

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО- ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

УДК 62-52

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМИ КРУГАМИ ЭЛЕВАТОРА № 1, ЗАО ЭФЕС, КАЗАНЬ**

К. БИСВАС, В.Ю. КОРНИЛОВ

Казанский государственный энергетический университет

В данной работе рассмотрена автоматизированная система управления распределительными кругами элеватора №1 «ЗАО ЭФЕС, Казань». Представлен процесс разработки автоматизированной системы управления поворотными кругами и выбор соответствующего оборудования, показаны преимущества разработанной системы и приведено разработанное программное обеспечение.

Ключевые слова: автоматизация, позиционирование, распределительный круг, эlevator, целевой датчик.

Описание объекта: Элеватор №1 «ЗАО ЭФЕС, Казань» осуществляет приём, передачу, сортировку и хранение зерна в силосах, с общей емкостью 7700 тонн. Для выполнения задачи в элеваторе имеются 2 нории, 4 ленточных конвейера, 3 цепных конвейера, 2 сепаратора, 2 распределительных круга (РК), 44 силоса, 8 промежуточных бункеров, 3 отходных бункера и параллельная аспирационная система. Принцип работы элеватора заключается в том, что элеватор принимает зерно из трех источников. Нории поднимают зерно на высоту 47 м и отправляют зерно к отметке +42 (42 м) при помощи зернопроводов. На этой отметке имеются 7 распределительных пунктов. Эти пункты спроектированы таким образом, чтобы через любой пункт можно было отправлять зерно из любой нории. Два распределительных круга (каждый РК имеет семь выходов) установлены для распределения зерна по пунктам. Каждый пункт, или выход РК, обозначен по названию соответствующего бункера или конвейера. На следующем этапе, в зависимости от задачи, с зерном могут выполняться следующие действия: а) отправка в следующий цех; б) отправка в силосы для хранения; в) сортировка и отправка на повторное распределение. Аспирационная система предназначена для удаления пищевой пыли.

До модернизации управление технологическим процессом осуществлялось вручную с помощью дистанционных стендовых пультов (современная система в 70-х годах прошлого века). Недостатком прежней системы управления (СУ) являлось то, что

© К. Бисвас, В.Ю. Корнилов
Проблемы энергетики, 2015, № 1-2

она не обеспечивала высокую производительность, не позволяла отслеживать протекание технологического процесса, не обеспечивала высокую степень защиты токоведущих частей механизмов и имела повышенную взрывоопасность из-за неэффективности аспирационной системы и из-за распределительных кругов открытого типа. Для устранения всех перечисленных недостатков было принято решение модернизировать механизмы и перейти к новой автоматизированной технологии обработки зерна.

В рамках проекта модернизации Элеватора №1 выполнялась работа по созданию АСУТП. Особенность АСУ ТП Элеватора № 1 заключается в том, что технологический процесс управляется в автоматизированном режиме, и техническое обслуживание выполняется при ручном управлении с помощью местных пультов. Автоматизированная система управления распределительными кругами (АСУ РК) являлась частью разработки АСУ ТП элеватора. Цель работы АСУ РК – модернизация механического оборудования, автоматизация процесса управления распределительными кругами и устранение проблем неэффективного позиционирования РК, а также герметизация по соображениям взрывоопасности.

Каждый распределительный круг (РК) имеет неподвижную платформу с выходами и подвижную платформу с распределительной трубой. Поворотный механизм вращает распределительную трубу и направляет зерновой поток в необходимую технологическую линию. Поворотный механизм и датчики для определения позиции закреплены на неподвижной платформе. Прежние распределительные круги были открытого типа на семь выходов. Они управлялись вручную с помощью дистанционного пульта, который расположен в кабине оператора. Управление каждого РК было реализовано по следующей схеме (рис. 1).

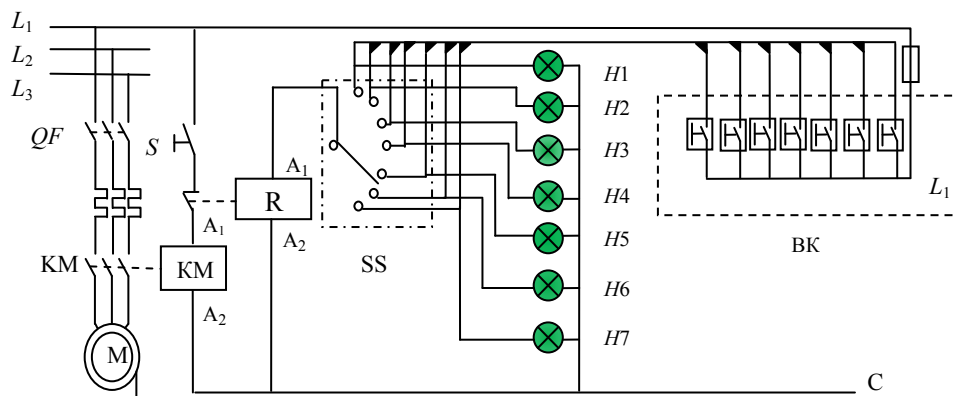
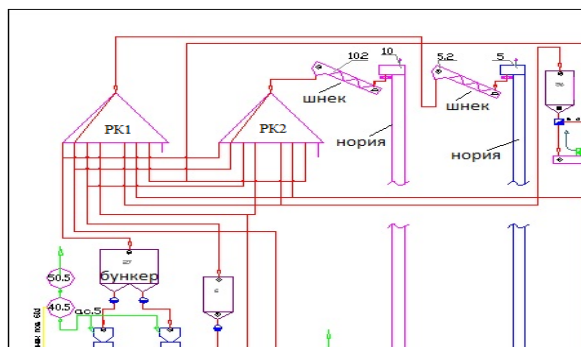


Рис.1. Электрическая схема распределительного круга

Силовая часть схемы состоит из трёхфазного автомата QF с тепловой защитой и контактора KM . Управляющая часть состоит из кнопки пуска S , пакета переключателя SS , реле R , световых индикаторов $H1-H7$ и концевых выключателей BK .

С помощью пакетного переключателя SS выбирается желаемая позиция, после чего нажимается кнопка пуск S и удерживается, РК начинает двигаться. При достижении желаемой позиции соответствующий концевой выключатель BK с помощью реле R размыкает цепь двигателя и останавливается движение. Все движение РК отображает с помощью световых индикаторов $H1-H7$.

Вышеуказанная система имела следующие недостатки: а) открытая силовая часть (не соответствующая требуемой степени защиты); б) повышенная взрывоопасность (пыльное рабочее помещение из-за негерметизированных РК, элеватор относится к категории *В* по взрывопожарной безопасности); в) низкая точность позиционирования из-за концевых выключателей и неконкурентоспособное ручное управление. Для устранения перечисленных недостатков было принято решение заменить распределительные круги новыми распределительными кругами закрытого типа (рис. 2, б). Высота РК нового типа больше прежних, поэтому для горизонтального перемещения зерна из норрии в распределительные круги необходимо было установить шнек (винтовой конвейер) после каждой норрии (рис.2, а). Появление двух шнеков в технологической схеме не меняет принцип обработки зерна и не связано с управлением распределительными кругами. Из-за герметичности новых распределительных кругов в помещениях пыль не образуется, и они имеют возможность более точного позиционирования.



а



б

Рис.2: а – участок распределительного круга в технологической схеме;
б – распределительный круг (РК1)

Анализ РК по критерию позиционирования: каждый РК имеет подвижную платформу 4 (рис. 3), к которой прикреплена распределительная труба 2, и неподвижная платформа 5 с девятью выходами, из них: 7 выходов используются, а 2 – механически заглушены. Так как технологическая система не менялась, каждый используемый выход РК направлен в одну технологическую линию, каждая технологическая линия связана с одним выходом из каждого РК. Каждая

© Проблемы энергетики, 2015, № 1-2

технологическая линия или выход распределительных кругов также обозначены по названию соответствующего бункера или конвейера. Для определения положения распределительной трубы используются индуктивные щелевые датчики. Каждый распределительный круг оборудован малоомощным (1,5 кВт) мотор-редуктором с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Суточное время работы двигателей не более 20 минут. Распределительный круг не является высокоточной системой, и нет необходимости повышать точность его работы. Предложенные системы имеют преимущество перед прежними системами с точки зрения управляемости. Малоскоростной мотор-редуктор (800 об/м) обеспечивает тихоходность вращательного механизма, что устраняет эффект инерции. Щелевые датчики 1 (рис. 3) в новых распределительных кругах эффективнее функционируют, чем концевые выключатели в прежних распределительных кругах.

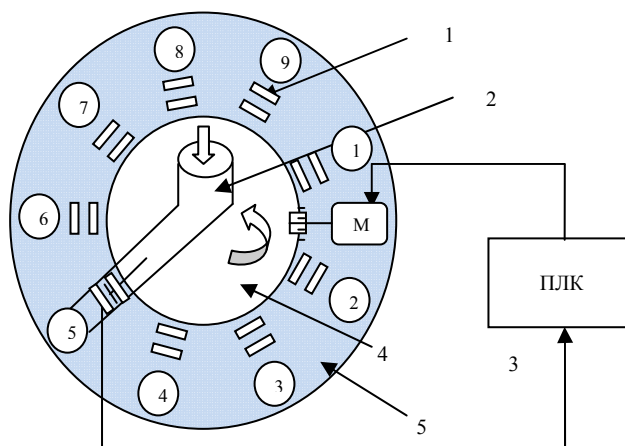


Рис. 3. Распределительный круг элеватора:
Х1- Х9 выходы поворотного круга

Чтобы управлять новыми распределительными кругами был разработан следующий алгоритм управления (рис. 4). На первом этапе необходимо уточнить, какая нория будет транспортировать зерно, и нужно использовать РК, который связан с этой норией. Поэтому РК выбирается со страницы соответствующей (в графическом интерфейсе управления системы SCADA данного элеватора оборудование каждой нории иллюстрируются на индивидуальной странице) нории 1 (рис. 4). Если в системе имеется неисправность, тогда на экране компьютера визуализируется тип неисправности, и технический персонал устраняет причину отказа (блоки 3-4). При готовности к работе выбирается желаемая технологическая линия (блок 5) и активизируется «пуск» (блок 6). Пуск активизирует рабочую программу и на соответствующем выходе программного логического контроллера (ПЛК—поз. 3. рис. 3) появляется логический сигнал 1, который активизирует контактор двигателя с помощью выходного реле (блок 7), и распределительный круг вращается (блок 8). При получении сигнала от желаемого щелевого датчика, программное обеспечение ПЛК на выходе выдает логический сигнал 0 и выключается двигатель, т.е. РК останавливается (блок 12) и распределительная труба позиционируется к желаемой технологической линии. После этого РК готов к приему зерна.

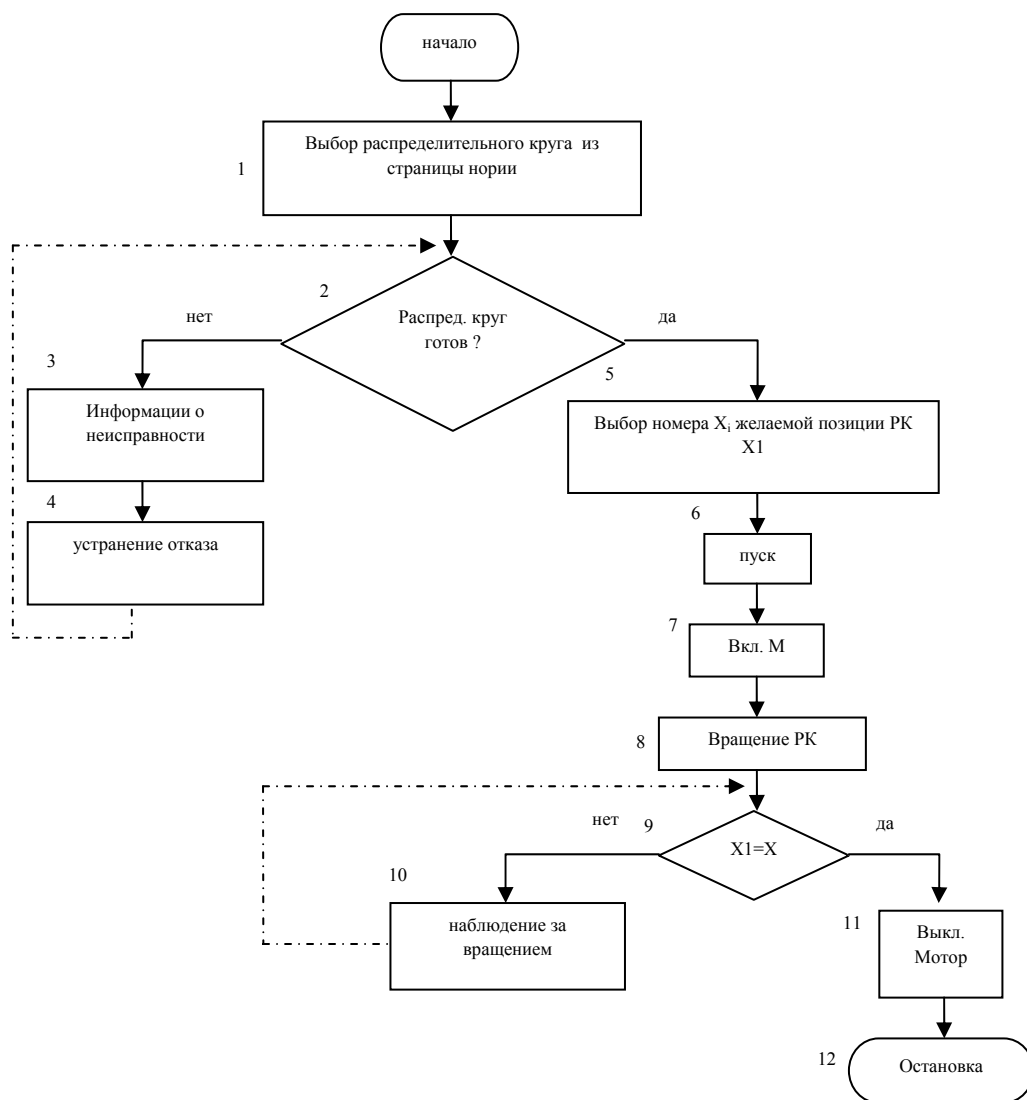


Рис. 4. Алгоритм управления распределительными кругами

Реализация алгоритма управления работой распределительных кругов заключалась в составлении схемы питания, схемы управления, в разработке программного обеспечения и выборе элементов электрооборудования.

Силовая схема питания асинхронного двигателя состоит из трехполюсного автомата *QF33* (рис. 5) с тепловой магнитной защитой и из контакторов *KM331* и *KM332* (рис. 5) и обеспечивает прямой пуск мотор-редукторов распределительных кругов. Автомат обеспечивает защиту от короткого замыкания и от тока перегрузки, а также косвенно защищает двигатель от обрыва фазы и не реагирует на пусковой ток. Два распределительных круга имеют один общий автомат, так как мотор-редукторы одновременно не включаются. Вся силовая часть размещена в шкафу *MCC (Motor Control Center)* со степенью защиты *IP 67*.

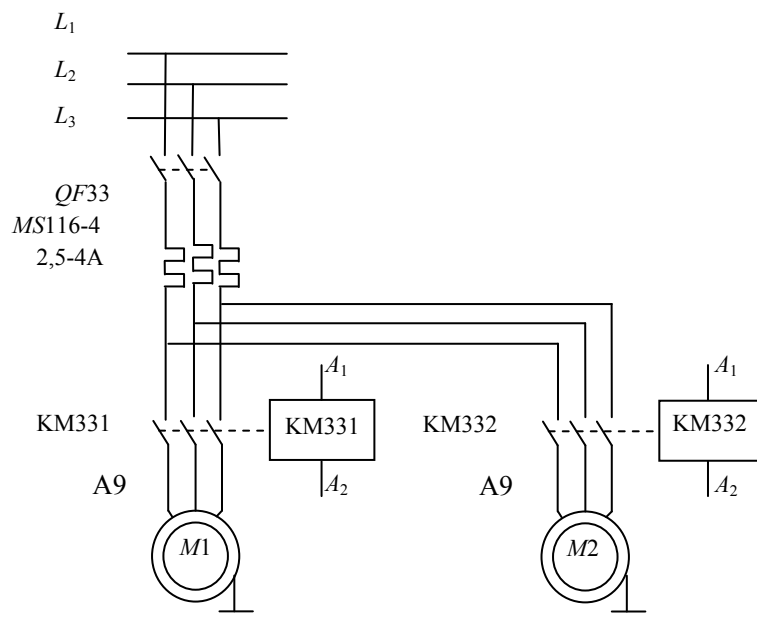


Рис.5. Электрическая(силовая) схема распределительных кругов

Схема управления РК (рис.6) состоит из щелевых датчиков *SS*, выходных реле *R70*, входных реле КЗ 331-339 и кнопки управления *SB331*. Контрольное напряжение шлейфа *A1* предназначено для автоматизированного управления и шлейфа *A2* – для ручного управления Элеватора №1. Режим переключается с помощью переключателя (на рисунке не указан) в шкафу программного логического контролера (ПЛК). В автоматизированном режиме (рабочий режим) на *A1* присутствует напряжение, которое позволяет осуществлять пуск мотор-редуктора, а на *A2* отсутствует напряжение, т.е. местные пульта управления (для технического обслуживания) деактивируются. В ручном режиме (режим технического обслуживания) на *A2* присутствует напряжения, которое позволяет осуществлять ручное управление, а на *A1* отсутствует напряжение, т.е. автоматизированное управление блокируется.

У каждого распределительного круга одинаковая схема управления. Каждый распределительный круг оборудован девятью щелевыми датчиками. На рис. 6 показано только 2 датчика. Из компонентов схемы управления индуктивный (щелевой) датчик служит для определения позиции и имеет ориентировочную точность целевой позиции $\pm 1,0 \dots 5,0$ мм (относительно низкой скорости перемещения $10 \dots 100$ мм/с). Входное реле служит для подачи сигнала с датчика (*SS*) на вход контроллера и защищает карту входа от возможного короткого замыкания датчика. Выходное реле служит для коммутации силовой цепи и фазных обмоток асинхронного двигателя и защищает карту выхода от возможного короткого замыкания силовой цепи. Технологический процесс управляется с помощью программного логического контроллера *S300* (Сименс) и с помощью системы человеко-машинного интерфейса *Simatic WinCC (Windows Control Center)*. Программа управления распределительным кругом написана на языке *STL (Statement List)* и *FBD (Functional Block Diagram)* (см. приложение).

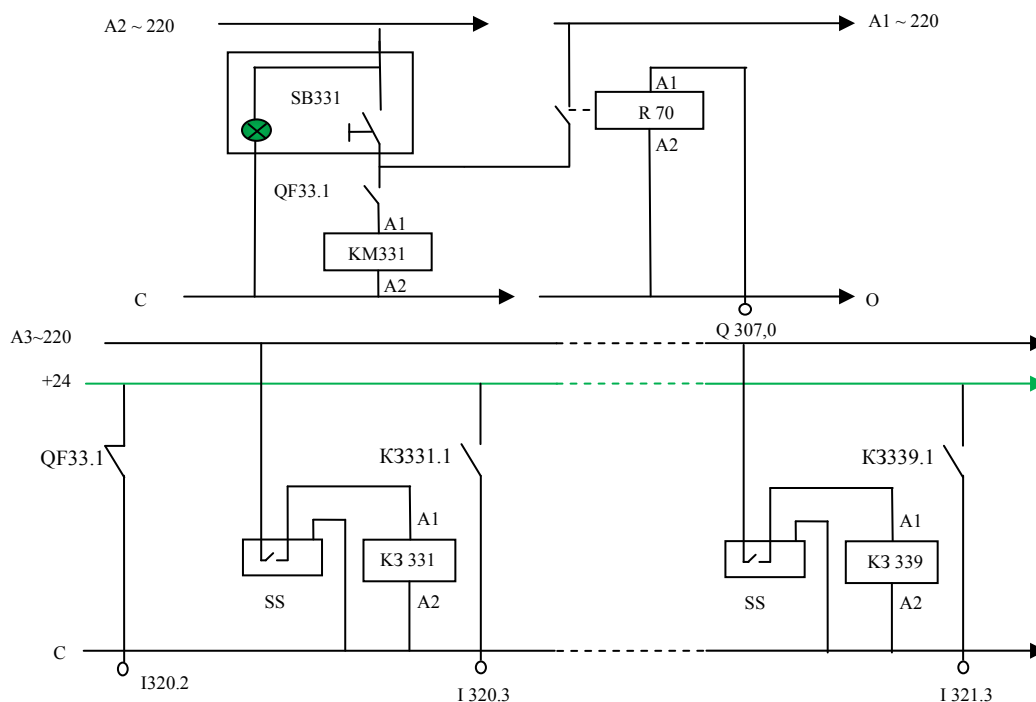


Рис. 6. Схема управления распределительного круга

После модернизации и построения АСУ ТР улучшились:

- а) эффективность позиционирования РК;
- б) система отслеживания за процессами;
- в) уменьшение доли ручного труда в технологическом процессе;
- г) снижение выброса пыли в рабочей зоне производственных помещений.

В зерновом производстве распределительный круг является сложным механизмом. Тихоходность механизма, обеспечение обратной связи с наименьшей временной задержкой и простота алгоритма управления улучшают точность позиционирования распределительными кругами.

Summary

Automation control over rotary distributors in Elevator no.1 of "EFES Joint Stock Limited, Kazan" is described in this article. Automation control system development of rotary distributors and selecting of corresponding equipments are introduced here, priorities of developed system are highlighted and programming tags are attached here.

Keywords: automation, positioning, rotary distributor, elevator, slot sensor.

Литература

1. Пьявченко Т.А. Проектирование АСУТП в SCADA системе: учебное пособие. Таганрог: ЮФУ, 2007.
2. Tony R. Kuphaldt - Lessons in Industrial Instrumentation. Version 1.14 Last update January 11, 2011. San Francisco, California, 94105, USA.

Поступила в редакцию

04 декабря 2014 г.

Бисвас Камалеш – аспирант кафедры «Приборостроение и автоматизированный электропривод» (ПАЭ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ). Тел: 7(904)7137125. E-mail: kamallesh2083@mail.ru.

Корнилов Владимир Юрьевич – д-р техн. наук, профессор кафедры «Приборостроение и автоматизированный электропривод» (ПАЭ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

Приложение

Network: 1

ROTARARY DISTRIBUTER

MB50 AND MB51 BYTE POSITION

B27----- > 1 B19----- > 2 B6----- > 4 B38----- > 8

B36----- >16 K12----- >32 K11----- > 64

A	"G1POS1"	I320.3	-- G – 1 POSITION SW 1
=	M	48.0	
A	"G1POS2"	I320.4	-- G – 1 POSITION SW 2
=	M	48.1	
A	"G1POS3"	I320.5	-- G – 1 POSITION SW 3
=	M	48.2	
A	"G1POS4"	I320.6	-- G – 1 POSITION SW 4
=	M	48.3	
A	"G1POS5"	I320.7	-- G – 1 POSITION SW 5
=	M	48.4	
A	"G1POS6"	I321.0	-- G – 1 POSITION SW 6
=	M	48.5	
A	"G1POS7"	I321.1	-- G – 1 POSITION SW 7
=	M	48.6	
A	"G1POS8"	I321.2	-- G – 1 POSITION SW 8
=	M	48.7	

Network: 2

A	"G1POS1"	I320.3	-- G – 1 POSITION SW 1
FP	"G1_POS1_FP"	M103.0	
=	"G1_POS1_PM"	M104.0	
A	"G1_POS1_PM"	M104.0	
JNB	POS1		
L	1		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS1 : NOP	0		
A	"G1POS2"	I320.4	-- G – 1 POSITION SW 2
FP	"G1_POS2_FP"	M103.1	
=	"G1_POS2_PM"	M104.1	
A	"G1_POS2_PM"	M104.1	

JNB	POS2		
L	2		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS2 : NOP 0			
A	"G1POS3"		I320.5 -- G – 1 POSITION SW 3
FP	"G1_POS3_FP"		M103.2
=	"G1_POS3_PM"		M104.2
A	"G1_POS3_PM"		M104.2
JNB	POS3		
L	4		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS3 : NOP 0			
A	"G1POS4"		I320.6 -- G – 1 POSITION SW 4
FP	"G1_POS4_FP"		M103.3
=	"G1_POS4_PM"		M104.3
A	"G1_POS4_PM"		M104.3
JNB	POS4		
L	8		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS4 : NOP 0			
A	"G1POS5"		I320.7 -- G – 1 POSITION SW 5
FP	"G1_POS5_FP"		M103.4
=	"G1_POS5_PM"		M104.4
A	"G1_POS5_PM"		M104.4
JNB	POS5		
L	16		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS5 : NOP 0			
A	"G1POS6"		I321.0 -- G – 1 POSITION SW 6
FP	"G1_POS6_FP"		M103.5
=	"G1_POS6_PM"		M104.5
A	"G1_POS6_PM"		M104.5
JNB	POS6		
L	32		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS6 : NOP 0			
A	"G1POS7"		I321.1 -- G – 1 POSITION SW 7
FP	"G1_POS7_FP"		M103.6
=	"G1_POS7_PM"		M104.6
A	"G1_POS7_PM"		M104.6
JNB	POS7		
L	64		
T	"G1_POSITION_OLD"	MB56	
POS7 : NOP 0			
Network : 3			
A	"N-5_CHARGE_START"	M102.3	
AN(			

Network : 6

