането и спирането на двигателя, а с потенциометъра RP – неговите оборо-

Таблица 1

Опитни резултати от експерименталните изследвания

$U_1, V$	$I_1, A$	$P_1, W$	$Q_1, VAR$	$n, \text{min}^{-1}$	$U_G, V$	$I_G, A$
$n_0 = 1000 \text{ min}^{-1}$ - естествена характеристика						
405	5,4	450	3200	980	0	0
405	5,4	500	3200	980	284	0
405	5,5	925	3100	975	277	2
405	5,5	1350	3050	970	267	4
405	5,9	1850	3000	965	260	6
405	6,4	2350	2950	955	252	8
405	7,2	2950	2950	945	245	10
$n_0 = 1000 \text{ min}^{-1}$ - изкуствена характеристика						
405	1,1	525	150	1050	260	0
405	2,2	925	175	1040	258	2
405	3,7	1400	200	1030	250	4
405	4,9	1850	250	1020	245	6
405	6,2	2325	250	1010	240	8
405	7,6	2850	300	1000	232	10
$n_0 = 800 \text{ min}^{-1}$ - изкуствена характеристика						
411	1	475	150	760	210	0
411	1,9	875	150	770	212	2
411	3,2	1225	175	780	210	4
411	4,4	1700	225	790	210	6
411	5,2	2000	250	800	210	7,5
411	6,9	2650	300	810	212	10
$n_0 = 600 \text{ min}^{-1}$ - изкуствена характеристика						
411	0,75	510	165	600	172	0
411	1,5	840	180	610	170	2
411	2,55	1245	210	620	168	4
411	3,5	1680	210	625	166	6
411	4,5	2160	255	630	164	8
411	5,9	2670	285	640	163	10

ти в предварително зададените граници. В табл.1 са поместени резултатите от направените изследвания. Заснети са естествената характеристика и три изкуствени характеристики при  $n_0 = 1000, 800, 600 \text{ min}^{-1}$  ( $n_0$  - синхронна честота на въртене). Обработката на опитните резултати за построяване на механични характеристики, поместени в табл.1, е направена по методика, описана в [1,2,3,]. Визуализирането на тези характеристики е представено на фиг.2. При предварително задена честота на въртене чрез потенциометъра RP могат да се регулират оборотите на двигателя плавно, в широки граници  $(0,2 \div 1,2)n_0$ . Изкуствените механични характеристики са твърди. Те могат да бъдат недокомпенсирани ( $Q_1$  е индуктивен, характеристика 2), прекомпенсирани ( $Q_1$  е капацитивен, характеристики 3 и 4) и идеално твърди ( $Q_1 \approx 0$ ). Това зависи както от стойността на RP, така и от отношението  $r_1 : r_2$  ( $RP = r_1 + r_2$ ).



Фиг.2.Механични характеристики на ЧР-АД при различни честоти на въртене

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При направените изследвания се констатира, че консумираната реактивна мощност от мрежата намалява приблизително десет пъти. Това означава намаляване на реактивния ток на двигателя, намаляване на тока в мрежата, а от тук и икономия на електроенергия. Изследваната система може да се използва при всеки вид електрозадвижвания на реални производствени механизми. Разработената уредба ще послужи за по-нататъшно обследване енергийната ефективност при честотно управление на различни типове двигатели.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Ангелов, А., Д. Димитров. Електрически машини Част I.Техника, С., 1976, с.548.

[2] Динов В. Електрически машини. Техника, С., 1977, с.466.

[3] Ключев, В. Теория на електрозадвижването. Техника, С.,1989,с.544.

### За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Анка Кръстева, Катедра "Технически и природо-математически науки", Русенски университет "Ангел Кънчев" - Филиал Силистра,Тел.: 086/821-521, E-mail: [pkj@abv.bg](mailto:pkj@abv.bg).

Гл. ас.инж. Иван Гунев, Катедра "Технически и природо-математически науки", Русенски университет "Ангел Кънчев" - Филиал Силистра,Тел.: 086/821-521.

Гл.ас.мгр.инж.Станимир Станев, Катедра "Технически и природо-математически науки", Русенски университет "Ангел Кънчев" - Филиал Силистра,Тел.: 086/821-521, E-mail: [stanss@mail.bg](mailto:stanss@mail.bg).

Докладът е рецензиран.