

**АЛГОРИТЪМ ЗА РАЗРАБОТКА НА ЛАДЕРДИАГРАМА ЗА
МЕТАЛОРЕЖЕЩИ МАШИНИ****ALGORITHM FOR DEVELOPMENT OF LADDER DIAGRAM FOR
MACHINE TOOLS****Asst. Madlena Zhilevska***Technical College of Lovech***Asst. Marin Zhilevski***Technical University of Sofia***Abstract**

An algorithm for development of ladder diagram for machine tools with digital program control is describes in this paper. The offered algorithm takes into account the developed control panel, user requirements and specific features of the various subsystems for the studied class of machines. A concrete example has been presented, illustrating the practical application of this algorithm. The research held as well as the results obtained can be used in the development of ladder diagram for the studied class of machine tools.

Keywords: ladder diagram, algorithm, milling machines.

ВЪВЕДЕНИЕ

Програмируемият логически контролер (ПЛК) е микропроцесорна система, която може да управлява множество видове функции с различни нива на сложност [1]. В системата за ЦПУ, програмируемия контролер участва в управлението на отделните възли на машината, с изключението на координатните оси и шпиндела, като отчита тяхната механична система. Като цяло, ПЛК се състои от: логически оператор, реле, брояч, таймер и аритметични функции за изчисление и управление на различни машини и процеси. Има следните предимства [2]: гъвкавост; ефективност; малък обем; бързодействие; надеждност; производителност.

В тази статия са анализирани етапите, свързани с проектирането на металоурежещи машини с цифрово-програмно управление. При разработката на логическа схема се вземат под внимание пулта за управление, изискванията на потребителя и специфичните особености на отделните подсистеми на разглеждания клас металоурежещи машини с цифрово-програмно управление.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Проектирането на металоурежещите машини и в частност – фрезите, преминава през няколко последователни етапи, които са свързани с: дефиниране на изискванията; избор на основните механизми; дефиниране на главното движение и структурата на машината; оразмеряване на задвижванията; дефиниране на управляващите контури; избор на система за цифрово-програмно управление и разработване на логическа схема или ладер диаграма за машината [3, 4, 5]. Ладер диаграмата се записва в програмируемия логически контролер на металоурежещата машина. Той оказва съществено влияние върху правилната работа на машината, намалява енергийната консумация и увеличава експлоатационния живот на периферните устройства.

Разработката на релейната схема (ладер диаграма) изисква детайлно познаване на всички елементи, механизми, периферни устройства и приложения на металообработващата машина. Довеждането до стадий на реална работа в конкретна машина, се

преминава през следните по-важни етапи:

- уточняване на изискванията на потребителя;
- определяне на блоковата схема за разглежданата машина;
- съставяне на алгоритъм за разработка на ладер диаграма;
- извършване на електрическата инсталация;
- тестване и проверка на всички защиты, блокировки, таймери и условия.



Фиг. 1. Блокова схема на алгоритъма за разработка на ладер диаграма.

Блокова схема на алгоритъма за разработка на логическа схема или ладер диаграма за металоуреждащи машини е представен на фиг. 1.

Представената методика преминава през няколко последователни етапа до цялостната изработка на логическата схема за конкретната машина.

Като входни данни се задават: всички изисквания на потребителя; отчита се пулта за управление на машината, на който са разположени необходимите режими за работа, аварийен стоп, галетни превключватели; използваните бутони.

Практическото приложение на представения на фиг. 1 алгоритъм, е свързано с фрезова машина от разглеждания клас.

Зададените входни данни са следните: изисквания за регулиране скоростта на подаване и бързия ход; избор на режими, нулеви точки; включване и изключване на охлаждането; индикация за аларми и други; отчитане особеностите на механизмите.

След преминаване през няколко последователни стъпки е разработен „пулт за управление“ за машина от разглеждания клас, представен на фиг. 2 [6].



Фиг. 2. Пулт за управление.

Практическата реализация преминава през следните няколко етапа:

1. След съставянето на блоковата схема и разработката на пулта за управление за фрезовата машина, може да се формулират и следните изисквания към системата за цифрово-програмно управление: определен брой специализирани функции за управление; бързодействие; едновременно управление на поне две координатни оси; автоматично превключване на кодовете EIA/ ISO; различни видове интерполации; абсолютно и относително програмиране; въвеждане на данни и индикация; компенсация на инструмента; регулиране на скоростите на подаване и шпиндела; необходимия обем па-

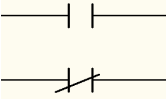
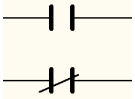
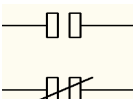
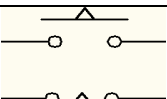
мет; фиксирани цикли; възможност за връщане в нулева точка; обработка на повърхности с постоянна скорост; запис и редактиране на детайл програмата; осъществяване на инч – метрично преобразуване; достатъчен брой входни/ изходни сигнали, таймери и броячи; шумоустойчивост.

2. С отчитане на блоковата схема на фиг. 2 и представения пулт за управление на фиг. 3, е избрана система за цифрово-програмно управление на фирмата FANUC [7]. Тя се отличава с висока точност на позиционирането; стабилност и богати технологични възможности.

3. Съставят се електрическите схеми, като са показани типовете използвани двигатели, начина им свързване, контактори, релетата и други основни особености.

4. Осъществен е избор на проблемно ориентиран език и са уточнени командите и символите в зависимост от СЦПУ – FANUC. В табл. 1 са показани част от тези означения [7].

Табл. 1. Символи, използвани при съставяне на ладер диаграма.

Символ	Описание
	контактите на релета в програмируемия контролер
	базови сигнали от ЦПУ
	входните сигнали от машината
	контакторите на таймерите

В табл. 2 са представени част от базовите инструкции, използвани в разработката на логическата схема [7].

Табл. 2. Таблица с базовите инструкции.

№	Инструкция Формат1 / Формат 2	Действие
1	RD / R	прочита състоянието на даден сигнал и го записва в ST0

Табл. 2. Таблица с базовите инструкции (Продълж.).

2	RD NOT / RN	инвертира състоянието на даден сигнал, прочита го и го записва в ST0
3	WRT / W	извежда резултатите от логическите операции
4	WRT.NOT / WN	инвертира резултатите от логическите операции и го извежда на зададен адрес
5	AND / A	логическо умножение
6	AND.NOT / AN	инвертира състоянието на даден сигнал и извършва логическо умножение (И)
7	OR / O	логическо събиране
8	OR.NOT / ON	инвертира състоянието на даден сигнал и извършва логическо събиране

5. Уточняване на команди, променливи и защиты - освен основните команди, които са заложили в базовия софтуер на СЦПУ, в ладер диаграмата се записват и декодират команди, по желание на потребителя. В случая се отнасят за: избор на съответна позиция от инструменталния магазин – T01÷T08; ляво, дясно завъртане и спиране на шпиндела – съответно M03, M04 и M05; включване и изключване на охлаждането – M08 и M09.

6. Уточняване на базовите сигнали

Базовата програма изисква използваните сигнали от програмируемия логически контролер да бъдат записани на точно определено място в СЦПУ, за да бъде изпълнена желаната инструкция. В табл. 3 са показани част от тези сигнали и мястото, в което трябва да бъдат записани [7].

Табл. 3. Таблица с базовите сигнали за СЦПУ.

PC → NC					
	4	3	2	1	0
64	SPL	ZPa	ZPz	ZPy	ZPx
65	SRV	DEN		RST	
66		TF	SF	EF	MF
69	M30				
NC → PC					
96	*ITx	Nx	Px	NLx	PLx
97	*ITy	Ny	Py	NLy	PLy
98	*ITz	Nz	Pz	NLz	PLz
100		SBK	BDT	DRN	
101	SARA	FIN	ST		
102	*ESP		SPC	SPB	SPA
103	*JV16	*JV8	*JV4	*JV2	*JV1
105	T	D	J	H	

7. Уточняване на входно/изходните сигнали и междинните условия

Системата за цифрово управление дава възможност за използване на входни и изходни сигнали, чрез които се следят различни датчици, бутони, лампи и т.н. Тези сигнали са свързани с нуждите на потребителя и разработения пулт за управление.

За конкретния случай на фрезовата машина, използваните входни сигнали са свързани с: аварийен стоп; нулеви точки по съответните оси; бутони за движение в двете посоки; различни режими, лимитни изключватели; бутони за включване и изключване на охлаждащата система; бутони за стартиране и спиране на шпиндела; сигнали свързани със стъпката на движение и скоростта на шпиндела; следене на нивото и налягането на хидравличната система; сигнали за ръчен импулсен генератор и такива, които са свързани с използваното задвижване на шпиндела.

В резултат на това, в табл. 4 е показана таблица, която отчита част от уточнените входни сигнали за фрезовата машина.

Табл. 4. Таблица с входните сигнали на СЦПУ.

	3	2	1	0
032	-X	+X	*-Lx	*+Lx
	C02/39	C02/24	C02/46	C02/45
033	-Y	+Y	*-Ly	*+Ly
	C02/38	C02/23	C02/48	C02/47
034	-Z	+Z	*-Lz	*+Lz
	C02/37	C02/22	C02/50	C02/49
036	DRN	RT	SBK	
	C02/27	C02/28	C02/7	C01/15
037	KEY	B.ST	Дат. ниво	Дат. нал
	C02/13	C02/1	C01/32	C01/30
038	SPB		SPC	SPA
	C01/47	C01/31	C01/48	C01/18
039	*JV8	*JV4	*JV2	*JV1
	C02/11	C02/44	C02/43	C02/42

В табл. 5 са показани част от изходните сигнали на СЦПУ за изследваната фрезова машина.

Табл. 5 Таблица с изходните сигнали на СЦПУ.

	3	2	1	0
00	T05	T06	T07	T08
	C04/5	C04/36	C04/20	C04/35
01				ON
	C04/26	C04/12	C04/44	C04/34

Табл. 5 Таблица с изходните сигнали на СЦПУ (Продълж.).

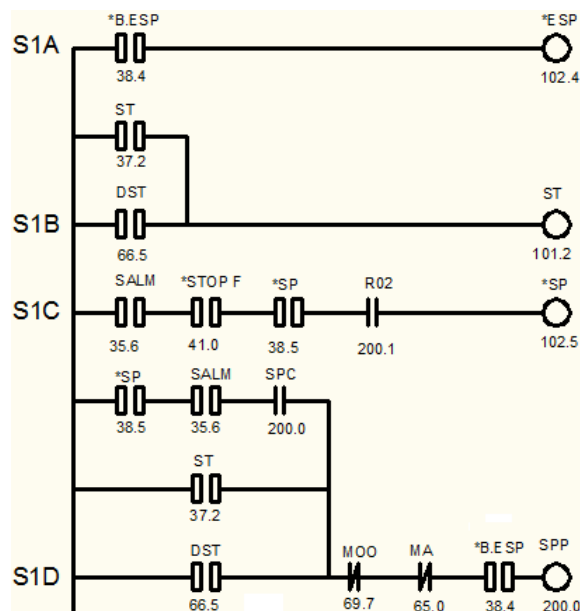
02			Л. SPL	Л.READY
	C03/49	C03/31	C04/27	C04/41
03	Л. Hz	Л. Hy	Л. Hx	Л.READY
	C04/24	C04/23	C04/22	C04/21
04	R04	R03	R02	R01
	C05/11	C05/10	C05/9	C05/8
05	R12	R11	R10	R09
	C05/19	C05/18	C05/17	C05/16

В табл. 6 са представени някои от реализираните междинни условия.

Табл. 6. Таблица с междинните условия.

	5	4	3	2	1	0
200	R08	R07	R06	R03	R02	SPC
201	R15	R14	R13	R12	R11	R10
202	M05	M04	M03	R22	R20	R17
203		R28	R27	R26	R01	
208						R50
209				TM01		

8. Изчертаване на релейна част – след преминаване на всички предходни стъпки, се изчертава логическата схема на фрезовата машина. На фиг. 3 е представена част от разработената ладер диаграма.



Фиг. 3. Релейна схема за фрезовата машина.

9. Съставяне на табличната част – в табл. 7 е представена част от разработената таблица, отговаряща на релейната схема от фиг. 3.

Табл. 7. Разработена таблична част, отговаряща на релейната схема.

Съп-ка №	Инструкция	Адрес №, Бит №	Забележка	Описание
1	RD	38.4	*B.ESP	Входен сигнал „авариен стоп“
2	WRT	102.4	*ESP	Базов сигнал „авариен стоп“
3	RD	37.2	ST	Входен сигнал „старт“
4	OR	66.5	DST	Базов сигнал PC→NC „дистанционен старт“
5	WRT	101.2	ST	Базов сигнал NC → PC „старт“

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирани са етапите, свързани с проектирането на металоурежещи машини с цифрово-програмно управление.

Предложен е алгоритъм за разработка на ладер диаграма, като се вземат под внимание пулта за управление, изискванията на потребителя и специфичните особености на

отделните подсистеми на разглеждания клас фрезови машини.

Показано е практическото приложение на разработения алгоритъм.

Проведените изследвания и получените резултати от тях могат да се използват при разработка на логическа схема за разглеждания клас машини.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kamel, K., E. Kamel, Programmable Logic Controllers: Industrial Control, McGraw Hill Professional, 2013, ISBN 9780071810470.
- [2] Suh, S., S. - K. Kang, D. – H. Chung, I. Stroud, Theory and Design of CNC Systems, 2008, ISBN 978-1-84800-335-4.
- [3] Singal, R.K., M. Singal, Fundamentals of Machining and Machine Tools, I. K. International Pvt Ltd, 2008, ISBN 9788189866662.
- [4] López de Lacalle, L.N., A. Lamikiz, Machine Tools for High Performance Machining, Springer, 2009, ISBN 978-1-84800-380-4.
- [5] Bawa, H.S., Manufacturing Process -I, The McGraw-Hill Companies, 2004, ISBN 0-07-053525-6.
- [6] Жилевски, М., М. Михов, Алгоритъм за съгласуване на задвижванията на фрезови машини с цифрово-програмно управление, Годишник на Технически университет - София, т. 65, № 1, 41-50, 2015, ISSN 1311-0829.
- [7] Ръководство за поддръжка – „Устройство за ЦПУ – ФАНУК“.