

## Вежба 5. – Пуштање у рад асинхроног мотора преко пребацивача звезда-троугао изведеног преко три контактора

### Задатак вежбе 5:

- Повезати асинхронни мотор на мрежу и извршити стартовање асинхроног мотора преко пребацивача звезда-троугао изведеног преко три контактора. Предвидети и тастер за искључење.
- Повезати асинхронни мотор на мрежу и извршити стартовање асинхроног мотора преко пребацивача звезда-троугао изведеног преко три контактора са временским пребацивањем. Предвидети и тастер за искључење.

### Т е о р и ј с к и д е о

Асинхронни мотор при пуштању у рад из мреже узима струју знатно већу од номиналне (и до 5  $I_n$ ). То неповољно утиче на остале потрошаче на мрежи. Дистрибутивна мрежа тачно прописује вредности снага мотора који се могу директно прикључити на мрежу. Код мотора великих снага морају се ограничити полазне струје стартовања мотора. Један од начина смањења полазне струје код мотора са краткоспојеним ротором је пуштање у рад помоћу пребацивача звезда – троугао. На овај начин мотор се прикључи да ради у споју статорских намотаја у звезду, после одређеног времена веза намотаја се пребаца у троугао.

Пребацивачем звезда – троугао могу се пуштати у рад само мотори чији су статорски намотаји предвиђени за сталан рад у вези троугао. Ако је при вези у троугао намотај статора на напону  $3 \times 380$  V, при вези звезда сваки намотај ће бити изложен напону  $U_f / \sqrt{3} = 380 / 1.73 = 220$  V. Ако је импеданса мотора  $Z_k$ , линијска струја при вези у звезду једнака је струји кроз намотај једне фазе и износи:

$$I_{\text{pol.Y}} = I_{\text{pol.f.Y}} = \frac{U_f}{Z_k} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Када мотор постигне довољну брзину, онда се веза намотаја из звезде пребаца у троугао. Тада је струја по фази мања од линијске  $\sqrt{3}$  пута, а линијски и фазни напони су једнаки. За исту импедансу мотора по фази  $Z_k$ , струја по фази је:

$$I_{\text{pol.f.D}} = \frac{U_f}{Z_k}$$

а линијска струја је:

$$I_{\text{pol.D}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{pol.f.D}} = \sqrt{3} \cdot \frac{U_f}{Z_k} = \sqrt{3} \cdot \frac{U_l}{Z_k}$$

Као што се види однос линијских полазних струја при вези намотаја у звезду и троугао је:

$$\frac{I_{\text{pol.f.Y}}}{I_{\text{pol.f.D}}} = \frac{1}{3}$$

Према томе, полазна линијска струја при вези у звезду је 3 пута мања од полазне линијске струје при вези намотаја у троугао.

Мана овог начина је што се са смањењем струје смањује и момент, па се на овај начин не могу пуштати у рад мотори који стартују под оптерећењем: дизалице, кранови итд.

### Вежба 5а.

#### Опис вежбе и управљачка шема

Потребно је прикључити асинхронни мотор на извор напајања у ормару преко одговарајућих елемената, тако да се у првом случају мотор стартује преко пребацивача звезда-троугао деловањем на тастере за звезду и троугао, а у другом случају то пребацивање треба да буде аутоматско. Временским релејом се може остварити аутоматизација тог процеса.

У првом случају, мотор треба прикључити на извор напајања преко одговарајућих елемената тако да се при стартовању оствари пребацивање статорских намотаја из звезде у троугао после произвољног времена деловањем на тастер. Дакле, биће потребан један контактор К за стартовање мотора и још два, од којих ће један бити задужен за спрезање статорских намотаја у звезду  $K_z$  а други



- $K_t$  – контактор за превезивање излазних крајева навоја статора у спрегу ТРОУГАО
- $H_{\text{žut.}}$  – сигнализација спреге ЗВЕЗДА
- $H_{\text{zel.}}$  – сигнализација спреге ТРОУГАО
- $H_{\text{crv.}}$  – сигнализација реаговања биметалне заштите

Почетно стање пре деловања на NO тастер  $T_z$  (3-4):

- главни контакти свих контактора  $K$ ,  $K_z$ , и  $K_t$  су отворени, док су главни контакти биметалне заштите FT затворени;
- сви помоћни контакти су у својим нормалним (стабилним) стањима који се и виде на управљачкој шеми;
- стање после деловања на тастер  $T_z$ ;
- електромагнет контактора  $K_z$  долази под напон;
- његов помоћни NO контакт ( $K_z$  53-54) се затвара и електромагнет главног контактора  $K$  долази под напон те он затвара своје главне контакте;
- када се затвара и његов помоћни NO контакт ( $K$  53-54), чиме је обезбеђено напајање електромагнета главног контакта  $K$  и контактора  $K_z$  по престанку деловања на тастер  $T_z$ ;
- пошто је контактор  $K_z$  активан његов помоћни NO контакт ( $K_z$  83-84) је затворен и омогућава сигнализацију стања ЗВЕЗДА светлењем жуте лампице;
- његов други NC помоћни контакт ( $K_z$  61-62) је сада отворен и онемогућује активирање контактора  $K_t$  (закључавање).

По истеку предвиђеног рада мотора са спрегом статорских намотаја ЗВЕЗДА, треба деловати на NC тастер  $T_t$  (1-2). Тада долази до следећих промена:

- долази до деактивирања контактора  $K_z$ , јер његов електромагнет остаје без напона. То проузрокује затварање помоћног NC контакта ( $K_z$  61-62) који активира контактор  $K_t$ , чиме се намотаји статора пребацују у спрегу ТРОУГАО. Тада се затвара и његов помоћни NO контакт ( $K_t$  54-54) и омогућава сигнализацију тог стања светлење зелене лампице;
- да не би по престанку деловања на тастер  $T_t$  главни контакт  $K_z$  поново дошао под напон, на ред са њим је постављен помоћни NC контакт ( $K_t$  61-62) контактора  $K_t$  (закључавање).

Мотор се у било ком тренутку рада може искључити деловањем на тастер  $T_t$  који оставља без напајања цело управљачко коло, враћајући све његове елементе у нормално (стабилно) стање. У случају реаговања биметала FT долази до искључивања мотора и сигнализације квара укључењем црвене лампице, који омогућава његов помоћни NO контакт (FT 97-98).

### Вежба 5б.

Задатак ове вежбе је аутоматизација процеса пребацавања из звезде у троугао. То се изводи малом модификацијом претходне управљачке шеме увођењем временског члана. Може се користити временски релеј са функцијом кашњења реаговања (функција А). Потребно је да временски члан T1 само замени функцију тастера  $T_t$  из претходне шеме и аутоматизација овог процеса је могућа. Он би требало да реаговањем после подешеног времена т деактивира контактор  $K_z$ . Треба користити биметалну заштиту и омогућити светлосну сигнализацију квара. Овде би се, за разлику од претходних случајева, могла пробати функција D1 мултифункционалног временског релеја T2. Тако би у случају реаговања заштите добили треперећу светлосну сигнализацију.

На основу дефинисаног задатка управљачка шема треба да задовољи следеће захтеве:

- укључивањем главног прекидача у ормару, мотор треба да је без напајања, тј. главни контакти главног контактора  $K$  треба да су отворени;
- ако је мотор искључен, његово укључење треба да се оствари деловањем на тастер  $T_z$ ; тиме треба да се активирају главни контактор  $K$ , звезда контактор  $K_z$  и временски релеј T1; држање се остварује помоћним радним (NO) контактом контактора  $K$  који је везан паралелно тастеру  $T_z$ ;
- када протекне подешено време t реаговања временског релеја T1 треба да се деактивира контактор  $K_z$ ; то се постиже увођењем NC контаката временског релеја у коло електромагнета контактора  $K_z$ ;
- деактивирањем контактора  $K_z$  треба да се активира контактор  $K_t$ ; то се постиже везивањем помоћног NC контакта контактора  $K_z$  у коло електромагнета контактора  $K_t$ ;
- на лампице треба довести напон када је активан контактор кога оне представљају; то се постиже везањем лампица преко помоћних NO контаката одговарајућих контактора;
- потребно је да се у сваком тренутку мотор може искључити деловањем на тастер  $T_t$ ;



Мотор у било ком тренутку рада се може искључити деловањем на тастер  $T_1$ .

У случају реаговања биметала FT долази до искључења мотора искључењем управљачког дела кола. Тада NO контакти биметалне заштите (FT 97-98) омогућавају побуду временског члана T2 подешеног на  $D_1$  функцију која омогућава наизменично отварање и затварање његових NO и NC контаката (T2 15-18). На тај начин подешавањем времена  $t$  на релеју добија се треперећа црвена светлосна сигнализација у случају квара.

### Припрема студента за извођење вежбе

Пре уласка у лабораторију студент треба да уради следеће:

- Разјаснити задатак и управљачку шему за дату вежбу и отклонити све сумње што се тиче разумевања њеног функционисања.
- Као додатну припрему искористи материјал из фолдера **VEZBA5** са приложеног CD-а за разумевање реализације сличних задатака. На CD-у се налазе:
  - управљачка и спојна шема за штампање нацртане у програму AutoCAD 2008;
  - ова вежба симулирана у програму „Constructor“ (фајл „vezba5.Lad“);
  - анимације и симулације сличних управљачких задатака као и остали материјал везан за вежбу 5 (фолдер **DODATNI MATERIJAL**);
  - каталози са детаљним подацима и карактеристикама употребљених елемената (фолдер **KATALOSKI PODACI**).
- Имајући у виду расположиву опрему и елементе студент треба сам да покуша да осмисли другачију или допуни постојећу шему реализације, испроба њено функционисање у програму „Constructor“ и предложи је асистенту.

### Провера припремљености студента

Одговорити на следећа питања:

- Како се спрежу намотају мотора у звезду, а како у троугао? Зашто се то ради?
- Када је момент мотора мањи при спреси његових намотаја у звезду или у троугао?
- Како се у првом задатку остварује пребацивање из звезде у троугао деловањем на један тастер?
- Да ли је омогућено блокирање? Како је реализовано?
- Како је процес пребацивања аутоматизован у другом задатку?
- Како би се реализовала треперећа светлосна сигнализација стања звезда?

## Р а д у л а б о р а т о р и ј и

### Вежба 5а.

Потребни елементи и подаци:

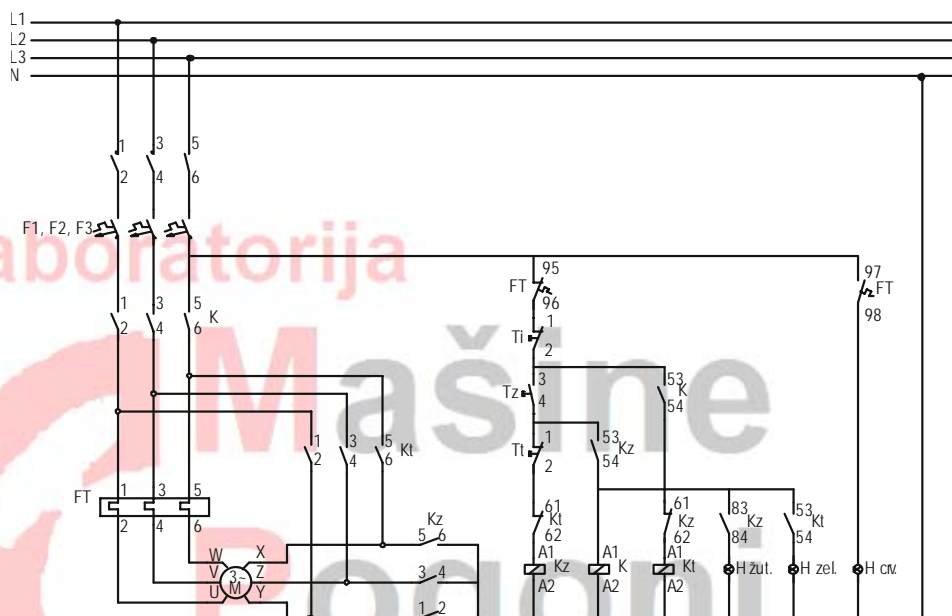
Назив елемента	Ком.	Конфигурација контаката	Напомена
Контактор К	1	- 3 NO главни - 1 NO помоћни	Као главни користити први контактор који је обједињен са биметалном заштитом
Контактор $K_z$	1	- 3 NO главни - 2 NO помоћни - 1 NC помоћни	Ово је звезда контактор. Изабрати један од два слободна. За спајање његових крајева се може користити за то направљен краткоспојник
Контактор $K_d$	1	- 3 NO главни - 2 NO помоћни - 1 NC помоћни	Ово је троугао контактор
Тастери $T_z$ , $T_t$ и $T_1$	3	- 1 NO - 1 NC - 1 NC	Користе се 2 зелена и 1 црвени тастер Зелени тастер је са NO контактима Црвени тастер је са NC контактима
Лампице $H_{zut}$ , $H_{zel}$ и $H_{crv}$ .	3		Користе се жута, зелена, и црвена лампица
Биметална заштита FT	1	- 3 NO главни - 1 NC помоћни - 1 NO помоћни	Биметална заштита је у склопу првог контактора

Поступак рада:

- Проверити да ли је главни прекидач у ормару искључен;
- Идентификовати потребне елементе за реализацију и њихове контакте;
- Повезати елементе према приложеној спојној шеми;

- Прво повезати главне струјне кругове (црним везама) а на крају управљачки део (црвеним везама);
- Преконтролисати везе;
- Позвати асистента да преконтролише да ли је све добро повезано;
- У присуству асистента укључити главни прекидач у ормару;
- Извршити управљачки задатак;
- Извршити потребна мерења и попунити извештај о обављеној вежби;
- По обављеном задатку искључити мотор деловањем на тастер за искључење;
- Искључити главни прекидач у ормару;
- Развезати постојеће везе и вратити све у почетно стање.

#### Спојна шема:



Слика 61 – Спојна шема вежбе 5а

#### Вежба 5б.

#### Потребни елементи и подаци:

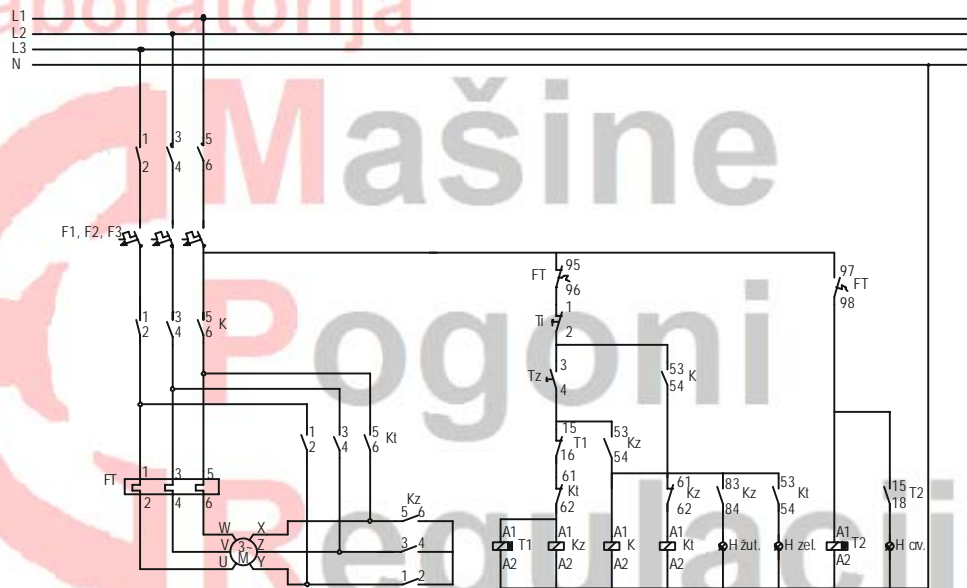
Назив елемента	Ком.	Конфигурација контаката	Напомена
Контактор К	1	- 3 NO главни - 1 NO помоћни	Као главни користити први контактор који је обједињен са биметалном заштитом
Контактор К <sub>d</sub>	1	- 3 NO главни - 2 NO помоћни - 1 NC помоћни	Ово је звезда контактор. Изабрати један од два слободна. За спајање његових крајева се може користити за то направљен краткоспојник
Контактор К <sub>d</sub>	1	- 3 NO главни - 2 NO помоћни - 1 NC помоћни	Ово је троугао контактор
Временски релеји Т1 и Т2	2	- 1 NC - 1 NO	Користе се NC контакти релеја Т1 подешеног на функцију А, а релеј са NO контактима је релеј Т2 подешен на функцију Di
Тастери Т <sub>z</sub> и Т <sub>i</sub>	2	- 1 NO - 1 NC	Користе се 1 зелени и 1 црвени тастер Зелени тастер је са NO контактима Црвени тастер је са NC контактима
Лампице H <sub>zut.</sub> , H <sub>zel.</sub> и H <sub>sv.</sub>	3		Користе се зелена, црвена и жута лампица
Биметална заштита FT	1	- 3 NO главни - 1 NC помоћни - 1 NO помоћни	Биметална заштита је у склопу првог контактора

Подесити временски члан Т1 на затезно време  $t=10\text{ s}$ ,  
Подесити временски члан Т2 на затезно време  $t=0.5\text{ s}$

### Поступак рада:

- Проверити да ли је главни прекидач у ормару искључен;
- Идентификовати потребне елементе за реализацију и њихове контакте;
- Прво повезати главне струјне кругове (црним везама) а на крају управљачки део (црвеним везама);
- Прво повезати главне струјне кругове а на крају управљачки део;
- Преконтролисати везе;
- Подесити потребне параметре (функцију временског релеја, затезно време);
- Позвати асистента да преконтролише да ли је све добро повезано;
- У присуству асистента укључити главни прекидач у ормару;
- Извршити управљачки задатак;
- Извршити потребна мерења и попунити извештај о обављеној вежби;
- По обављеном задатку искључити мотор деловањем на тастер за искључење;
- Искључити главни прекидач у ормару;
- Развезати постојеће везе и вратити све у почетно стање.

### Спојна шема:



Слика 62 – Спојна шема вежбе 5б.

### Извештај о обављеној вежби:

Попунити таблицу измереним вредностима:

Стање	Струја	Напон на намотају мотора	Фактор снаге	Активна снага	Реактивна снага	Привидна снага
ЗВЕЗДА						
ТРОУГАО						

.....

.....

.....

.....

.....