

## 一、概述

### 1.1 功能 Function

#### 1.1.1 分布式角同步

电子齿轮同步的特点为在同一个项目中，主轴的数据来源值与从轴通过常量进行联结，本文具体描述了如何通过PROFINET通讯实现两个SIMOTION D，即由“D435Master”控制的主轴和由“D435Slave”控制的两个跟踪轴间实现分布式齿轮同步。在“D435Slave”中的驱动连接在SIMOTION D通过PROFINET扩展的CU320上。

#### 1.1.2 Controller/ Controller 通讯

两个或多个 CPU之间,在周期I/O数据区中可通过直接数据交换方式来进行数据交换。数据交换与 PROFIBUS DP相同,必须配置用于数据交换的数据区。

### 1.2 必要条件

#### 1.2.1 软件版本

- Step7 5.4 SP2
- Scout 4.1 SP1
- SINAMICS 2.5 SP1

#### 1.2.2 硬件

- 2 x SIMOTION D435
- 2 x CBE30 PN cards (for SIMOTION D)
- 1 x CBE 20 PN cards (for SINAMICS S120)
- 1 x infeed (SLM in demonstration case)
- 1 x power unit (double motor module 6SL3120-2TE13-0AA0-Z)
- 1 x SINAMICS S120 CU320

分布式同步, Profinet IRT, 配置图如下:

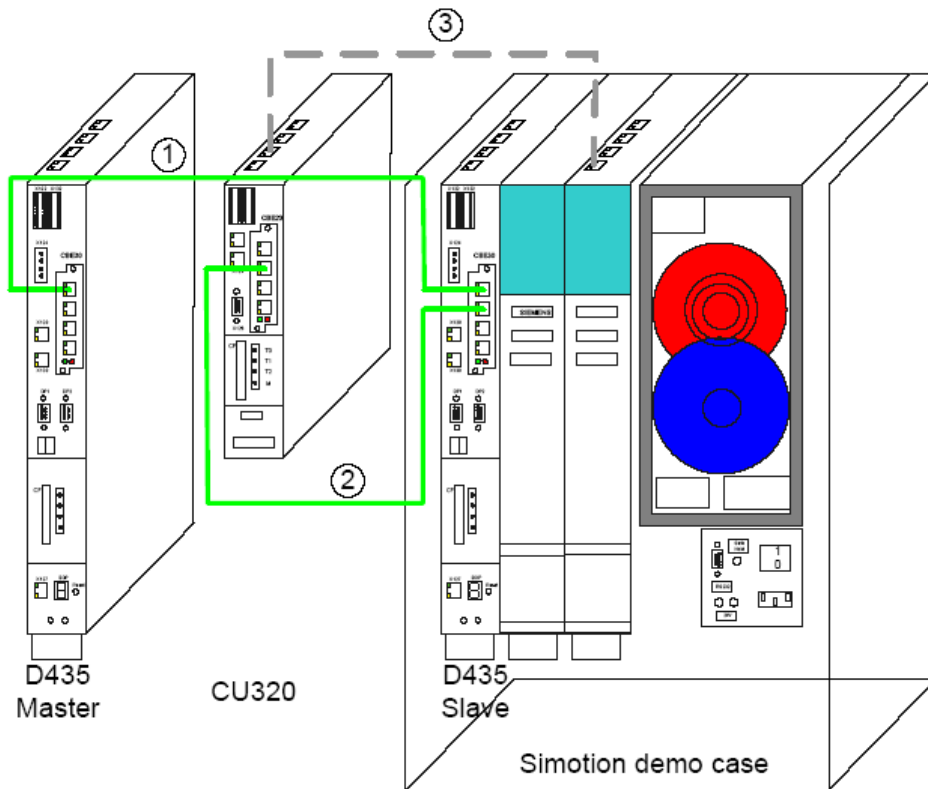


图 1-1 硬件结构图

- (1). SIMOTION 控制的主轴与另一个SIMOTION 控制的从轴间通过PROFINET IRT 进行连接。
- (2). SIMOTION 与 SINAMICS 间通过PROFINET IRT 进行连接。
- (3). SINAMICS 与电源模块间通过 Drive CliQ 进行连接。

### 1.2.3 PROFINET 连线

表 1-1 PROFINET 连接

Device 1/ Port	Device 2/ Port
D435Master/ Port 1	D435Slave/ Port 1
D435Slave/ Port 2	CU320Slave/ Port 2

### 1.2.4 与CU320的Drive CliQ 连接

表 1-2 Drive CLIQ 连接

Device 1/ Port	Device 2/ Port
CU320Slave / Port 1	power unit/ Port 0
power unit/ Port 2	Drive CliQ encoder for motor red
power unit/ Port 3	SMC module for encoder motor blue

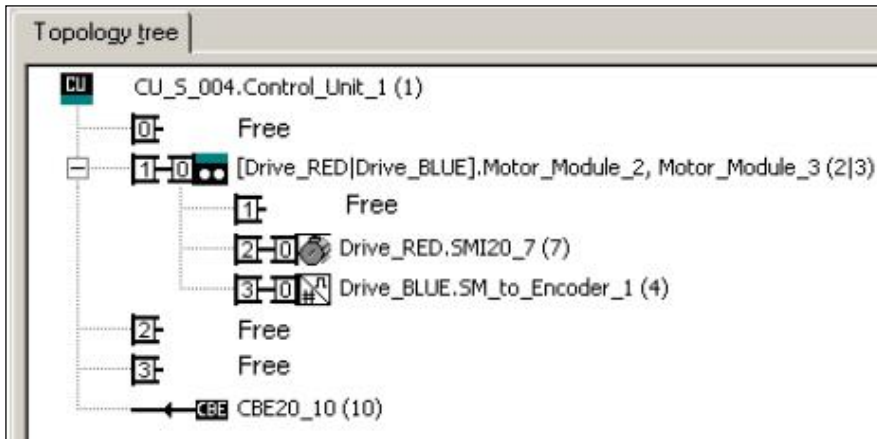


图 1-2 在Scout 中的 Drive CliQ 连接拓扑

### 1.2.5 IP 地址及通讯命名

表 1-3 IP 地址及通讯名称

Device	Communication name	IP address
D435Master (CBE30)	CBE30Master	192.168.0.2
D435Slave (CBE30)	CBE30Slave	192.168.0.3
CU320Slave	CU320Slave	192.168.0.4
PG		192.168.0.1

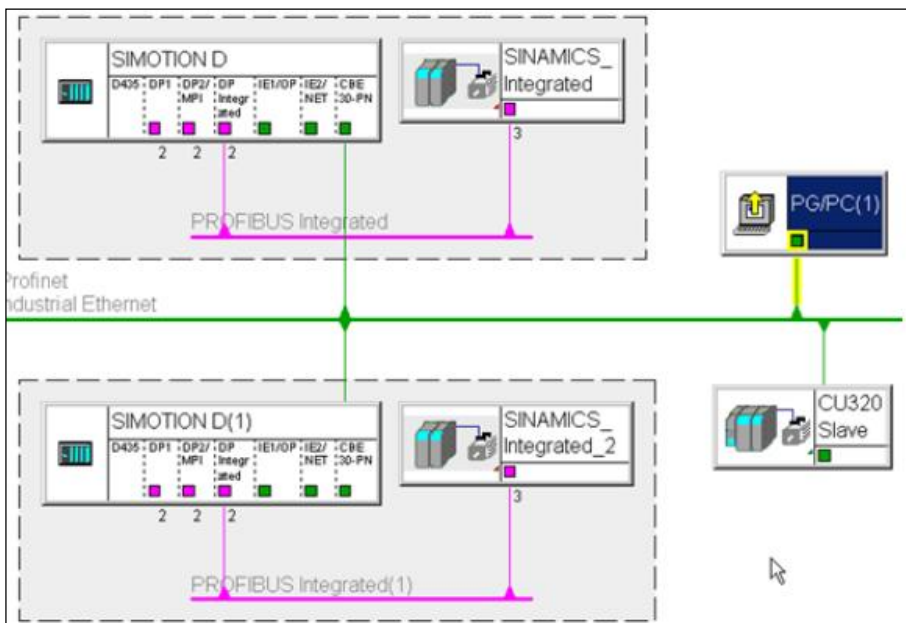


图 1-3 NetPro 网络图

## 二、 必备条件

### 2.1 PROFINET 要求

对于在S120中安装CBE20来实现PROFINET操作，控制5个伺服轴 + 1 电源模块可允许最小总线循环时间为 1 ms。

IRT 的传输周期可配置为0.5 ms 至 4.0 ms。

#### 对于 SIMOTION 4.0的基本要求:

最终被使用的同步PROFIBUSES(内部及外部)总线循环时间必需与PROFINET IRT总线循环时间相一致。

#### 对于SIMOTION 4.1.1的基本需求:

最终被使用的同步PROFIBUSES(内部及外部)总线循环时间必需与伺服循环时间(servo cycle) 相一致。伺服循环时间等于或大于IRT bus cycle。

### 2.2 SINAMICS integrated 的同步

当配置 SIMOTION 做为 Sync-Slave时， SINAMICS integrated及被操作的 DP interfaces 必须与总线同步。可通过在 start-up task中实现dpi ntsynch, 可在程序中通过调用功能块

“ \_enableDpInterfaceSynchronizationMode” 并且设置输入变量 dpInterfaceSyncMode := AUTOMATIC\_INTERFACE\_SYNCHRONIZATION。如果两侧的通讯接口实现同步，可通过从CPU的系统变量来显示同步状态： stateOfDpInterfaceSynchronization =DP\_INTERFACES\_SYNCHRONIZED。

### 2.3 错误确认

如果SIMOTION 为 RUN 模式， 假如 SINAMICS S120 出现报警信息alarm 20005 故障原因为4000h ， 此故障状态使SIMOTION触发故障处理程序。

## 三、项目配置

### 3.1 在 HW-Config 中进行硬件组态

#### 3.1.1 SIMOTION D435Master的配置

(1) 建立一个新的项目，在“ create new device” 时选择D435 V4.1 。



图 3-1

(2) 由于 PG 需要连接至SIMOTION CBE30 ， 在此 PG/PC 接口的选择为“ No interconnection” 。

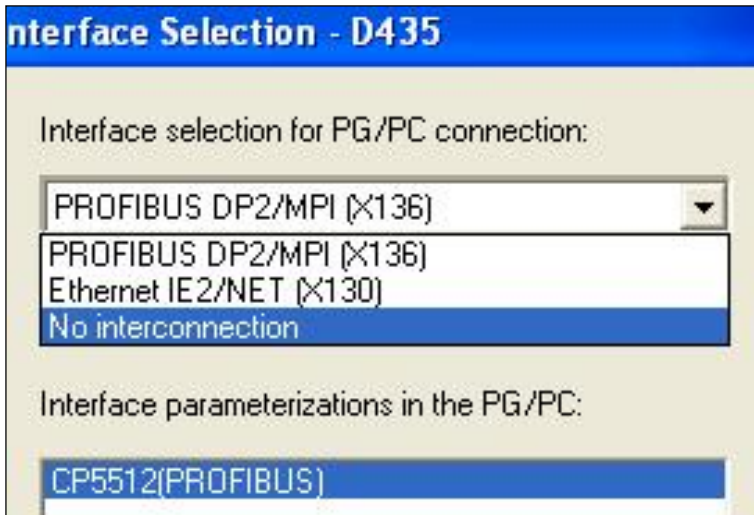


图 3-2 NetPro 网络图

(3) D435Master的硬件组态

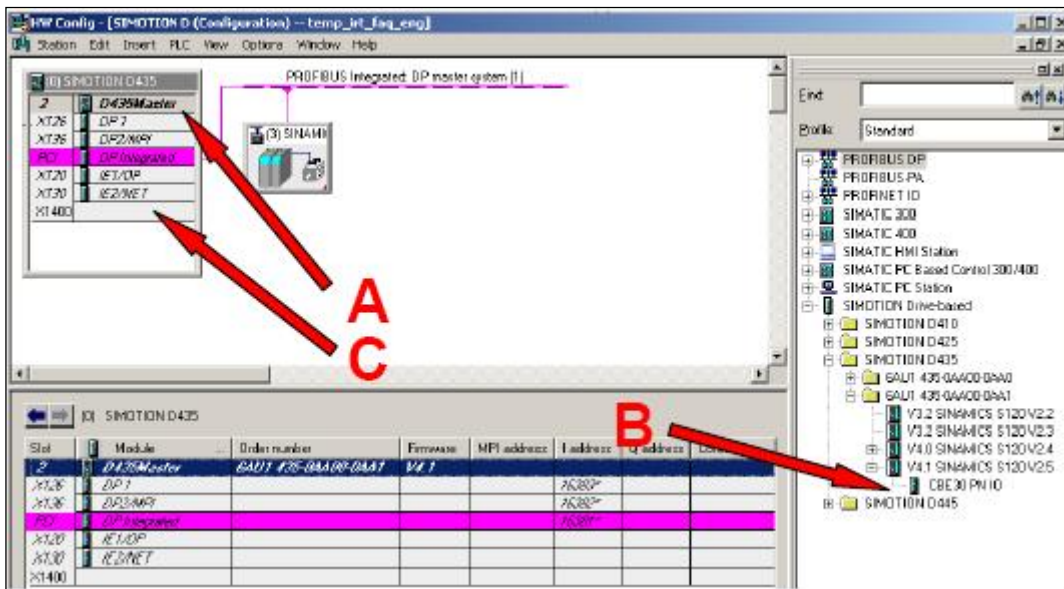


图 3-3

- A. 双击，可修改SIMOTION的名字为“ D435Master” ，稍后可将第二个SIMOTION的名字修改为“ D435Slave” 。

分配 CBE 30

- B. 在 HW-Config中， 将CBE30 必须分配至 D435。
- C. 对于 D435， 需关注硬件版本 MLFB 应以 0AA1结束。

## IP 地址及网络分配

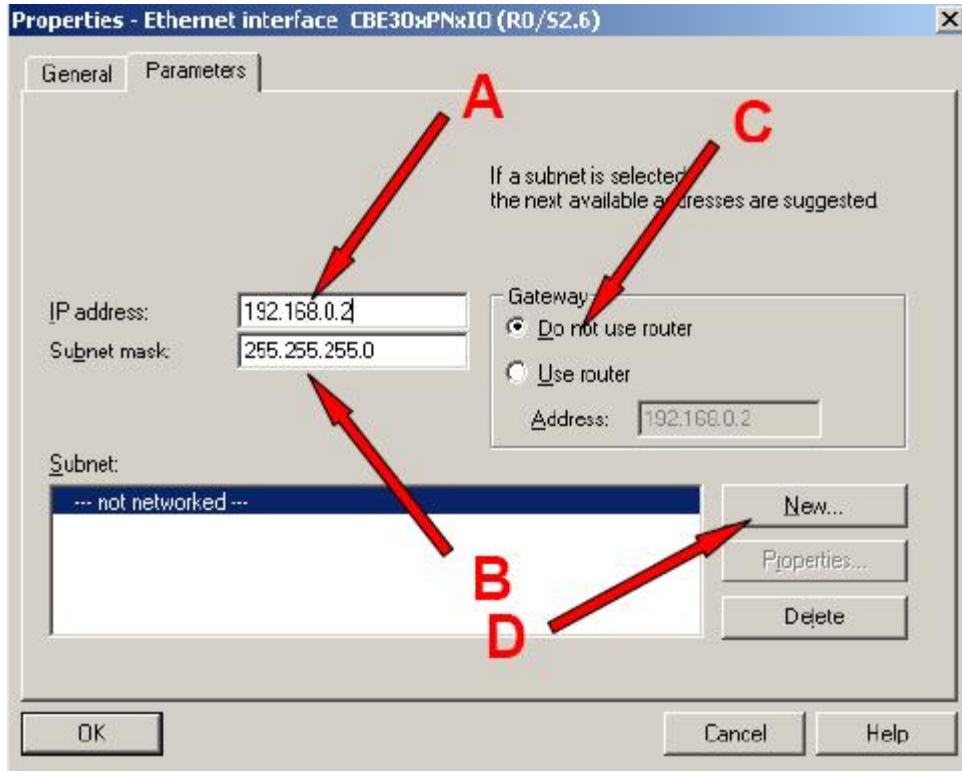


图3-4 建立 PROFINET 网络

### A. B. 分配 IP 地址及子网掩码

表 3-1 通讯名称及IP地址分配

D435Master	CBE30Master (CBE30)	192.168.0.2
D435Slave	CBE30Slave (CBE30)	192.168.0.3

对于子网掩码，选择 255.255.255.0 。

表 3-2 IP地址及子网掩码的通常结构

IP address	Subnet mask	Network class
1-126.x.y.z	255.0.0.0	Class A network
128-191.x.y.z	255.255.0.0	Class B network
192-223.x.y.z	255.255.255.0	Class C network

### C. 选择无路由

### D. 建立一个“PROFINET”子网。

保存并编译。

#### (4) Profi net 参数配置

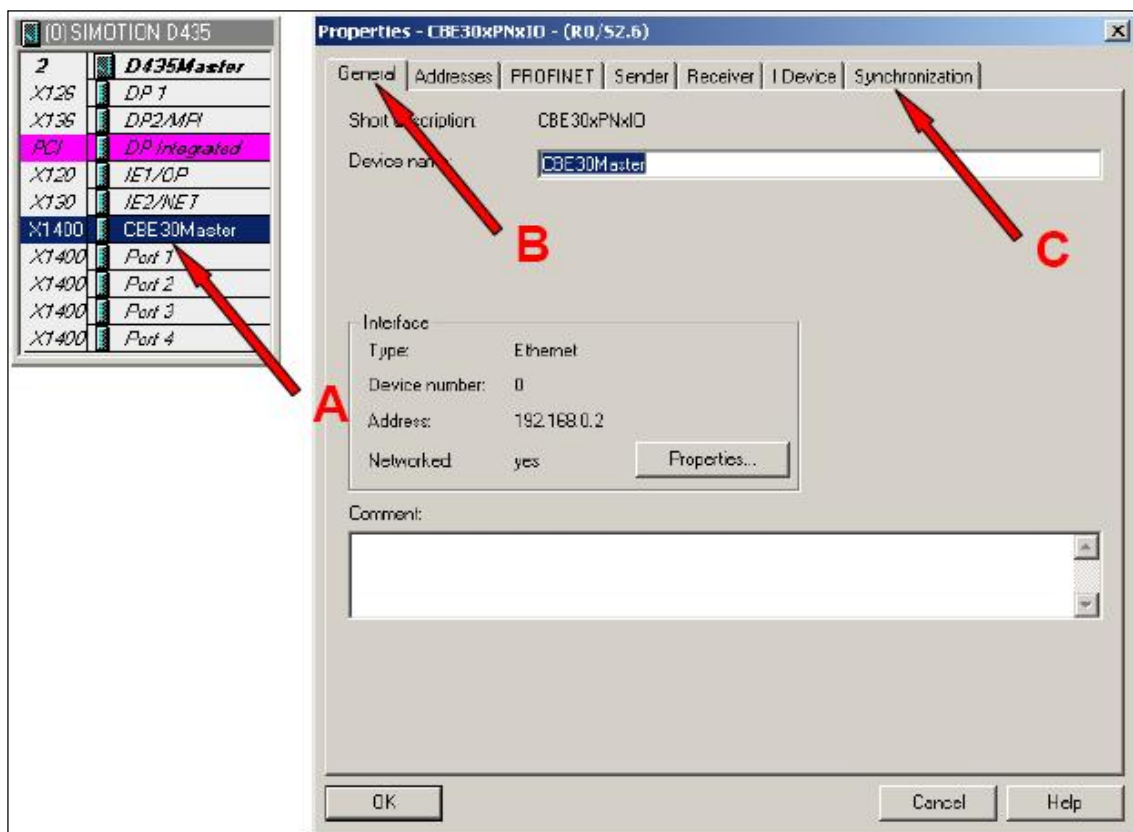


图3-5 Profinet 参数配置

通过 PROFINET连接，除了IP地址的设定外，每个设备需要一个明确的设备名称。因此必须为CBE30分配一个明确的设备名称。

- A. 双击CBE30，打开属性窗口，分配名字，如“CBE30Master”或“CBE30Slave”。
- B. 点击“synchronization”标签。
- C. 在此画面内定义SIMOTION做为同步主站（Sync Master）或从站（Sync Slave），此外还需定义“RTclass”为“IRTtop”。

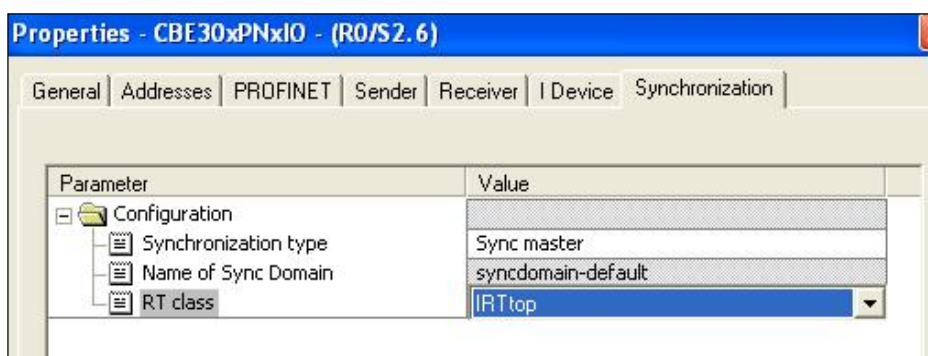


图3-6 Profinet 参数配置

### 3.1.3 配置 SINAMICS CU320

对于D435SI ave站，在HW-Config中在PROFINET IO/ Drives/ SINAMICS/下选择 SINAMICS S120 CBE20，将它分配至PROFINET总线上。

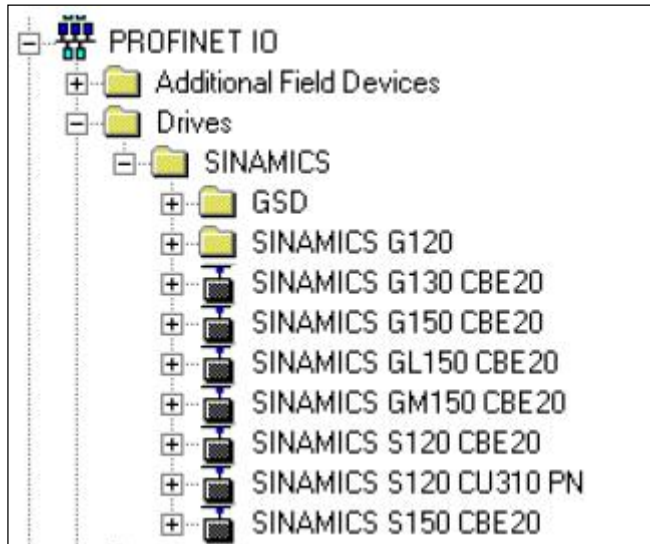


图3-7 HW-Config 中的硬件目录



## 配置 SINAMICS

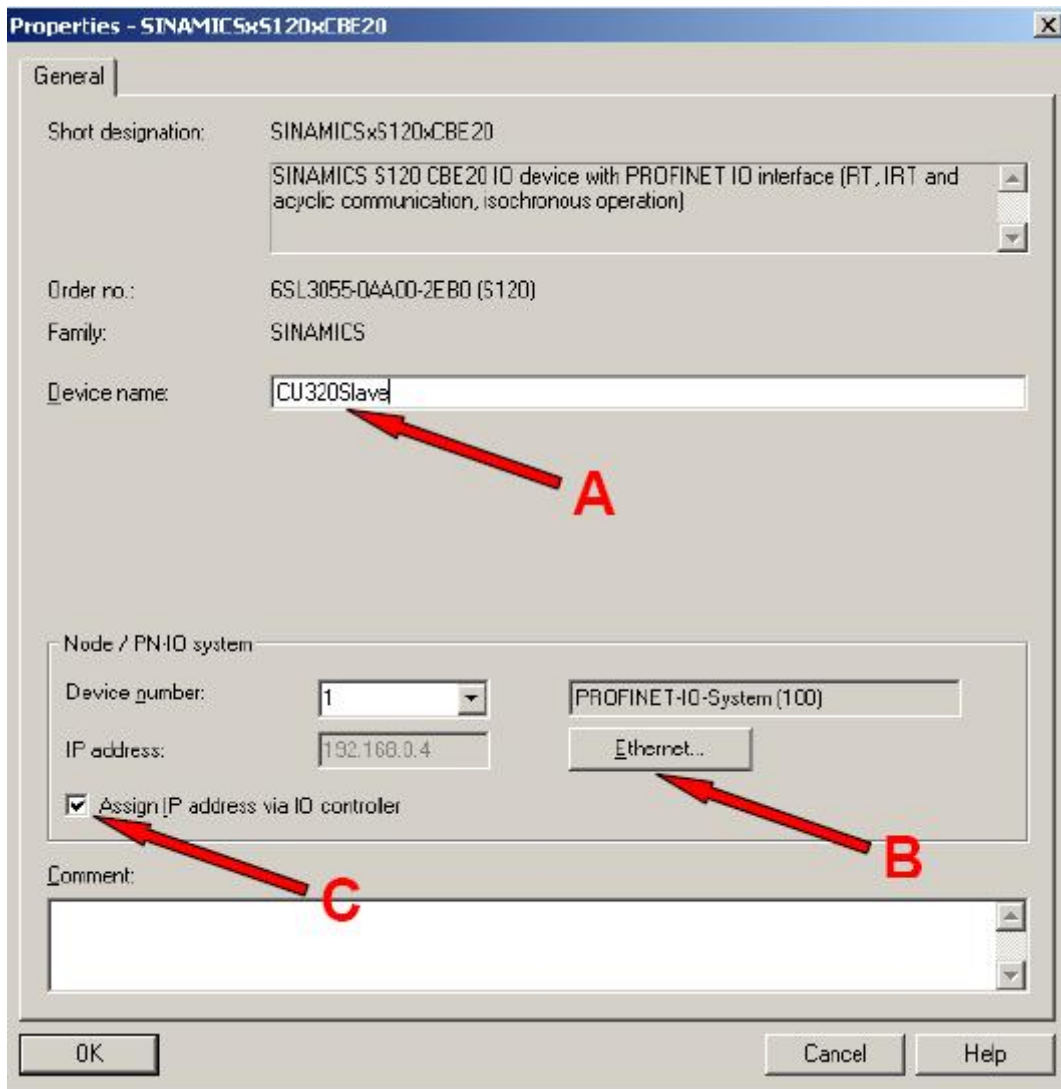


图3-8 配置 SINAMICS CU320

- A.** 双击 CU320，出现上画面，必须给此设备分配一个明确的设备名称。默认情况下，在IO控制器启动时将自动分配给每一个PN-IO-Device IP地址。
- B.** 如果IP地址与系统推荐的不同，可通过此选项进行设定。
- C.** 如果需要将IP地址永久性地分配给设备，则移去此处的“√”。我们推荐使用A中描述的方式来给设备分配 IP 地址。

## 分配驱动对象

### 配置驱动装置报文

Slot	Module	Order number	I address	Q address	Diagnostics address	Comment
0	CU320Slave	6ESL3055-0AA00-2EB0 (S12)			16368*	
X1400	CBE20 FV 10				16367*	
X1400.P1	Port 1				16372*	
X1400.P2	Port 2				16377*	
X1400.P3	Port 3				16370*	
X1400.P4	Port 4				16369*	
1	Drive object				16366*	
1.1	Program flowchart				16366*	
1.2	Standard message frame 1		256...259	256...259		
1.3						
2						
3						

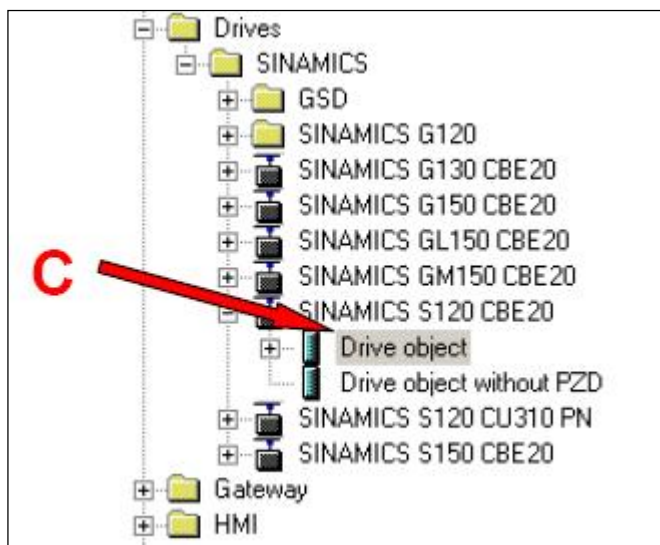


图3-9 配置驱动装置报文

- A. 对于每一个轴，必须建立一个驱动对象，驱动对象的默认报文设置为“ standard telegram 1 ”分配至 CU320。对于周期性同步操作，报文应选择telegram 105。
- B. 拖曳对象至CU320。
- C. 在此处选择驱动对象。

## 通讯特性

同步通讯的配置

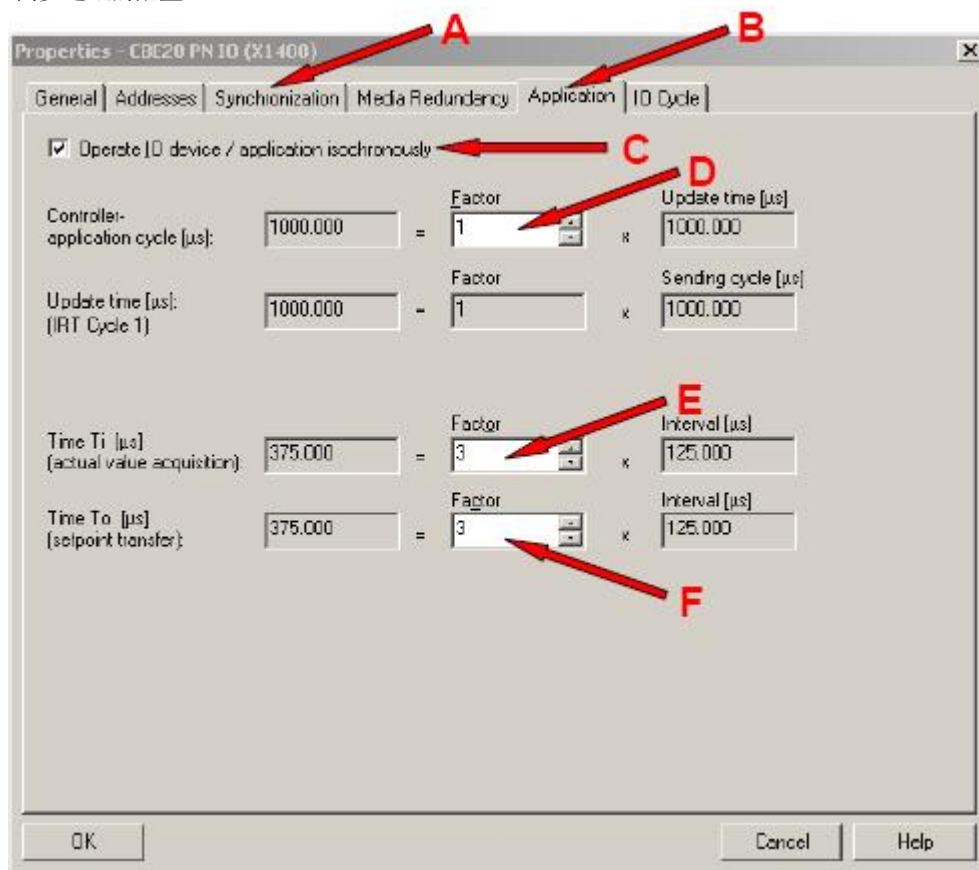


图3-10 同步通讯的配置

- A.** 双击CBE20-PN，打开模块特性设置窗口，点击“ synchronization” 标签，在此必须选择“ Sync-Slave” 或“ IRTtop” 。

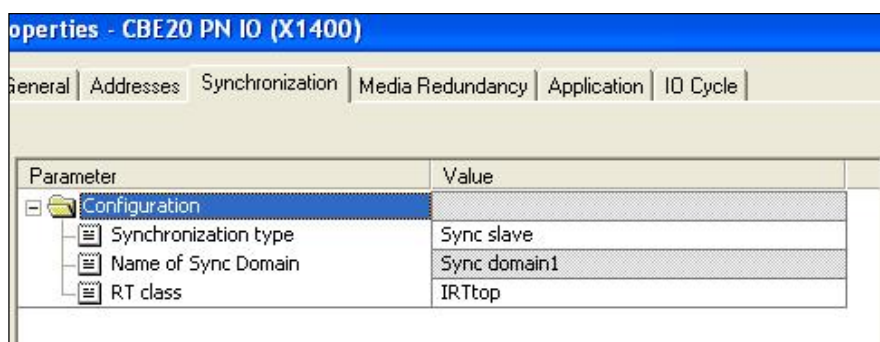


图3-11 同步通讯的配置

- B, C.** 点击“ Application” 标签，激活设备的等时同步 。
- D.** 以PROFINET bus cycle的倍数来定义获取数据的application cycle。
- E, F.** 对于SINAMICS，读取或写入数据的时间可以被配置为最小为0, 375 ms 。

### 3.1.4 拓扑结构

对于 IRT 通讯，必须配置网络的端口连接

IRT 网络拓扑配置

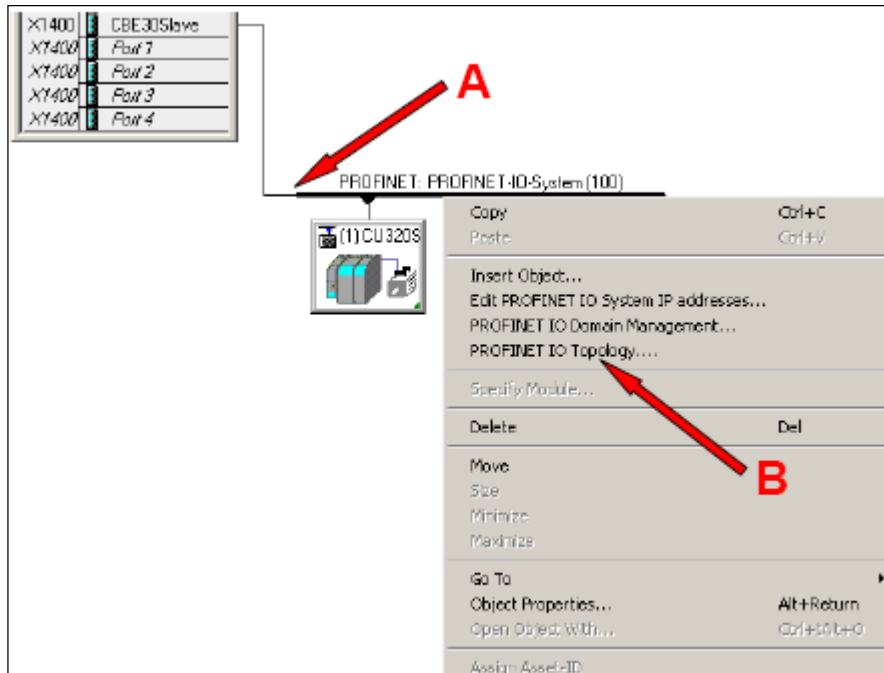


图 3-12 IRT 网络拓扑配置

- A. 选中 PROFINET 网络，点击鼠标右键。
- B. 选择“ PROFINET IO” ，打开拓扑编辑器。

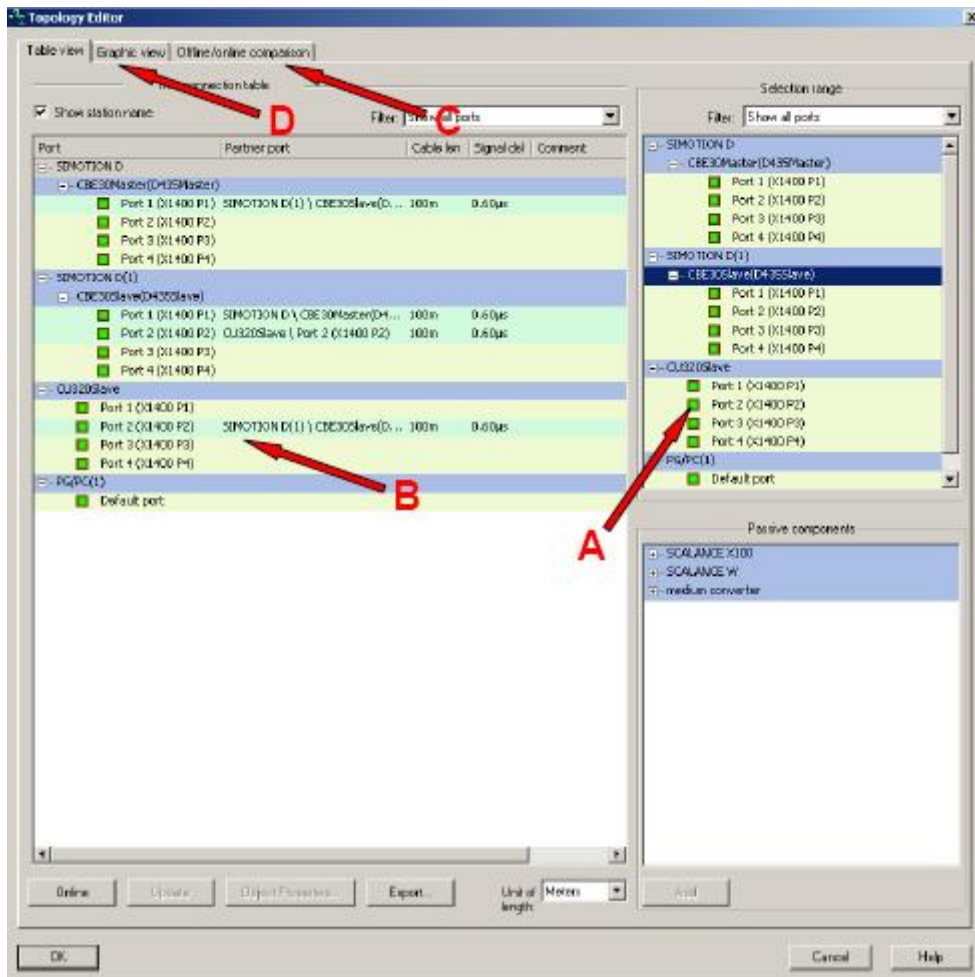


图 3-13 表格形式的拓扑编辑器

- A. 画面右上角为拓扑编辑器，在此显示可配置的设备。
- B. 画面左侧可通过拖曳方法进行端口的连接。在打开的窗口中可对连接线的长度进行配置。

**注意：**

当不需要优化通讯时，使用默认长度100 m。

- C. 如果在线连接机器，实际的拓扑结构可被显示，并且与配置的拓扑结构进行比较。  
对于 Step 7 5.4 SP2，还有一个图形拓扑编辑器(图 3-14)，可通过点击鼠标左键进行端口选择，然后按住左键移动至要被连接的端口。

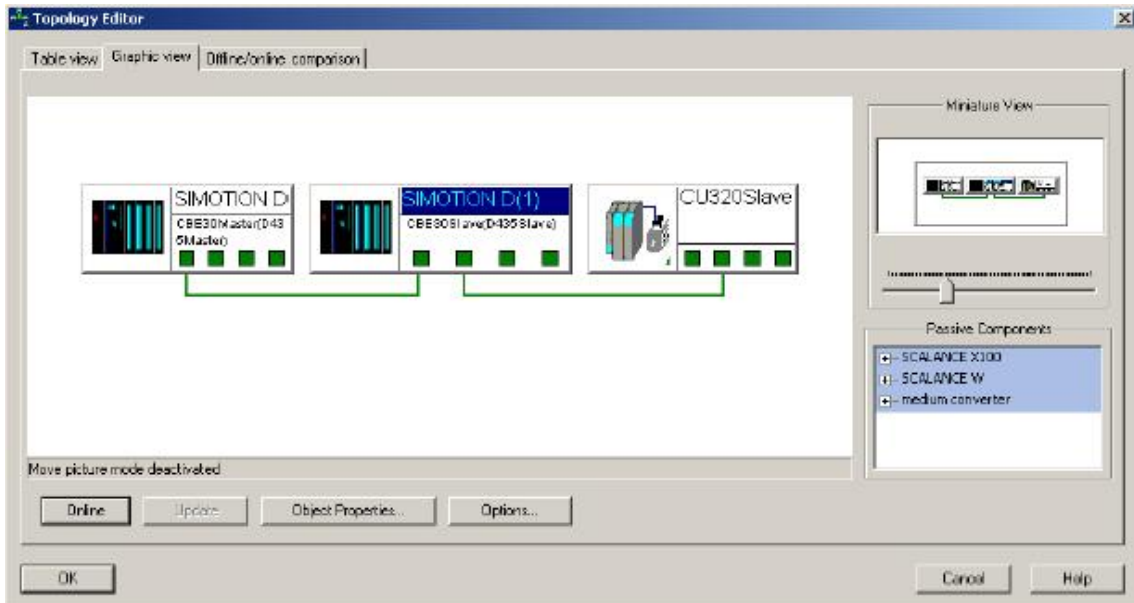


图 3-14 图形化的拓扑编辑器

### 传输周期(basic bus cycle)

通过点击鼠标左键，选中PROFINET 网络，然后点击鼠标右键打开菜单，选择“ PROFINET IO Domain Management” 项，可进行 IRT 传输周期的配置，根据所配置的设备其定义范围为： 0.5 ms - 4 ms。

### 3.1.5 在 NetPro 中进行设置

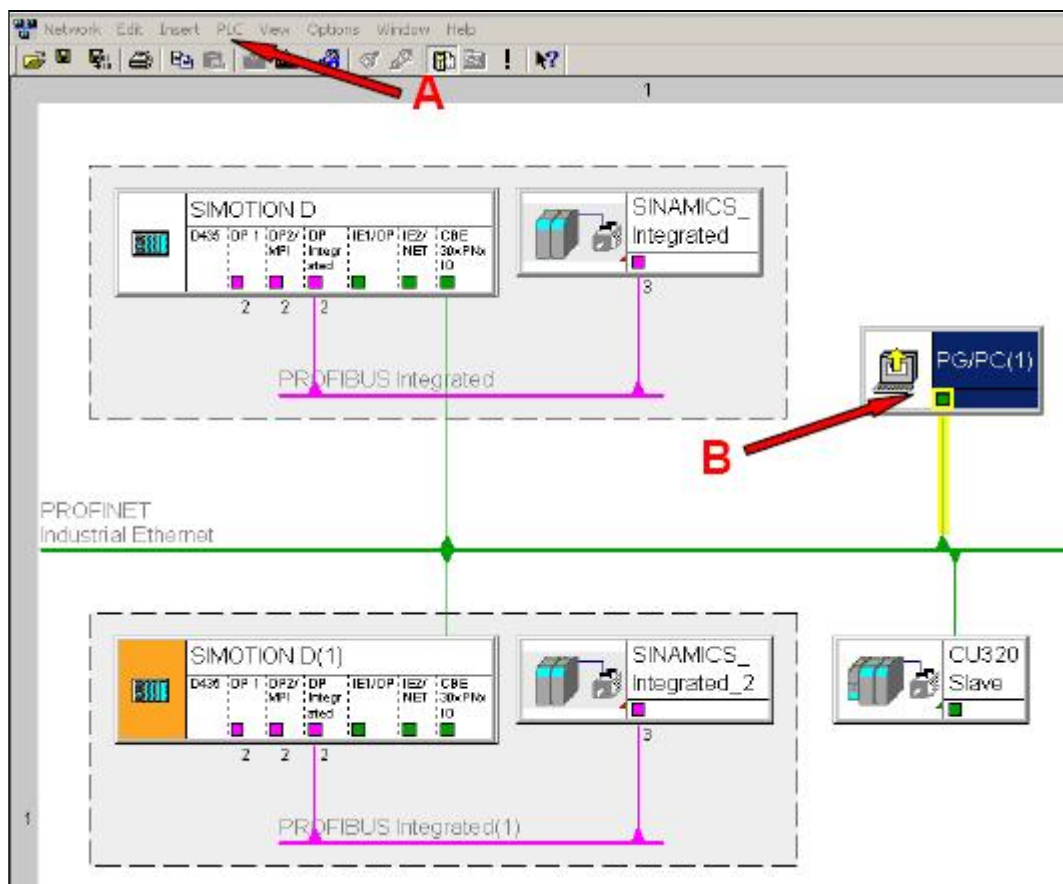


图 3-15 在 NetPro 中设置PG/PC

在 NetPro中, 将 PG/PC 连接至 SIMOTION。通过双击PG/PC图标(B)打开配置菜单。建立一个 “Industrial Ethernet” 接口(图 3-16)。选择已存在的子网络“PROFINET”。之后为PG设定 IP 地址, 选择“PG/PC” 接口并且通过“assignment” 进行连接。

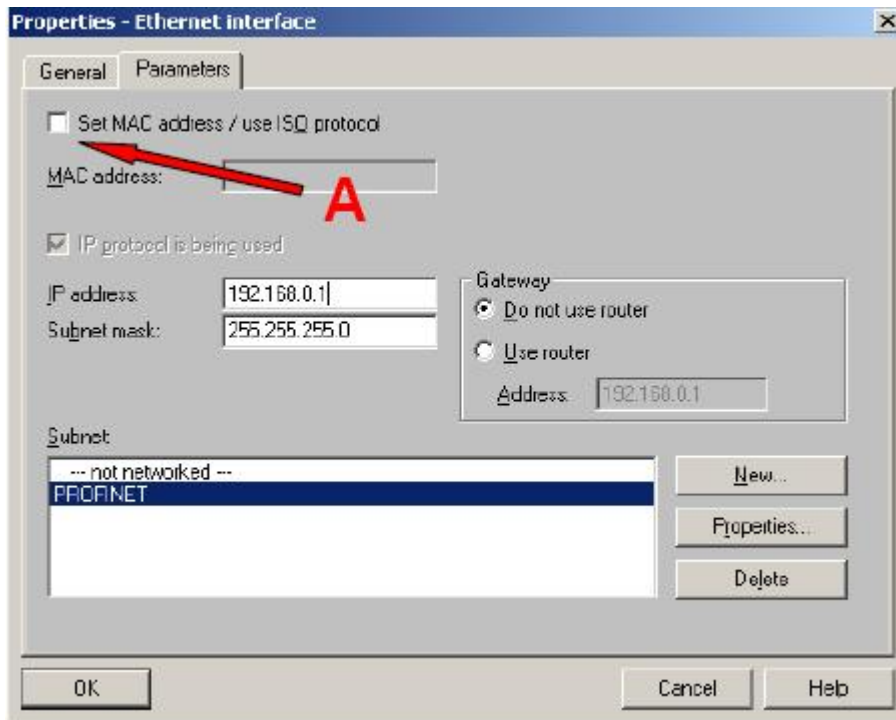


图 3-16 以太网接口设置

**A.** 移去默认的“对勾”选择, 使用IP地址。

### 3.1.6 在“Windows”系统中设置IP地址

设置PG/PC的 IP地址(图 3-17)



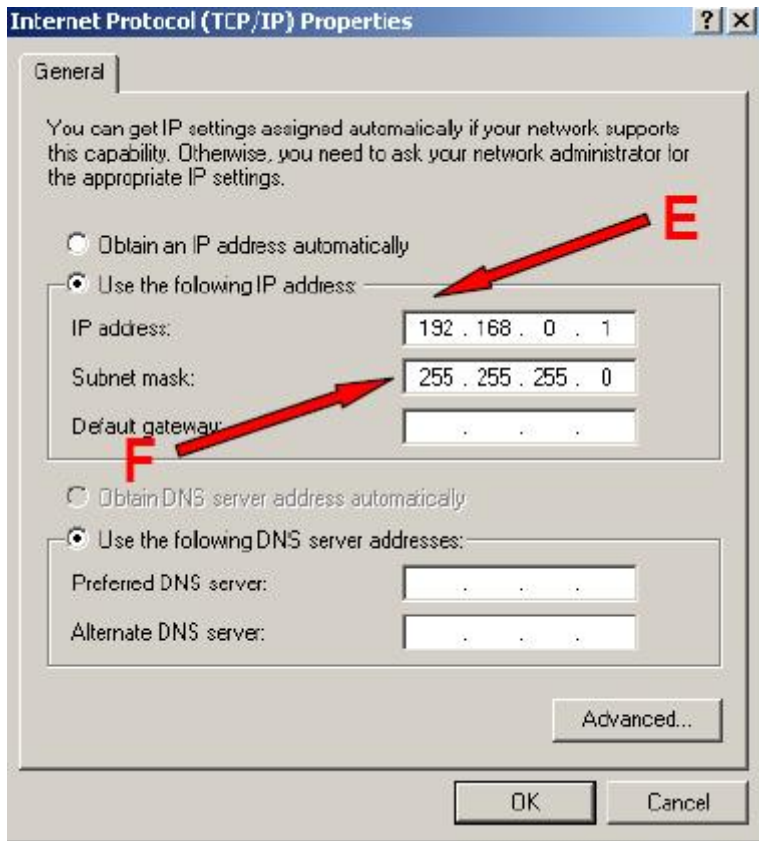


图 3-17 IP地址的分配

- E. 在系统控制 / 网络连接中对网卡的 IP 地址进行设置。
- F. 设置子网掩码。

### 3.1.7 设备分配

(1) 通过按下图 3-18中的按钮“blinking”可进行设备的识别。

表 3-3 设备识别

Device	LED
SIMOTION D	SF-LED is blinking
SINAMICS S120	RDY-LED is blinking

(2) 在网络中识别设备。



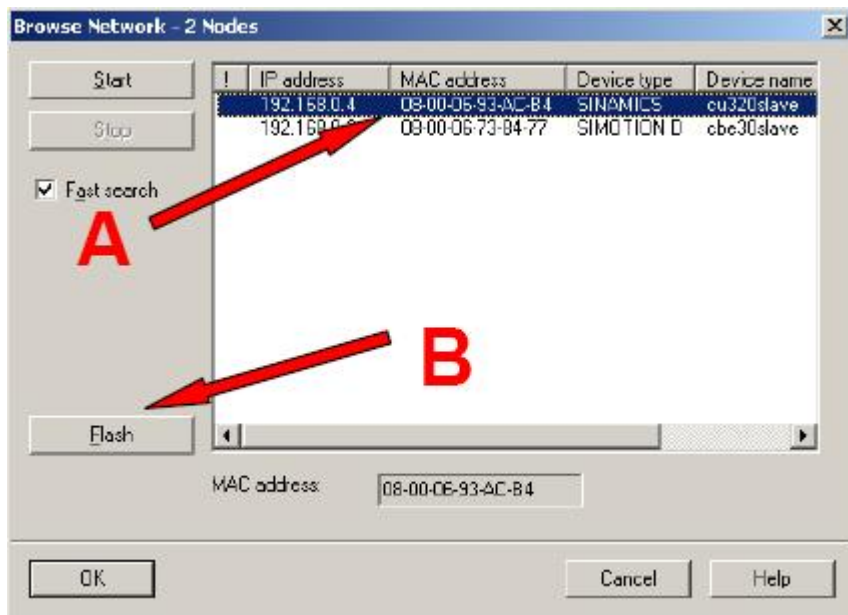


图 3-18 在网络中查找设备

- A. 给设备分配 IP 地址及设备名，SIMOTION 必须通过以太网电缆连接至PG。在HW-Config 或 NetPro 中，通过菜单 “ PLC /Ethernet/ Edit Ethernet node”，搜索所有存在的带有MAC 地址的设备。
- B. 如果不确定设备的MAC地址，可通过按钮“ blinking” 进行设备的识别。

(3) 为设备分配 IP 地址及设备名称

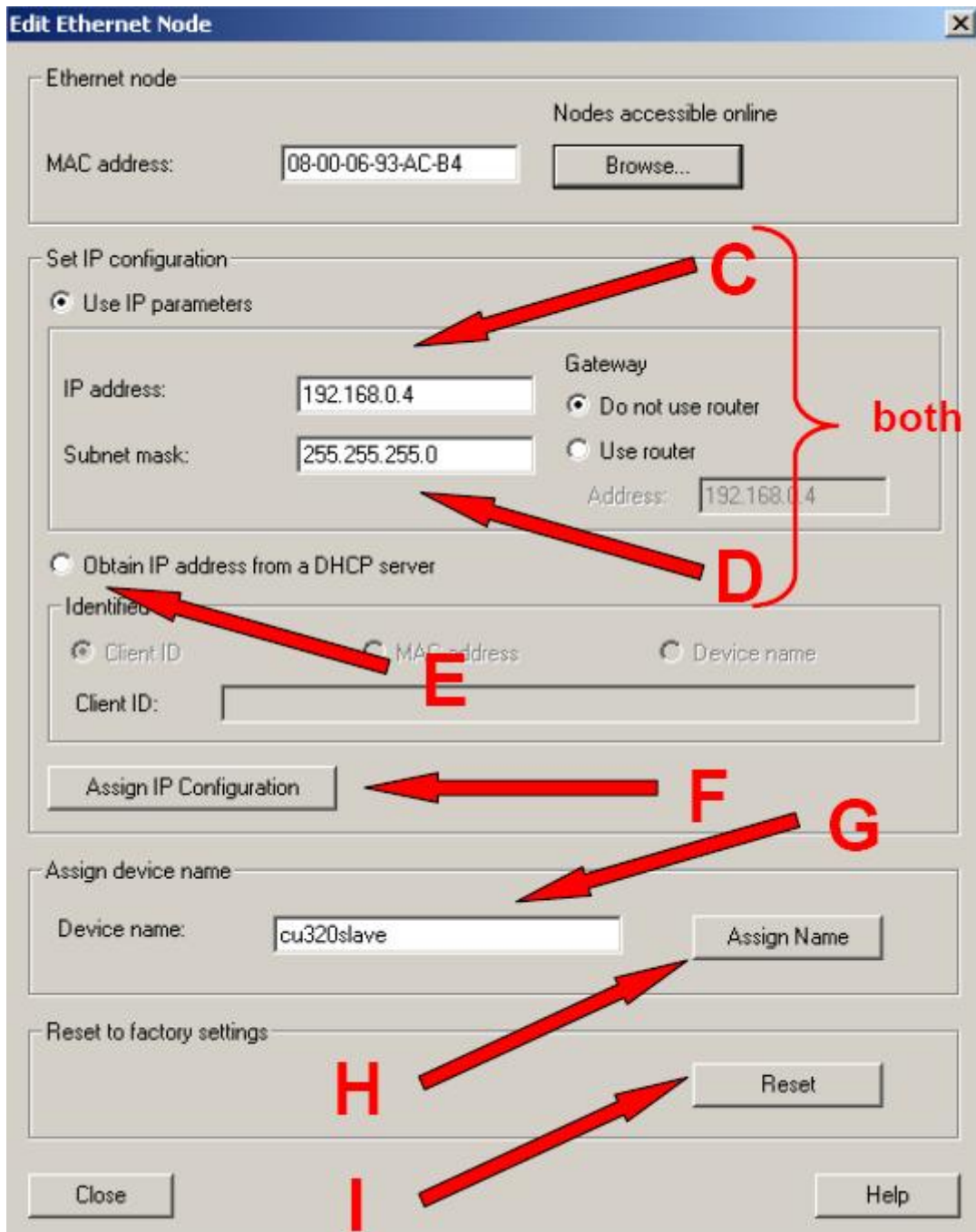


图 3-19 分配 IP 地址及设备名称

- C. 选择设备并改变它的 IP 地址
  - D. 子网掩码
  - E. 不支持 DHCP 此处不选择
  - F. 分配设备的IP地址
  - G. 设备名称
  - H. 分配设备名称
  - I. 复位设备为默认的 IP地址及设备名(factory setting)。
- 编译项目，然后下载 SIMOTION 程序。

### 3.2 驱动与轴的配置

### 3.2.1 在Scout中驱动的配置

在 Scout中，必须对驱动装置 (CU320Slave)进行配置，可在线或离线进行配置。具体配置方法请参见S120调试手册。

在Scout 中配置驱动后，可进行轴的配置。

#### 注意

在Scout 中如没有通过自动方式对驱动装置进行配置，则在手动离线配置时必须选择 CBE20 做为选项模块。如果 CBE20 未在此位置被配置，必需从项目中完全删除此驱动装置后再重新建立，过后配置CBE20 是不可以的。

离线配置CBE20:

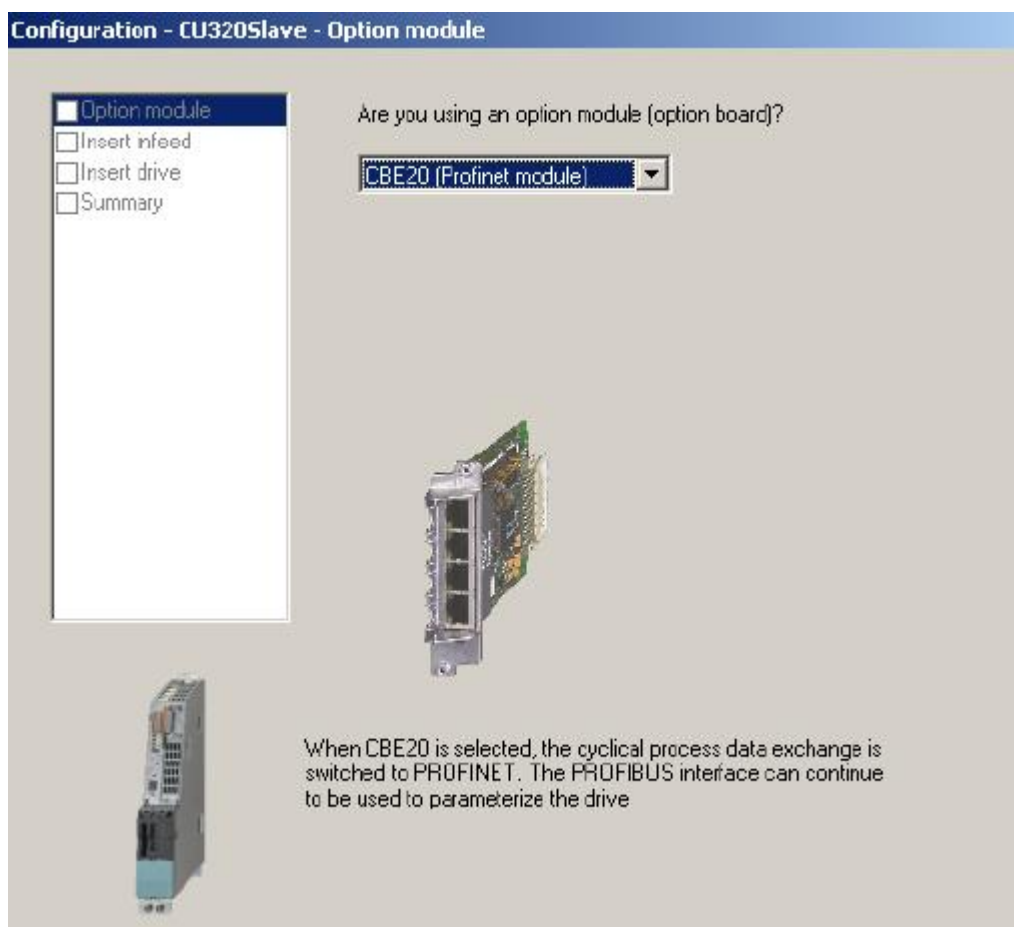


图 3-20 选择 CBE20 做为选件模块

### 3.2.2 D435Master中轴的配置

在D435Master中配置一个虚拟主轴，D435Slave中配置的实从轴与其实现分布式同步操作。

表 3-4 虚主轴特性

Axis Name	Properties
Master_Axis	Virtual
	Positioning axis
	Rotary axis (Standard/pressure)
Axis Name	Properties
	Modulo 360°

### 3.2.3 D435Slave中轴的配置

在D435Slave中配置两个实从轴“ RA\_Slave\_RED” 及“ RA\_Slave\_BLUE” ，分别与D435Master中虚拟主轴进行分布式电子齿轮同步操作。

表 3-5 axis 1 特性

Axis 1	Properties
<b>Drive_RED (CU320)</b>	Connection: X1
	Servo motor
	No motor holding brake
	SIEMENS telegram 105, PZD-10/10
<b>RA_Slave_RED (SIMOTION axis)</b>	Real electric
	Synchronous axis
	Rotary (standard/pressure)
	Modulo: 360°
	Drive: Drive_RED (CU320)
	Setpoint coupling to Master_Axis

表 3-6 axis 2 特性

Axis 2	Properties
<b>Drive_BLUE (CU320)</b>	Connection: X2
	Servo motor
	No motor holding brake
	SIEMENS telegram 105 PZD-10/10
<b>RA_Slave_BLUE</b>	Real electric
	Synchronous axis
	Rotary (standard/pressure)
Axis 2	Properties
	Modulo: 360°
	Drive: Drive_BLUE (CU320)
	Setpoint coupling to Master_Axis

### 3.3 将实轴与虚轴进行分布同步操作

#### 3.3.1 将实轴与虚轴进行电子齿轮同步

按照图图 3-21 设置从轴与主轴的同步关系

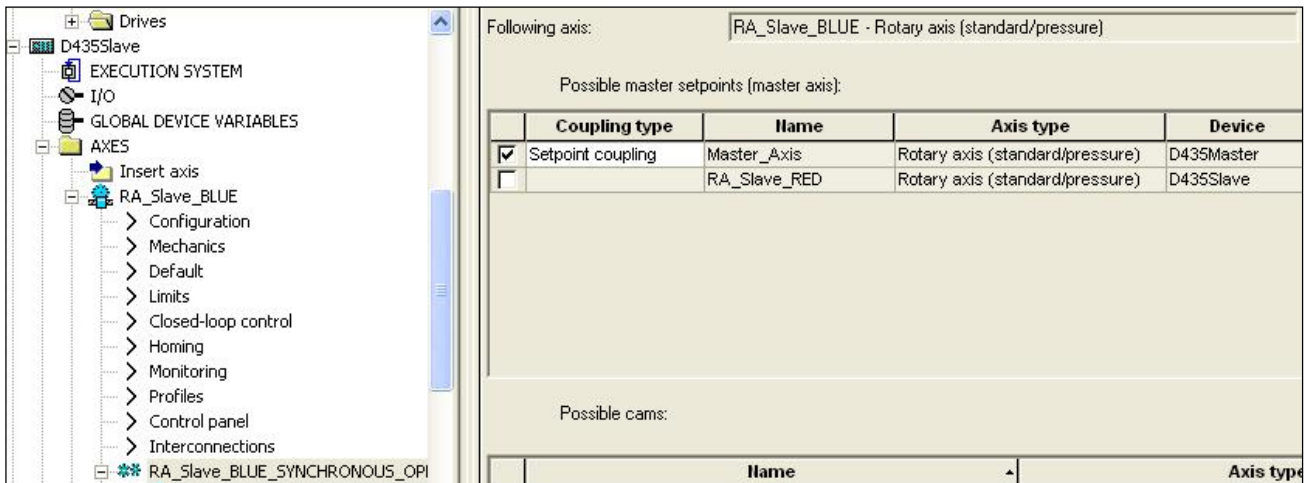


图 3-21 设置从轴与主轴的同步关系

电子齿轮同步MCC命令参数设置:

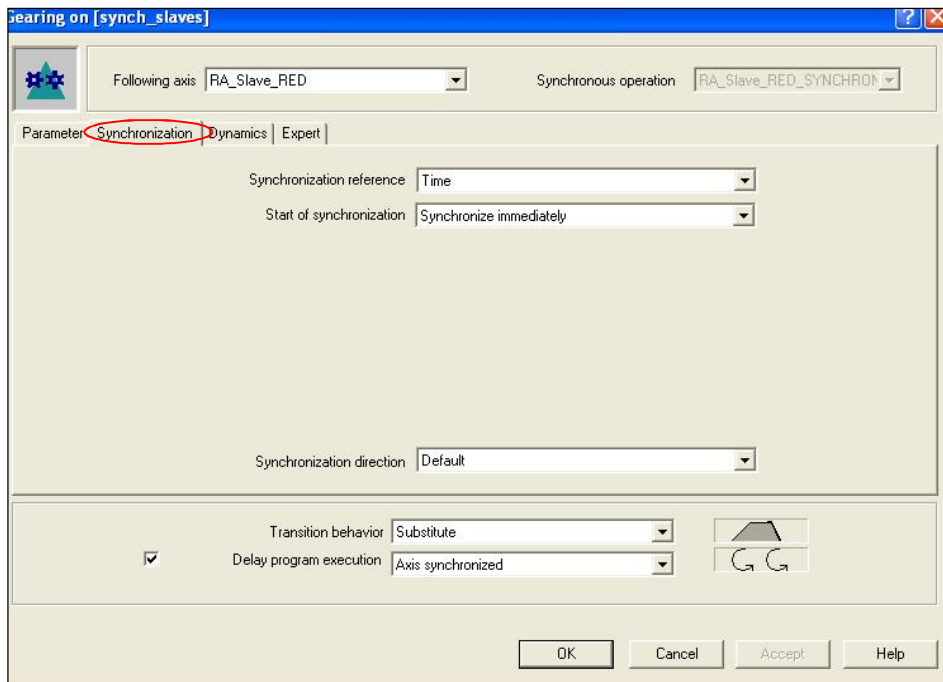
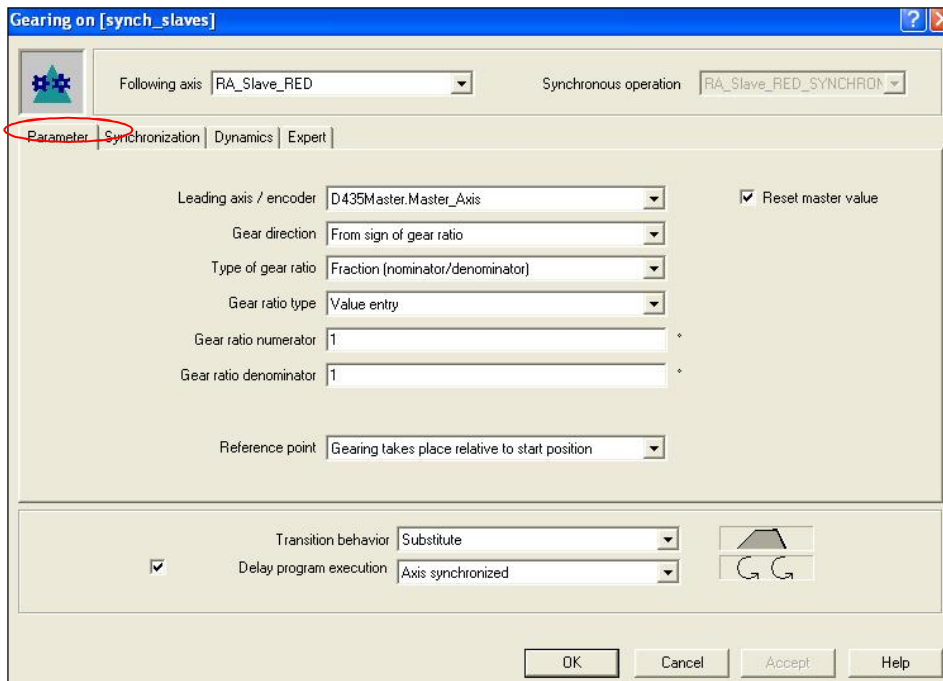


图 3-22 同步命令参数设置

表 3-7 将实轴与虚轴进行齿轮同步的参数设置

Parameter	Input
master axis / encoder	D435Master.Master_Axis
Gear direction	Polarity gear factor off
Reference point	Gearbox synchronization is relative to start position
Synchronization reference	Time
Start of synchronizing	Immediate synchronization
Behavior with preceding synchronization	Default
Direction of synchronization	Default

### 3.3.2 从轴与主轴解除齿轮同步

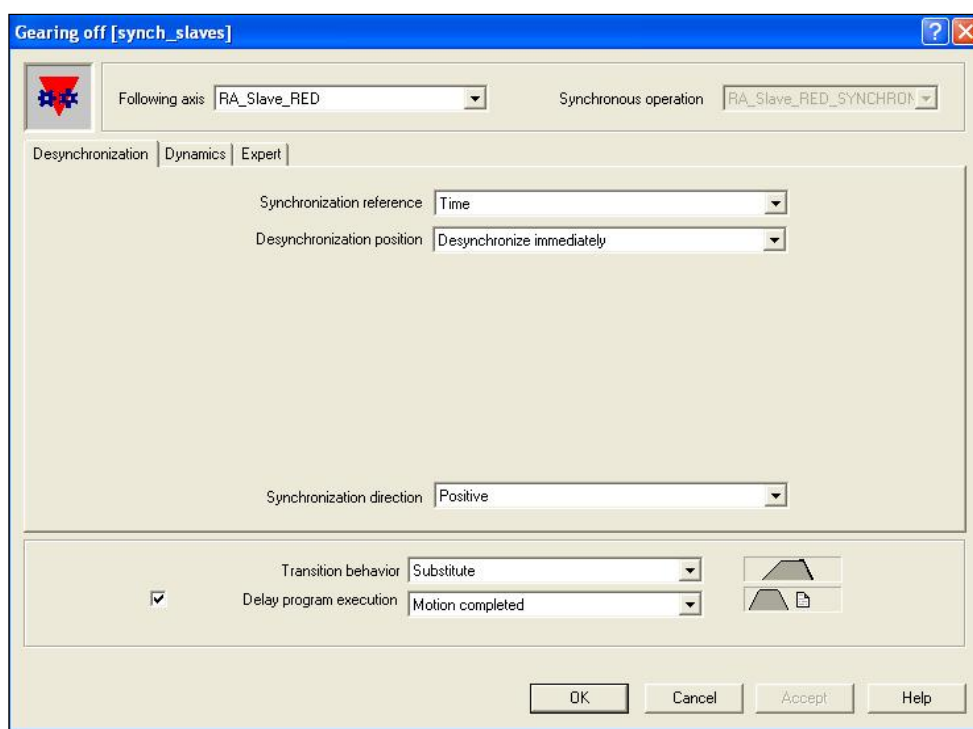


图 3-23 解除同步命令参数设置

表 3-8 实轴与虚轴解除齿轮同步的参数设置

Parameter	Input
Synchronization reference	Time
Position of synchronization	Immediate synchronization
Direction of synchronization	Positive

### 3.3.3 D435Master程序说明

表 3-9 D435Master 中变量及程序功能说明

Source / Program	Task	Functionality	Connections	Variables
VarGlobM (ST)		Declaration of global variables.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• master_enable</li> <li>• start_master</li> <li>• master_speed</li> <li>• enable_S</li> <li>• synch_S</li> <li>• enabled_S</li> <li>• synchronized_S</li> </ul>
VarGlobM (ST) / Cross_Traffic	BackgroundTask	Variable slave-to-slave communication between both SIMOTIONs		
F (MCC) / tech	TechnologicalFaultTask	Blank program to deal with technological FaultTask.		
F (MCC) / peri	PeripheralFaultTask	Blank program to deal with Peripheral FaultTask.		
Master (MCC) / master	MotionTask_1*	Start master axis enabling and motion. Speed overwrite possibility.	VarGlobM	

\*) Task configuration\ activation after startup task

### 3.3.4 D435Slave程序说明



表 3-10 D435Slave中变量及程序功能说明

Source / Program	Task	Functionality	Connections	Variables
VarGlobS		Declaration of global variables		<ul style="list-style-type: none"> <li>• enable_S</li> <li>• synch_S</li> <li>• enabled_S</li> <li>• synchronized_S</li> </ul>
VarGlobS (ST) / Cross_Traffic	Background Task	Variable slave-to-slave communication between both SIMOTIONs		
DPsynch (ST) / dpintsynch	StartupTask	Synchronization of DP interfaces		_enabledpinterfac esynchroni- zationmode( )
enable (MCC) / enable_Slaves	MotionTask _2*	enabling of slaves	VarGlob	
sync (MCC) / sync_Slaves	MotionTask _3*	Synchronization of following axes	VarGlob	
F / tech	TechnologicalFaultTask	Dealing with TechFault Task		
F / peri	PeripheralFaultTask	Dealing with PeriFaultTask		
Fault (ST) / TechAlarm	Background Task	Acknowledgement of alarm 20005		_resetaxiserror()

\*) Task configuration\ activation after startup task

### 3.3.5 编译及项目下载

配置及编程结束后，可将项目编译并下载至 SIMOTION。

#### 注意

SIMOTION 必须在 “ stop” 模式而不是“ stop U” ，在“ Stop U” 模式下不可以进行下载操作。

### 3.4 项目操作

通过使用监控表“ control” ，可实现轴的同步操作测试。

通过操作监控表中的Enable, start, synchronization变量可实现轴的同步运行测试。

## 四、程序参考实例

示例程序请参考附带文件：PN\_IO\_IRT.zip。