

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Eletrônica

Laboratório de Controle e Automação II
INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O CLP

Professora: Maria Auxiliadora Muanis Persechini
Bolsista: Marco Túlio Ferreira do Carmo

junho de 2011

Sumário

1	Introdução	4
2	CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE	5
2.1	SIMATIC S7-300	5
2.2	MÓDULOS IO DIGITAIS	5
2.2.1	Introdução	5
2.2.2	Testes iniciais com o módulo IO	6
2.3	MÓDULOS IO ANALÓGICOS	8
2.3.1	Introdução	8
2.3.2	Tipos e faixas de medidas	8
3	FERRAMENTAS DE SOFTWARE	16
3.1	Controladores PID	16
3.1.1	Introdução	16
3.1.2	Configuração dos parâmetros para o bloco	17
3.1.3	Blocos de função	17
4	SIMATIC NET e protocolos de comunicação OPC	27
4.1	COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL SIMATIC NET	27
4.1.1	Introdução	27
4.1.2	Protocolos	27
4.1.3	Comunicação em rede Industrial Ethernet.	27
4.1.4	O protocolo SEND/RECEIVE	29
4.1.5	O protocolo S7	30
4.1.6	protocolo SNMP	31
4.1.7	PROFINET	31
4.2	INTERFACE OPC	32
4.2.1	Introdução	32
4.2.2	OPC DA	33
4.2.3	OPC UA	33
	Referências Bibliográficas	35

Lista de Tabelas

4.1	<i>Protocolos disponíveis para rede PROFIBUS e Industrial Ethernet.</i>	28
4.2	<i>Industrial Ethernet em modelo de camadas.</i>	28
4.3	<i>Industrial Ethernet em modelo de camadas.</i>	32

Lista de Figuras

2.1	Conexões e Alimentação do módulo	6
2.2	Tabela de especificações do SM IO digital	7
2.3	Tabela de especificações do SM IO digital	10
2.4	Tabela de especificações do SM IO digital	11
2.5	Conexões para medições de resistência e tensão e saída em tensão.	12
2.6	Conexões para medições de resistência e saída em tensão.	13
2.7	Especificações técnicas.	13
2.8	Especificações técnicas.	14
2.9	Especificações técnicas.	15
4.1	Topologias suportadas pela Industrial Ethernet	29
4.2	Interfaces usuário na rede Industrial Ethernet.	30
4.3	Implementação utilizando protocolo SEND/RECEIVE em rede Industrial Ethernet.	31
4.4	Interface OPC.	33
4.5	Funções disponíveis na interface OPC UA.	34

Capítulo 1

Introdução

Os temas desenvolvidos nesse relatório dizem respeito a um projeto PEG que visa à reestruturação da disciplina de Laboratório de Controle e Automação II (ELT015). O que se dará por meio da renovação das atividades práticas realizadas e dos recursos disponíveis no laboratório.

Uma das etapas desse projeto de reestruturação consiste na montagem, configuração e testes dos CLP's e softwares que foram adquiridos para o laboratório em 2009. Ainda como parte dessa etapa fez-se necessário documentar todo o processo que possibilite disponibilizar tais recursos para o uso durante as aulas de laboratório da referida disciplina, o que foi realizado por meio da elaboração de roteiros de montagem, configuração e programação e deste relatório.

Um controlador lógico programável (CLP) é um computador especializado, baseado em um microprocessador capaz de realizar ações específicas de controle. Embora sua utilização se concentre no controle de variáveis discretas, muitos deles são capazes de realizar também o controle de variáveis analógicas.

Os controladores lógicos programáveis são fundamentados na realização das tarefas de leitura dos cartões de entradas, processamento de uma lógica e escrita dos cartões de saída de maneira cíclica. Esses dispositivos geralmente são capazes de realizar tanto funções de controle lógico (operação de sinais binários), quanto de controle digital (operação com sinais contínuos após estes serem digitalizados por meio de conversores A/D). Logo, por meio desses dispositivos, é possível implementar desde tarefas mais simples, como chaves liga/desliga até problemas de ordem mais complexas como controladores PID's. Portanto, é de fundamental importância que os alunos de Engenharia de Controle e Automação possuam a habilidade de identificar os componentes e de configurar e programar CLPs.

Os capítulos que se seguem visam a proporcionar uma visão detalhada dos equipamentos e softwares que foram adquiridos para uso no laboratório. Neles pretende-se proporcionar uma descrição clara das características físicas, funcionalidades e modo de operação dos mesmos.

Capítulo 2

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE

2.1 SIMATIC S7-300

Os CLPs comerciais são em sua maioria dispositivos modulares e requerem um pacote de software específico para realizar a comunicação entre o controlador e o computador de supervisão, sendo que, em nosso caso, os módulos em questão e os de software consistem no pacote de treinamento do CLP SIMATIC S7-300 da SIEMENS. Nesse pacote estão inclusos:

- Uma fonte de alimentação PS 307, cujas tensões nominais de entrada e saída são respectivamente 120/230V AC e 24V DC e cuja corrente máxima fornecida é 5A.
- Uma CPU 315F-2 PN/DP com memória de trabalho de 256Kbyte e consumo de corrente de 60 mA.
- Um módulo I/O Digital SM 323 com 16 entradas e 16 saídas. Tensão nominal de 24V DC e consumo de corrente: 80 mA. Conector Frontal Requerido de 40 pinos.
- Um módulo I/O Analógico SM 334 com 4 entradas e 2 saídas. Tensão nominal de 24V DC e consumo de corrente de 60 mA. Conector Frontal Requerido de 20 pinos.
- Um cartão de memória Micro Memory Card – 512KB.

Uma vez que as características da CPU e da fonte de alimentação são menos relevantes do ponto de vista de nossos objetivos, apenas as informações essenciais a respeito desses dois módulos serão descritas nesse relatório, ficando a cargo do leitor a busca de informações adicionais na documentação competente que é fornecida pelo fabricante.

2.2 MÓDULOS IO DIGITAIS

2.2.1 Introdução

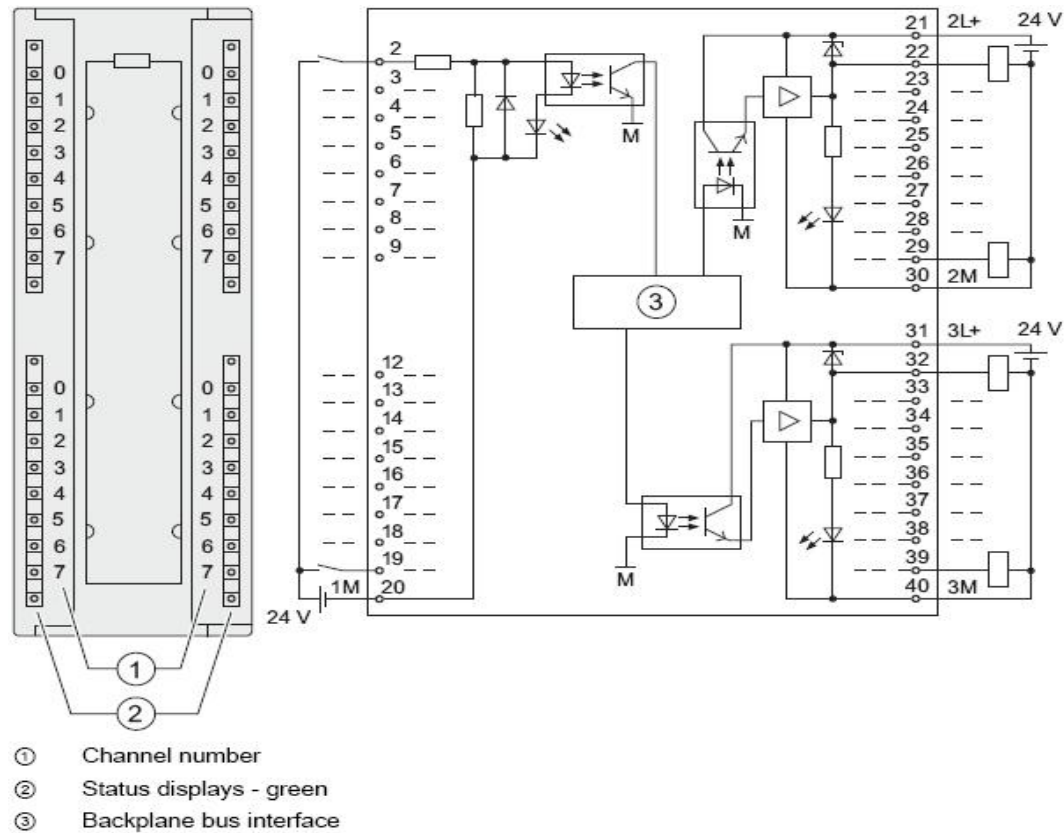
As operações de entrada e saída em um computador, devem sempre ser realizadas por meio de uma interface apropriada. No caso de um CLP, a interface disponível é o módulo de sinal, também conhecido como cartão de entrada e saída. O módulo de sinal que será utilizado em nosso laboratório é o SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24V/ 0.5A, suas características de conexão e alimentação estão ilustradas na figura 2.1.

Propriedades gerais:

- 16 entradas eletricamente isoladas em grupo de 16.
- 16 saídas eletricamente isoladas em grupo de 8.
- Tensão nominal de entrada de 24VDC.
- Tensão de carga nominal de 24VDC.

As características gerais do módulo encontram-se nas figuras 2.2 a 2.4

Figura 2.1: Conexões e Alimentação do módulo



2.2.2 Testes iniciais com o módulo IO

Nessa subseção descrevemos um exemplo simples que permite testar o funcionamento desse módulo após a montagem e configuração do CLP e cuja finalidade é a familiarização do usuário com as práticas necessárias para uma utilização segura do módulo IO digital.

Para realizarmos a prática descrita a seguir é recomendável que o leitor veja antes os roteiros de montagem e configuração do equipamento, além de verificar a disponibilidade dos seguintes equipamentos:

- 1 trilho de montagem.
- 1 módulo siemens de tensão de alimentação (Power Supply).
- 1 CPU 315F - 2 PN/DP.
- 1 módulo IO digital.
- 1 PC com o software STEP 7 instalado e dotado de interface para comunicação MPI.
- Varios parafusos M6 e chaves compatíveis.
- Cerca de meio metro de cabo com seção de $10mm^2$ para aterrar o trilho.
- Aproximadamente 2m de cabo com seção de $1mm^2$ para conexão de entrada e saída do cartão.
- Cerca de um metro de cabo trifásico para a energização da fonte PS.
- 2 botões single-ON (24V) ou duas chaves.

Figura 2.2: Tabela de especificações do SM IO digital

Properties	Module		
	SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24 V/ 0.5 A (-1BL00-)	SM 323; DI 8/DO 8 x DC 24 V/0.5 A (-1BH01-)	SM 327; DI 8/DX 8 x DC 24 V/0.5 A, programmable (-1BH00-)
Number of inputs	16 inputs, electrically isolated in groups of 16	8 inputs, electrically isolated in groups of 8	8 digital inputs, plus 8 separately programmable inputs/outputs, electrically isolated in groups of 16
Number of outputs	16 outputs, electrically isolated in groups of 8	8 outputs, electrically isolated in groups of 8	
Rated input voltage	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Output current	0.5 A	0.5 A	0.5 A
Rated load voltage	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Inputs suitable for...	Switches and 2-/3-/4-wire proximity switches (BEROs).		
Outputs suitable for...	solenoid valves, DC contactors and signal lamps		
Supports isochronous mode	no	no	no
Programmable diagnostics	no	no	no
Diagnostic interrupt	no	no	no
Edge-triggered hardware interrupt	no	no	no
Programmable input delay	no	no	no
Substitution value output	no	no	no
Special features	-		

Passo 1: Conectando o módulo IO digital

Procedimentos:

- Abrir o painel frontal do módulo
- Colocar dentro do painel o conector frontal de entrada e saída pressionando-o até que suceda um estalo. Nesse momento o painel ainda não poderá ser fechado, e a conexão física ainda não terá sido efetuada.
- Corte aproximadamente 10 fiações de 20cm de comprimento e $1mm^2$ de seção transversal para as conexões do módulo.
- Conecte os terminais dos fios no conector da seguinte maneira:
 - Terminais L+ do cartão IO com o terminal L+ da fonte, terminais M do cartão e terminal M da fonte
 - Terminal 3 do cartão e um dos contatos do botão1.
 - Terminal 4 do cartão e um dos contatos do botão2.
 - Ligar a extremidade desconectada dos botões ao terminal L+ da fonte.
- Guie os fios para fora do painel do módulo e parafuse o parafuso central do conector central até que se ouça um estalo.
- Feche a tampa dos painéis.

Passo 2: Verificando o funcionamento do hardware

Procedimentos:

- Conecte a CPU ao PC através do cabo MPI.

- Ligue a fonte de tensão. Nesse momento todos os leds da CPU irão se manter acesos por um pequeno intervalo de tempo, em seguida, apenas os leds indicadores SF-LED, DC5V-LED e STOP-LED ficaram acesos.
- Proceda um reset na memória do seguinte modo:
 - Mude a chave de seleção de modo da CPU para a posição MRES. Mantenha a chave nessa posição até que o led STOP-LED pisque pela segunda vez, então libere a chave.
 - Dentro de 3s você deve retornar a chave à posição MRES. Assim que o led STOP-LED começar a piscar rapidamente você poderá soltar a chave seletora e o reset da memória terá se completado.
- Ligue o PC no qual o STEP 7 está instalado e inicia a execução do SIMATIC manager.
- Aperte cada um dos botões e verifique que os leds correspondentes no cartão IO irão se acender.

Com o STEP 7 rodando você deve criar um novo projeto, ir à janela HWconfig e adicionar à configuração do seu projeto os dispositivos de hardware correspondentes à sua montagem. No bloco de programa OB1 programe uma função lógica AND em ladder, fornecendo para os contatos os endereços físicos aonde foram conectados os botões e escolha uma saída física para a bobina. Faça o download do seu programa e monitore-o através da ferramenta Debug >> Monitor enquanto você ativa os botões.

2.3 MÓDULOS IO ANALÓGICOS

2.3.1 Introdução

Para a leitura e escritas de variáveis de caráter contínuo, é necessário um módulo de sinal capaz de realizar internamente a conversão dos sinais de entrada e saída de analógico para digital e vice versa. Para isso, utilizaremos no laboratório o módulo de sinal SM 334; AI 4/AO 2 12 bits.

Propriedades gerais:

- 4 entradas em 2 grupos e 2 saídas em 1 grupo
- Resolução de 12 bits mais sinal(+/-)
- Tipo de medida programável por canal/grupo:
 - Voltagem
 - Resistência
 - Temperatura
- Elétricamente isolado do backplane bus (trilho)
- Elétricamente isolado da tensão de carga

Nas figuras 2.5 e 2.6 estão apresentados os diagramas de conexão para os diversos tipos de medições possíveis com o módulo analógico em questão.

As especificações técnicas do módulo IO analógico utilizado encontram-se nas figuras 2.7, 2.8 e 2.9.

2.3.2 Tipos e faixas de medidas

O módulo analógico IO de 12 bits pode ser programado para gerar saídas tanto em corrente como em tensão, assim como podemos também desabilitar a saída. Para qualquer um dos casos a programação é feita via software STEP 7.

No caso de não utilizar algum canal, esteja atento para desabilitar o canal no STEP 7. Outro detalhe a ser observado é que os canais de entrada que não estiverem sendo utilizados devem ser curto circuitados e ligados ao terra (M_{ANA}) para otimizar a imunidade a interferências do módulo. No caso da saída analógica,

o canal deve ficar aberto.

Opções para conexões dos canais de entrada: Podem conectar as entradas do módulo IO SM334 nas seguintes combinações:

CANAL	POSSIBILIDADES DE CONEXÃO.
canais 0 e 1	1) Ambos conectados para medida de temperatura 2) Ambos conectados para medição de resistência.
canais 2 e 3	1) Ambos conectados para medir tensão, 2) Ambos conectados para medir resistência, 3) Ambos conectados para medir temperatura, 4) Um conectado para medir temperatura e o outro tensão, 5) Um conectado para medir resistência e o outro tensão.

Figura 2.3: Tabela de especificações do SM IO digital

Technical specifications	
Dimensions and weight	
Dimensions W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
Weight	ca. 260 g
Module-specific data	
Isochronous	no
Number of inputs	16
Number of outputs	16
Cable length	
• unshielded	max. 600 m
• shielded	max. 1000 m
Voltages, currents, electrical potentials	
Rated load voltage L+	24 VDC
Number of simultaneously controlled inputs	
• horizontal mounting position	
to 40 °C	16
to 60 °C	8
• vertical mounting position	16
to 40 °C	
Total current of outputs (per group)	
• horizontal mounting position	
to 40 °C	max. 4 A
to 60 °C	max. 3 A
• vertical mounting position	max. 2 A
to 40 °C	
Technical specifications	
Electrical isolation	
• between channels and the backplane bus	yes
• between channels	yes
Inputs in groups of	16
Outputs in groups of	8
Maximum potential difference	
• between different circuits	75 VDC / 60 VAC
Isolation test voltage	500 VDC
Current consumption	max. 80 mA
• from the backplane bus	max. 80 mA
• from load voltage L+ (no-load)	
Power loss of the module	typ. 6.5 W
Status, interrupts, diagnostics	
Status display	green LED per channel
Interrupts	none
Diagnostic functions	none

Figura 2.4: Tabela de especificações do SM IO digital

Sensor selection data	
Input voltage <ul style="list-style-type: none"> Rated value "1" signal "0" signal 	24 VDC 13 V to 30 V - 30 V to + 5 V
Input current <ul style="list-style-type: none"> "1" signal 	typ. 7 mA
Input delay <ul style="list-style-type: none"> "0" to "1" transition "1" to "0" transition 	1.2 ms to 4.8 ms 1.2 ms to 4.8 ms
Input characteristics	to IEC 61131, type 1
Connection of 2-wire BEROs <ul style="list-style-type: none"> Permissible quiescent current 	supported max. 1.5 mA
Wiring of the signal transducers	using a 40-pin front connector
Actuator selection data	
Output voltage <ul style="list-style-type: none"> "1" signal 	min. L + (- 0.8 V)
Output current	
<ul style="list-style-type: none"> "1" signal <ul style="list-style-type: none"> Rated value Permitted range "0" signal (residual current) 	0.5 A 5 mA to 0.6 A max. 0.5 mA
Output delay (resistive load) <ul style="list-style-type: none"> "0" to "1" transition "1" to "0" transition 	Max. 100 μ s Max. 500 μ s
Technical specifications	
Load resistance range	48 Ω to 4 k Ω
Lamp load	Max. 5 W
Wiring two outputs in parallel <ul style="list-style-type: none"> for redundant load control for performance increase 	supported (only outputs of the same group) not supported
Control of a digital input	supported
Switching frequency <ul style="list-style-type: none"> with resistive load with inductive load to IEC 947-5-1, DC 13 with lamp load 	max. 100 Hz max. 0.5 Hz max. 10 Hz
Internal limiting of the inductive shutdown voltage to	typ. L + (- 53 V)
Short circuit-proof output <ul style="list-style-type: none"> Threshold 	yes, electronic typ. 1 A
Wiring of the actuators	using a 40-pin front connector

Figura 2.5: Conexões para medições de resistência e tensão e saída em tensão.

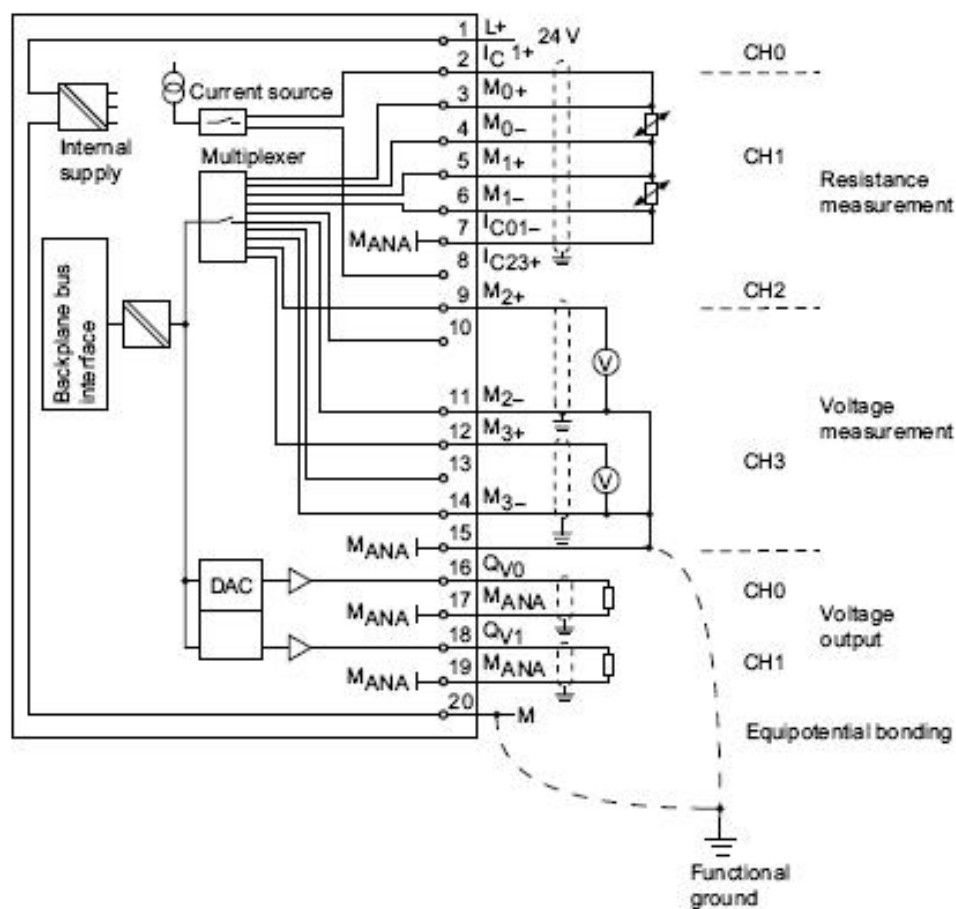


Figura 2.6: Conexões para medições de resistência e saída em tensão.

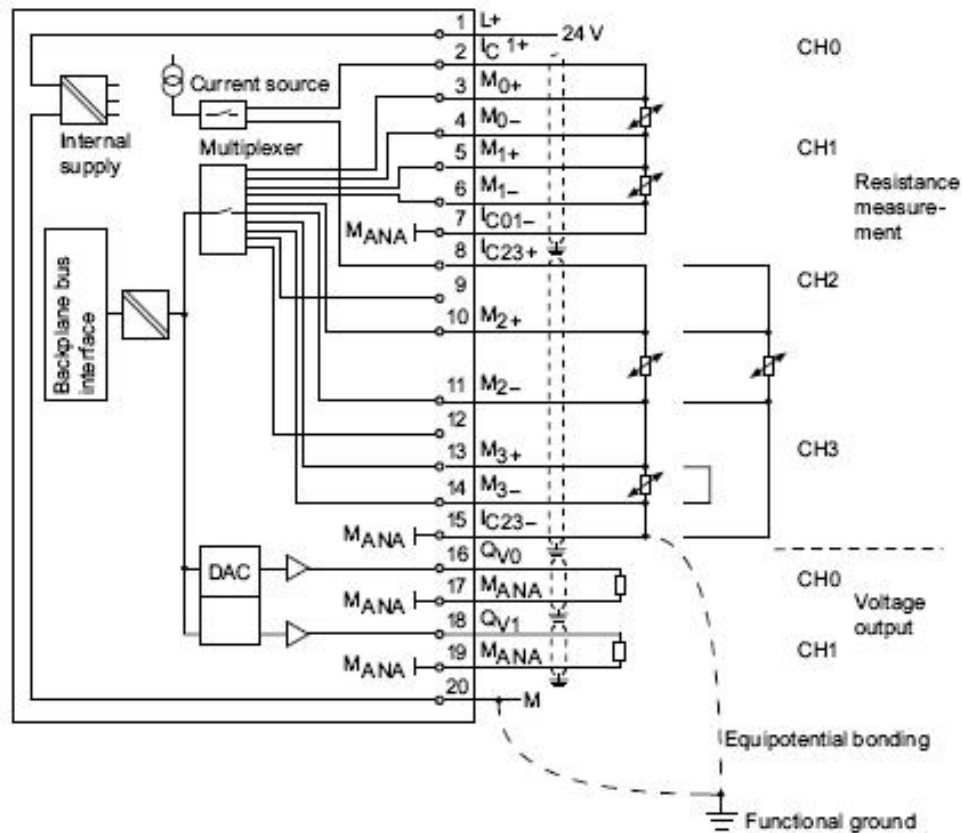


Figura 2.7: Especificações técnicas.

Technical specifications	
Dimensions and weight	
Dimensions W x H x D (mm)	40 x 125 x 117
Weight	ca. 200 g
Module-specific data	
Supports isochronous mode	no
Number of inputs	4
• with resistive transducers	4
Number of outputs	2
Shielded cable length	max. 100 m
Voltages, currents, electrical potentials	
Supply voltage of the rated electronics and load voltage L+	24 VDC
• Reverse polarity protection	yes

Figura 2.8: Especificações técnicas.

Technical specifications		
Constant measuring current for resistive transducers (pulsed) <ul style="list-style-type: none">For PT 100at 10 kΩ	typ. 490 μA; from product version 06: 1.5 mA typ. 105 μA	
Electrical isolation <ul style="list-style-type: none">between channels and the backplane busbetween channels and electronics power supply	yes yes	
between channels	no	
Maximum potential difference <ul style="list-style-type: none">between inputs and M_{ANA} (CMV)between inputs (CMV)between M_{ANA} and M_{Internal} (V_{iso})	1 V 1 V 75 VDC / 60 VAC	
Isolation test voltage	500 VDC	
Current consumption <ul style="list-style-type: none">from the backplane busfrom supply and load voltage L+ (no load)	max. 60 mA max. 80 mA	
Power loss of the module	typ. 2 W	
Generation of analog input values		
Measuring principle	Integrating	
Integration/conversion time (per channel)		
<ul style="list-style-type: none">programmable	yes	
<ul style="list-style-type: none">Integration time in ms	16 ² / ₃	20
<ul style="list-style-type: none">Basic conversion time, including the integration time in ms	72	85
<ul style="list-style-type: none">Additional conversion time for resistance measurements in ms	72	85
<ul style="list-style-type: none">Resolution in bits (including overshoot range)	12 bits	12 bits
<ul style="list-style-type: none">Interference frequency suppression at interference frequency f1 in Hz	60	50
Measured value smoothing	programmable, in 2 stages	
Time constant of the input filter	0.9 ms	
Basic execution time of the module (all channels enabled)	350 ms	
Generation of analog output values		
Resolution (including overshoot range)	12 bits	
Conversion time (per channel)	500 μs	
Transient recovery time <ul style="list-style-type: none">with resistive loadwith capacitive load	0.8 ms 0.8 ms	
Interference frequency suppression, error limits for inputs		
Interference frequency suppression at F = n (f1 ± 1 %) (f1 = interference frequency)		
<ul style="list-style-type: none">Common mode interference (V_{pp} < 1 V)Seriesmode interference (peak value < rated input range)	> 38 dB > 36 dB	
Crosstalk between inputs	> 88 dB	

Figura 2.9: Especificações técnicas.

Technical specifications		
Operational limit (across entire temperature range, relative to full-scale value in the input range)		
• Voltage input	0 V to 10 V	± 0.7%
• Resistance input	10 kΩ	± 3.5%
• Temperature input	Pt 100	± 1%
Basic error limit (operational limit at 25 °C, relative to full-scale value in the input range)		
• Voltage input	0 V to 10 V	± 0.5%
• Resistance input	10 kΩ	± 2.8%
• Temperature input	Pt 100	± 0.8%
Temperature error (relative to input range)	± 0.01 %/K	
Linearity error (relative to input range)	± 0.05%	
Repeat accuracy (in settled state at 25 °C, relative to input range)	± 0.05%	
Interference frequency suppression, error limits of outputs		
Crosstalk between outputs	> 88 dB	
Operational limit (across the temperature range, relative to output range)		
• Voltage output	± 1.0%	
Basic error limit (operational error limit at 25 °C, relative to output range)		
• Voltage output	± 0.85%	
Temperature error (relative to output range)	± 0.01 %/K	
Linearity error (relative to output range)	± 0.01%	
Repeat accuracy (in transient state at 25 °C, relative to output range)	± 0.01%	
Output ripple; range 0 Hz to 50 kHz (relative to output range)	± 0.1%	
Status, interrupts, diagnostics		
Interrupts	none	
Diagnostic function	none	
Sensor selection data		
Input ranges (rated values) / input impedance		
• Voltage	0 V to 10 V	100 kΩ
• Resistance	10 kΩ	10 MΩ
• Temperature	Pt 100	10 MΩ
Maximum voltage at voltage input (destruction limit)	max. 20 V continuous; 75 V for max. duration of 1 s (duty factor 1:20)	
Wiring of the signal sensors	supported	
• for voltage measurement	supported	
• for resistance measurement	supported	
with 2-wire connection	supported	
with 3-wire connection	supported	
with 4-wire connection	supported	
Characteristics linearization	programmable	
• for resistance thermometers	Pt 100 (Climatic range)	
Technical unit of data formats	degrees Centigrade	

Capítulo 3

FERRAMENTAS DE SOFTWARE

O pacote de softwares padrão usados para configurar e programar os controladores lógicos SIMATIC é chamado STEP 7, sendo que, atualmente, há no mercado uma gama de versões desse pacote, cada uma recomendada para aplicações de um nível de complexidade diferente. Em nosso caso utilizaremos a versão V5.4 para aplicações em SIMATIC S7-300.

A parte básica de configuração de hardware e programação utilizando as ferramentas do STEP 7 estão detalhadas no roteiro de programação e configuração do mesmo. Levando em conta que as nossas necessidades no laboratório requerem a implementação de tarefas mais complexas do que as descritas no referido roteiro, será descrito na seção a seguir as características dos blocos disponíveis nesse pacote para implementação de controladores PID. Para informações adicionais a respeito de outros blocos deve-se consultar os manuais indicados pelo fabricante.

3.1 Controladores PID

O pacote de software do controlador PID consiste basicamente dos seguintes itens:

- Os blocos de funções CONT_C, CONT_S e PULSEGEN.
- A interface gráfica de configuração de parâmetros para os blocos.
- Um manual constituído principalmente da descrição dos blocos de função.

Organização do manual:

Capítulo 1: Provê uma visão geral do controlador PID.

Capítulo 2: Explica como utilizar a interface gráfica para assinalar os parâmetros do controlador.

Capítulo 3: Descreve os blocos de função FB41 “CONT_C”, FB42 “CONT_S” e FB43 “PULSEGEN”.

3.1.1 Introdução

O pacote do controlador PID é provido com três blocos capazes de implementar a lógica para controle contínuo “CONT_C”, controle de passo “CONT_S” e controle por modulação da duração de pulso “PULSEGEN”. Como os dados necessários para a implementação ficam armazenados em Datablocks, é possível chamar esses blocos diversas vezes. O bloco “PULSEGEN” deve ser implementado juntamente com o bloco “CONT_C”.

Um controlador criado com esses blocos FB’s consiste de uma série de subfunções que podem ser ativadas ou desativadas. E adicionalmente, há funções que permitem o processamento do setpoint da variável de processo e da variável manipulada.

Os blocos são gerais, e não há nenhuma restrição quanto ao tipo de aplicação que eles controlarão, tanto processos lentos (como controle de temperatura e nível de tanque) quanto processos rápidos (como controle de velocidade e vazão) podem ser controlados simultaneamente em uma CPU. A restrição que se faz necessária está ligada à capacidade de processamento da CPU e diz respeito ao número de blocos implementados. Ou

seja, se tivermos processos mais rápidos, poderemos implementar menos blocos devido ao aumento do tempo de SCAN, se tivermos processos mais lentos poderemos implementar mais blocos.

As características estáticas e dinâmicas do processo em questão têm influência direta no projeto do controlador e no dimensionamento dos parâmetros estáticos (P) e dinâmicos (I e D) do controlador.

As características da malha de controle dependem do processo ou máquina a serem controlados e podem ser alteradas apenas em pequenos detalhes. Um bom sistema de controle será possível se soubermos escolher o tipo de controlador mais recomendável para uma determinada aplicação e adaptá-lo à necessidade de resposta no tempo do processo.

Para criar um controlador com o STEP7 não é necessária muita programação, contudo conhecimentos básicos do STEP7 serão necessários.

3.1.2 Configuração dos parâmetros para o bloco

A interface para configurar os parâmetros do bloco pode ser chamada pelo caminho:

Iniciar >> Todos os programas>> SIMATIC >> STEP7 >> PID Control Parameter Assignment.

Na janela principal você poderá abrir ou criar uma instância de dados (DB) para um FB do tipo CONT.C ou CONT.S. Caso crie uma nova instância, lhe será solicitado a determinação dos parâmetros do bloco. O bloco PULSEGEN não possui uma interface de instanciamento com o usuário, os parâmetros desse bloco devem ser instanciados através das ferramentas do STEP7.

3.1.3 Blocos de função

FB41 – CONT_C

O FB CONT.C é utilizado para o controle de processos com variáveis de entrada e saída contínuas. Durante a sinalização dos parâmetros do controlador, pode-se ativar e desativar subfunções desse bloco.

Pode-se usar o controlador como um bloco para um valor de setpoint fixo ou para uma malha multi-loop tanto em cascata quanto em paralelo ou uma mistura. As funções do bloco são baseadas em um algoritmo para entradas analógicas. Pode-se estender o bloco incluindo-se um gerador de pulsos modulados pela duração do sinal de saída.

Apesar das manipulações necessárias no setpoint e na variável de entrada, o bloco implementa um algoritmo com valor contínuo de variável manipulada e com a opção de alterar a variável manipulada manualmente. Descrição das subfunções:

Setpoint Branch: O valor de setpoint é atribuído à variável SP_INIT em formato de ponto flutuante.

Process Variable Branch: A variável de processo pode ser lida de um cartão I/O ou em formato de ponto flutuante. A função CRP_IN converte a variável do cartão I/O PV_PER para uma variável em formato de ponto flutuante na faixa de -100 a +100% de acordo com a fórmula:

$$saida_de_CRP_IN = PV_PER \frac{100}{27648}.$$

A função PV_NORM normaliza a variável CRP_IN de acordo com a fórmula:

$$saida_de_PV_NORM = (saida_de_CRP_IN)PV_FAC - PV_OFF.$$

O valor default de PV_FAC é 1 enquanto o valor default de PV_OFF é 0.

Error Signal: A diferença entre o setpoint e a variável de processo é o sinal de erro. Para suprimir uma pequena oscilação na variável manipulada é aplicada ao erro uma DEADBAND. Se DEADBAND_W 0 então

a DEADBAND é desligada.

PID Algorithm: O algoritmo PID implementado é um algoritmo de posição. As ações proporcional, integral e diferencial são implementadas em paralelo e podem ser ativadas ou desativadas individualmente. Desse modo pode-se alcançar algoritmos P, PI, PD, PID e até mesmo I e D individualmente.

Manual Value: É possível intercalar o controle da variável manipulada entre modo manual e modo automático. Em modo manual, o valor da variável manipulada é corrigido para um valor indicado manualmente. O integrador INT é setado para

$$LMN - LMN_P - DISV,$$

enquanto o valor do diferenciador DIF vai para 0. Isso faz com que quando da mudança de manual para automático a variável manipulada não sofra um tranco.

Manipulated Value: O valor de saída da variável manipulada pode ser limitado a um determinado valor utilizando a função LMNLIMIT. Bits de sinalização indicam quando o valor limite é ultrapassado pela variável de entrada.

A função LMN_NORM normaliza a saída da variável LMNLIMIT pela seguinte fórmula:

$$LMN = (saida_de_LMNLIMIT)LMN_FAC + LMN_OFF$$

O valor default de LMN_FAC = 1 e o de LMN_OFF = 0. O valor de saída também é disponível no formato próprio para o cartão I/O. A função CRP_OUT converte o valor de ponto flutuante LMN para o valor correspondente do periférico através da fórmula:

$$LMN_PER = LMN \frac{27648}{100}$$

Feedforward Control: Uma variável de perturbação pode ser realimentada através da entrada DISV.

Complete Restart/Restart: O bloco FB41 possui uma rotina de restart, esta é acionada quando o parâmetro COM_RES = TRUE. Durante a reinicialização o valor da integral é forçado para o seu valor inicial LITVAL e todos os demais parâmetros também são setados para o seus respectivos valores default. O bloco não checa a existência de erros internamente e o parâmetro de erro RET_VAL não é utilizado.

Block Diagram

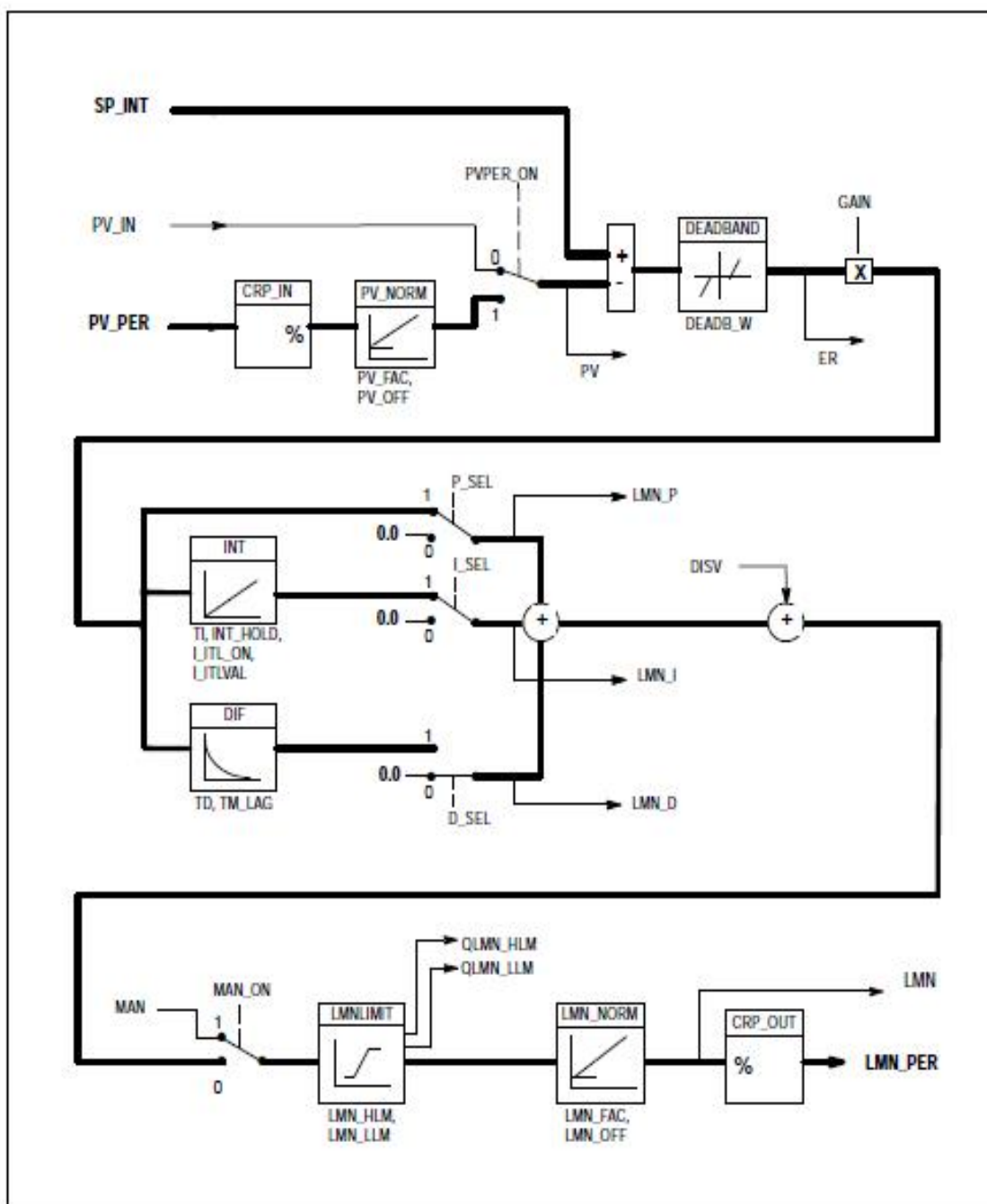


Table 3-1 Input Parameters (INPUT) for FB 41 “CONT_C”

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART The block has a complete restart routine that is processed when the input “complete restart” is set.
MAN_ON	BOOL		TRUE	MANUAL VALUE ON If the input “manual value on” is set, the control loop is interrupted. A manual value is set as the manipulated value.
PVPER_ON	BOOL		FALSE	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL ON If the process variable is read from the I/Os, the input PV_PER must be connected to the I/Os and the input “process variable peripheral on” must be set.
P_SEL	BOOL		TRUE	PROPORTIONAL ACTION ON The PID actions can be activated or deactivated individually in the PID algorithm. The P action is on when the input “proportional action on” is set.
I_SEL	BOOL		TRUE	INTEGRAL ACTION ON The PID actions can be activated or deactivated individually in the PID algorithm. The I action is on when the input “integral action on” is set.
INT_HOLD	BOOL		FALSE	INTEGRAL ACTION HOLD The output of the integrator can be “frozen” by setting the input “integral action hold”.
I_ITL_ON	BOOL		FALSE	INITIALIZATION OF THE INTEGRAL ACTION The output of the integrator can be connected to the input I_ITL_VAL by setting the input “initialization of the integral action on”.
D_SEL	BOOL		FALSE	DERIVATIVE ACTION ON The PID actions can be activated or deactivated individually in the PID algorithm. The D action is on when the input “derivative action on” is set.
CYCLE	TIME	$\geq 1\text{ms}$	$T=1\text{s}$	SAMPLING TIME The time between the block calls must be constant. The “sampling time” input specifies the time between block calls.
SP_INT	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 1)	0.0	INTERNAL SETPOINT The “internal setpoint” input is used to specify a setpoint.
PV_IN	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 1)	0.0	PROCESS VARIABLE IN An initialization value can be set at the “process variable in” input or an external process variable in floating point format can be connected.
PV_PER	WORD		W#16#0000	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL The process variable in the I/O format is connected to the controller at the “process variable peripheral” input.

Table 3-1 Input Parameters (INPUT) for FB 41 “CONT_C”, continued

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
MAN	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	MANUAL VALUE The “manual value” input is used to set a manual value using the operator interface functions.
GAIN	REAL		2.0	PROPORTIONAL GAIN The “proportional value” input specifies the controller gain.
TI	TIME	\geq CYCLE	T#20s	RESET TIME The “reset time” input determines the time response of the integrator.
TD	TIME	\geq CYCLE	T#10s	DERIVATIVE TIME The “derivative time” input determines the time response of the derivative unit.
TM_LAG	TIME	\geq CYCLE/2	T#2s	TIME LAG OF THE DERIVATIVE ACTION The algorithm of the D action includes a time lag that can be assigned at the “time lag of the derivative action” input.
DEADB_W	REAL	\geq 0.0 (%) or phys. value 1)	0.0	DEAD BAND WIDTH A dead band is applied to the error. The “dead band width” input determines the size of the dead band.
LMN_HLM	REAL	LMN_LLM...100.0 (%) or phys. value 2)	100.0	MANIPULATED VALUE HIGH LIMIT The manipulated value is always limited by an upper and lower limit. The “manipulated value high limit” input specifies the upper limit.
LMN_LLM	REAL	-100.0...LMN_HLM (%) or phys. value 2)	0.0	MANIPULATED VALUE LOW LIMIT The manipulated value is always limited by an upper and lower limit. The “manipulated value low limit” input specifies the lower limit.
PV_FAC	REAL		1.0	PROCESS VARIABLE FACTOR The “process variable factor” input is multiplied by the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
PV_OFF	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE OFFSET The “process variable offset” input is added to the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
LMN_FAC	REAL		1.0	MANIPULATED VALUE FACTOR The “manipulated value factor” input is multiplied by the manipulated value. The input is used to adapt the manipulated value range.
LMN_OFF	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE OFFSET The “manipulated value offset” is added to the manipulated value. The input is used to adapt the manipulated value range.

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
I_ITLVAL	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	INITIALIZATION VALUE OF THE INTEGRAL ACTION The output of the integrator can be set at input I_ITL_ON. The initialization value is applied to the input "initialization value of the integral action".
DISV	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	DISTURBANCE VARIABLE For feedforward control, the disturbance variable is connected to input "disturbance variable".

1) Parameters in the setpoint and process variable branches with the same unit

2) Parameters in the manipulated value branch with the same unit

Table 3-2 Output Parameters (OUTPUT) for FB 41 "CONT_C"

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
LMN	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE The effective manipulated value is output in floating point format at the "manipulated value" output.
LMN_PER	WORD		W#16#0000	MANIPULATED VALUE PERIPHERAL The manipulated value in the I/O format is connected to the controller at the "manipulated value peripheral" output.
QLMN_HLM	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED The manipulated value is always limited to an upper and lower limit. The output "high limit of manipulated value reached" indicates that the upper limit has been exceeded.
QLMN_LLM	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED The manipulated value is always limited to an upper and lower limit. The output "low limit of manipulated value reached" indicates that the lower limit has been exceeded.
LMN_P	REAL		0.0	PROPORTIONAL COMPONENT The "proportional component" output contains the proportional component of the manipulated variable.
LMN_I	REAL		0.0	INTEGRAL COMPONENT The "integral component" output contains the integral component of the manipulated value.
LMN_D	REAL		0.0	DERIVATIVE COMPONENT The "derivative component" output contains the derivative component of the manipulated value.

Table 3-2 Output Parameters (OUTPUT) for FB 41 "CONT_C", continued

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE The effective process variable is output at the "process variable" output.
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL The effective error is output at the "error signal" output.

FB42 – CONT_S

O FB42 CONT_S (Step Control) é o bloco de função utilizado para controlar processos cujo sinal de saída (variável manipulada) é digital, este é utilizado juntamente com atuadores integradores. Durante a sinalização dos parâmetros do controlador é possível ativar ou desativar subfunções do controlador PI para adequá-lo a

cada processo.

Esse bloco pode ser utilizado como um controlador de setpoint fixo ou em cascata em uma malha fechada secundária, entretanto ele nunca poderá ser o controlador primário. As funções do bloco são baseadas em um algoritmo de controle PI baseado em amostragem equipado com as funções necessárias para gerar o sinal de saída binário a partir do atuador de sinal analógico.

O bloco possui as opções de operação em automático ou em manual, além disso ele opera sem um sinal de realimentação para a posição.

Descrição das funções do bloco:

Setpoint Branch: O setpoint é fornecido em formato de ponto flutuante na entrada SP_INPUT.

Process Variable Branch: A variável de processo pode ser lida de um cartão I/O ou em formato de ponto flutuante. A função CRP_IN converte a variável do cartão I/O PV_PER para uma variável em formato de ponto flutuante na faixa de -100 a +100% de acordo com a fórmula:

$$saida_de_CRP_IN = PV_PER \frac{100}{27648}.$$

A função PV_NORM normaliza a variável CRP_IN de acordo com a fórmula:

$$saida_de_PV_NORM = (saida_de_CRP_IN)PV_FAC - PV_OFF$$

O valor default de PV_FAC é 1 enquanto o valor default de PV_OFF é 0.

Error Signal: A diferença entre o setpoint e a variável de processo é o sinal de erro. Para suprimir uma pequena oscilação na variável manipulada é aplicada ao erro uma DEADBAND. Se DEADBAND_W = 0 então a DEADBAND é desligada.

PI Step Algorithm: O FB trabalha sem um sinal de realimentação para a posição. A ação I do controlador assim como o sinal de feedback assumido são ambos calculados por um integrador (INT) e comparados com o valor remanescente da ação proporcional P e esse valor é utilizado como feedback. A diferença é aplicada a um elemento de três-passos (THREE_ST) e um gerador de pulso (PULSEOUT) cria os pulsos para o atuador.

Feedforward Control: Uma variável de perturbação pode ser realimentada através da entrada DISV.

Complete Restart/Restart: O bloco FB42 possui uma rotina de restart, esta é acionada quando o parâmetro COM_RST = TRUE. Durante a reinicialização todos os parâmetros são setados para o seus respectivos valores default.

O bloco não checa a existência de erros internamente e o parâmetro de erro RET_VAL não é utilizado.

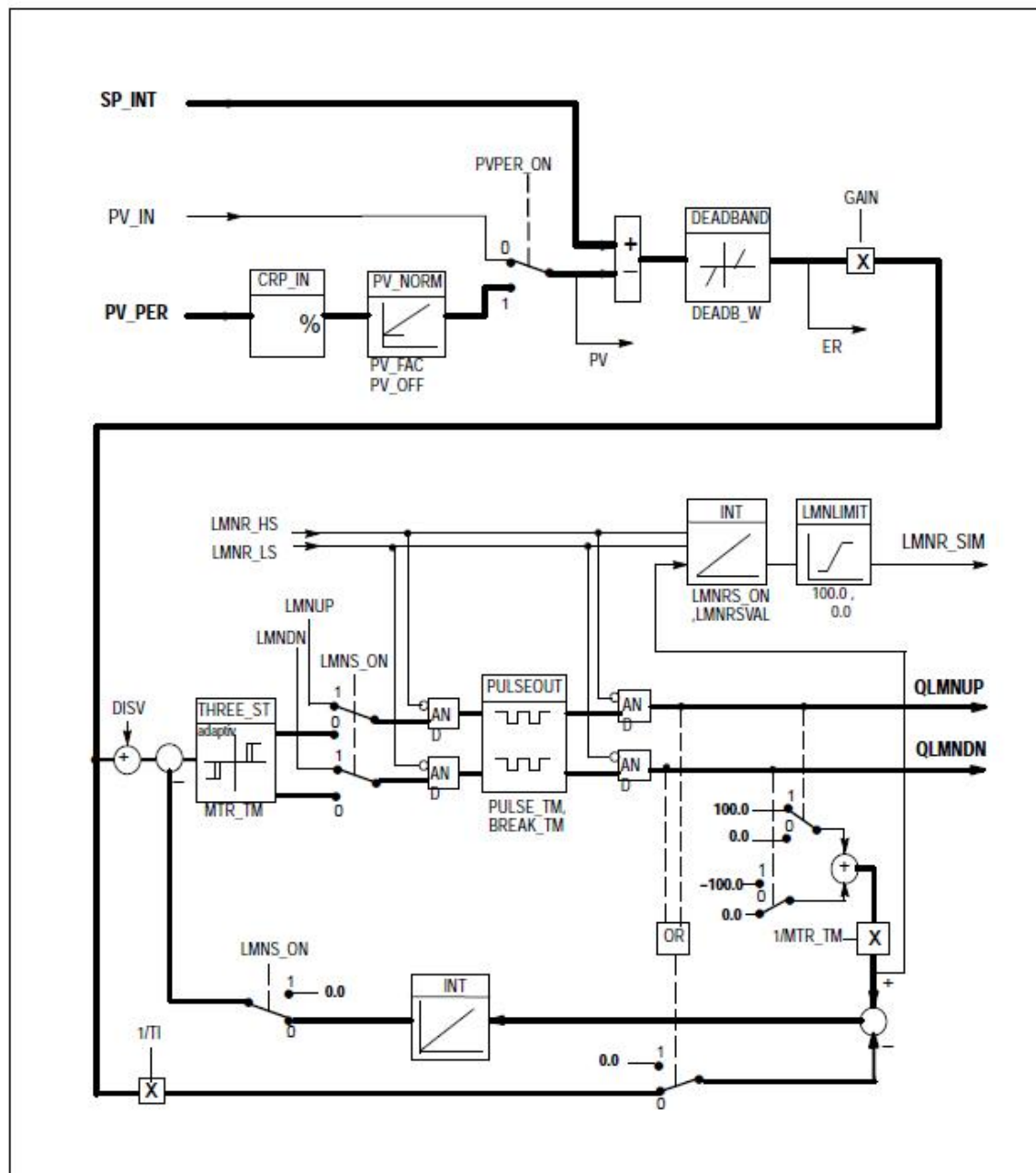
Block Diagram

Table 3-3 Input Parameters (INPUT) for FB 42 “CONT_S”

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART The block has a complete restart routine that is processed when the input “complete restart” is set.
LMNR_HS	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF POSITION FEEDBACK SIGNAL The “actuator at upper limit stop” signal is connected to the “high limit of position feedback signal” input. LMNR_HS=TRUE means the actuator is at upper limit stop.
LMNR_LS	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF POSITION FEEDBACK SIGNAL The “actuator at lower limit stop” signal is connected to the “low limit of position feedback signal” input. LMNR_LS=TRUE means the actuator is at lower limit stop.
LMNS_ON	BOOL		FALSE	MANUAL ACTUATING SIGNALS ON The actuating signal processing is switched to manual at the “manual actuating signals on” input..
LMNUP	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNALS UP With manual actuating value signals, the output signal QLMNUP is set at the input “actuating signals up”.
LMNDN	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNALS DOWN With manual actuating value signals, the output signal QLMNDN is set at the input “actuating signals down”.
PVPER_ON	BOOL		FALSE	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL ON If the process variable is read in from the I/Os, the input PV_PER must be connected to the I/Os and the input “process variable peripheral on” must be set.
CYCLE	TIME	$\geq 1\text{ms}$	T#1s	SAMPLING TIME The time between the block calls must be constant. The “sampling time” input specifies the time between block calls.
SP_INT	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 1)	0.0	INTERNAL SETPOINT The “internal setpoint” input is used to specify a setpoint.
PV_IN	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 1)	0.0	PROCESS VARIABLE IN An initialization value can be set at the “process variable in” input or an external process variable in floating point format can be connected.
PV_PER	WORD		W#16#0000	PROCESS VARIABLE PERIPHERAL The process variable in the I/O format is connected to the controller at the “process variable peripheral” input.

Table 3-3 Input Parameters (INPUT) for FB 42 “CONT_S”, Fortsetzung

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
GAIN	REAL		2.0	PROPORTIONAL GAIN The “proportional gain” input sets the controller gain.
TI	TIME	\geq CYCLE	T#20s	RESET TIME The “reset time” input determines the time response of the integrator.
DEADB_W	REAL	0.0...100.0 (%) or phys. value 1)	1.0	DEAD BAND WIDTH A dead band is applied to the error. The “dead band width” input determines the size of the dead band.
PV_FAC	REAL		1.0	PROCESS VARIABLE FACTOR The “process variable factor” input is multiplied by the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
PV_OFF	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE OFFSET The “process variable offset” input is added to the process variable. The input is used to adapt the process variable range.
PULSE_TM	TIME	\geq CYCLE	T#3s	MINIMUM PULSE TIME A minimum pulse duration can be assigned with the parameter “minimum pulse time”.
BREAK_TM	TIME	\geq CYCLE	T#3s	MINIMUM BREAK TIME A minimum break duration can be assigned with the parameter “minimum break time”.
MTR_TM	TIME	\geq CYCLE	T#30s	MOTOR ACTUATING TIME The time required by the actuator to move from limit stop to limit stop is entered at the “motor actuating time” parameter.
DISV	REAL	-100.0...100.0 (%) or phys. value 2)	0.0	DISTURBANCE VARIABLE For feedforward control, the disturbance variable is connected to input “disturbance variable”.

1) Parameters in the setpoint and process variable branches with the same unit

2) Parameters in the manipulated value branch with the same unit

Table 3-4 Output Parameters (OUTPUT) for FB42 “CONT_S”

Parameter	Data Type	Range of Values	Default	Description
QLMNUP	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNAL UP If the output “actuating signal up” is set, the actuating valve is opened.
QLMNDN	BOOL		FALSE	ACTUATING SIGNAL DOWN If the output “actuating signal down” is set, the actuating valve is opened.
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE The effective process variable is output at the “process variable” output.
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL The effective error is output at the “error signal” output.

Capítulo 4

SIMATIC NET e protocolos de comunicação OPC

4.1 COMUNICAÇÃO INDUSTRIAL SIMATIC NET

4.1.1 Introdução

A comunicação industrial é hoje o esqueleto das soluções na área de automação. As redes e seus componentes permitem a integração entre os diversos componentes e dispositivos espalhados. SIMATIC NET é o nome de uma família de redes e produtos da Siemens que permitem uma gama de soluções em sistemas de automação.

Em termos de sua performance e faixa de funções as redes da família SIMATIC NET podem ser divididas em três níveis. No nível de campo, onde ocorre o processo e a comunicação de campo a SIMATIC NET disponibiliza as redes PROFIBUS DP e AS-Interface. No nível intermediário os dados coletados do processo são distribuídos entre os diversos sistemas e PCs para que haja o controle e o monitoramento por parte do operador. Nesse nível é possível se falar das redes Industrial Ethernet e PROFIBUS. Já no nível mais alto (nível de gerenciamento) a informação do processo é armazenada, processada e utilizada para análise. Nesse nível a rede mais recomendada é a Industrial Ethernet.

4.1.2 Protocolos

Nas soluções SIMATIC NET duas redes são utilizadas a PROFIBUS e a Industrial Ethernet. Para ambas as redes alguns protocolos são disponibilizados para permitir a comunicação entre os diversos componentes de um sistema de automação. Os protocolos associados a cada uma dessas redes estão descritos na tabela 4.1.

Nas seções seguintes serão descritas as características das redes e dos protocolos que serão utilizados no laboratório de controle II.

4.1.3 Comunicação em rede Industrial Ethernet.

A rede Industrial Ethernet é uma rede de comunicação que segue os requisitos predefinidos no padrão IEEE 802.3 e que foi projetada segundo os requisitos das aplicações industriais.

Suas principais características são:

- Possibilidade de interconectar diferentes áreas, tais como, área gerencial e chão de fábrica.
- Projeto robusto e imunidade eletromagnética.
- Alta taxa de transmissão com Fast Ethernet.
- Suporte a vários meios de transmissão, tais como, par trançado e fibra ótica.
- transmissão real-time com o protocolo de rede PROFINET IO.

Tabela 4.1: *Protocolos disponíveis para rede PROFIBUS e Industrial Ethernet.*

PROTOCOLO	rede PROFIBUS	rede Industrial Ethernet
protocolo SEND/RECEIVE	x	x
DP class 1 master	x	-
DP class 2 master	x	-
DPC1	x	-
DPC2	x	-
DP Slave	x	-
FMS Protocol	x	-
S7 Protocol	x	x
S7 Protocol (fault-tolerant)	-	x
SNMP Protocol	-	x
PROFINET CBA	-	x
PROFINET IO	-	x

A topologia de uma rede Industrial Ethernet pode ser tanto no formato de um barramento quanto de estrela (ver figura 4.1).

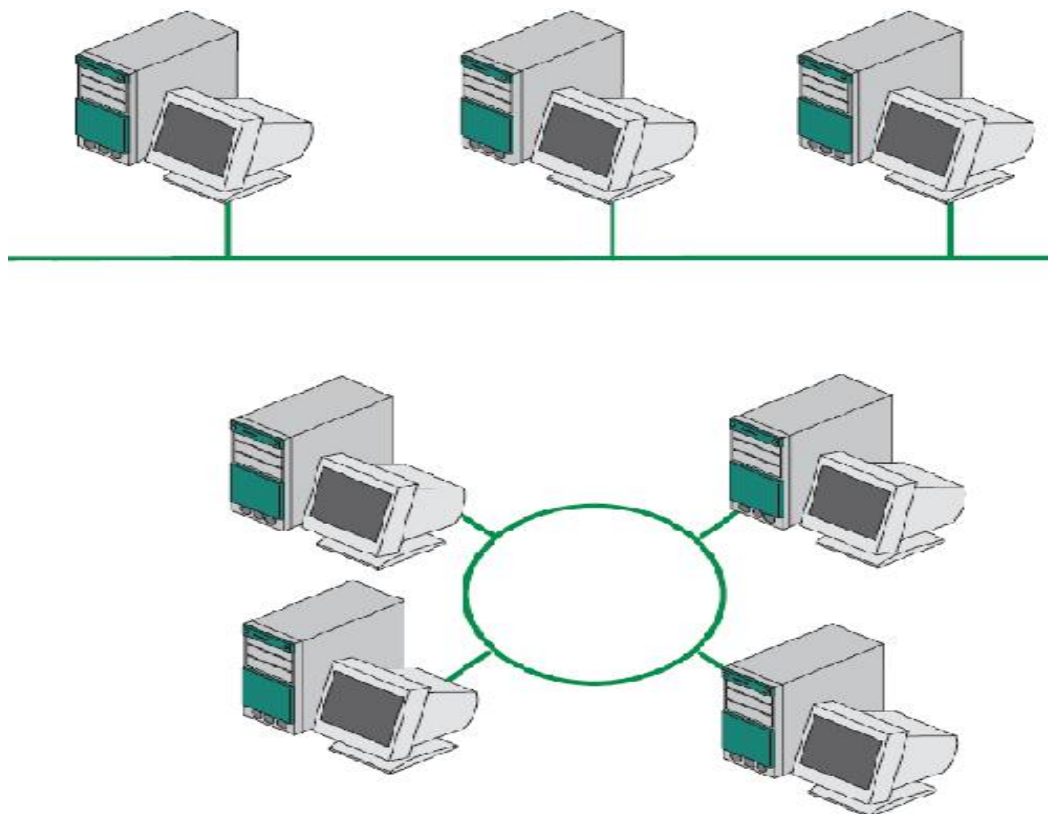
Uma característica da transmissão de dados via rede Ethernet é que o tamanho total de um pacote de dados é limitado. Se uma quantidade muito grande de dados precisa ser transmitida, ela deverá ser dividida em "pedaços" menores. Essa tarefa deve ser realizada por meio de um dos protocolos disponíveis para a camada de transporte. *Obs: Os protocolos TCP/IP nativos (sem a extensão RFC 1006) não suportam a fragmentação de grandes pacotes de dados. Nesse caso, essa tarefa necessita ser implementada pelo programa usuário em ambos os pares comunicantes.*

Baseada no modelo ISO/OSI a rede Industrial Ethernet oferece varias interfaces para os programas usuários com as quais os diversos serviços de cada protocolo podem ser utilizados. Ver figura 4.2 e tabela 4.2.

Tabela 4.2: *Industrial Ethernet em modelo de camadas*

SÍMBOLO	PROTOCOLO	DESCRIÇÃO
A, F	S7 communication	Disponibiliza uma interface uniforme tanto para o modelo TCP/IP(A) quanto para o modelo OSI/ISO (F).
B, E	SEND/RECEIVE	Protocolo baseado no modelo OSI/ISO. Para compatibilidade com o TCP/IP um adaptador RFC 1006 é requerido. Isso faz com que a interface para ambos os modelos seja uniforme.
C	TCP/IP	Serviços de comunicação simples baseados em comunicação TCP/IP para dispositivos que suportam essa arquitetura.
D	SNMP communication	Serviços de comunicação baseados na arquitetura UDP/IP para dispositivos que compilem tal arquitetura.

Figura 4.1: Topologias suportadas pela Industrial Ethernet



Uma caracterização mais detalhada do protocolo PROFINET será feita mais adiante.

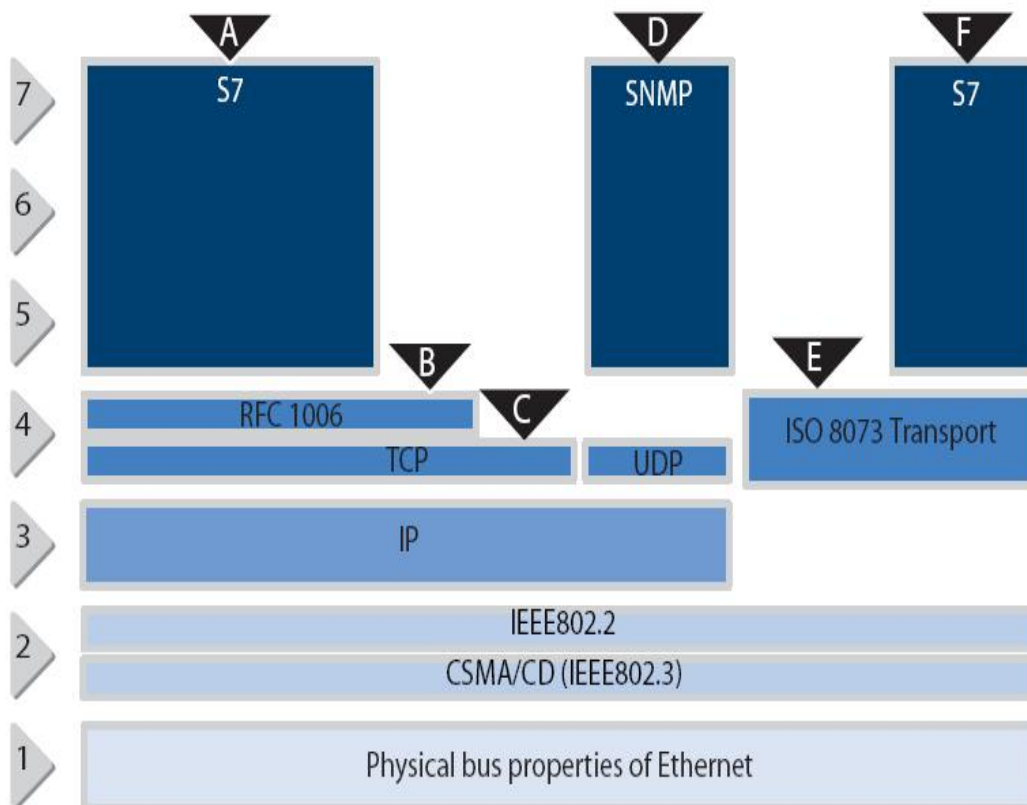
4.1.4 O protocolo SEND/RECEIVE

O protocolo SEND/RECEIVE é um protocolo de transmissão de dados válido tanto para redes PROFIBUS quanto para redes Industrial Ethernet. Esse protocolo permite uma transmissão simples de dados entre controladores programáveis, PCs e WorkStations. Em sua implementação para redes Industrial Ethernet, esse protocolo se vale dos serviços fornecidos pela camada de transporte. A quantidade máxima de informação a ser transmitida por pacote é de 4096 bytes e além disso, ele suporta serviços orientados a variáveis.

Para comunicação SEND/RECEIVE via Ethernet a SIMATIC NET requer o uso de "*communication processors*" que estão disponíveis tanto para as famílias de PLCs da Siemens quanto para PCs e WorkStations. Os módulos de comunicação típicos para PLCs da família SIMATIC S7 são os CPs 343-1 e 443-1 e para PCs e WorkStations o módulo típico é o CP 1613. Um esquema de rede utilizando esse protocolo é apresentado na figura 4.3.

Em redes Ethernet esse protocolo é implementado baseado na camada de transporte do modelo OSI/ISO, provendo ao usuário funcionalidades típicas dessa camada tais como orientação à conexão, controle de fluxo e fragmentação de dados. Os protocolos disponíveis para a camada de transporte são "*ISO transport protocol*" e TCP (com ou sem RFC 1006). Para utilizar os serviços de fragmentação de dados em frames é necessário utilizar o "*ISO transport protocol*" ou o protocolo TCP com a extensão RFC 1006. Como o protocolo TCP nativo não permite a fragmentação de dados, a expansão referida fica responsável por descrever como os serviços disponíveis no primeiro protocolo são mapeados no protocolo TCP. Caso a expansão não venha a ser utilizada, a fragmentação de dados fica a cargo do programa usuário, o que implica que cada uma das entidades comunicantes precisa ser informada a respeito do tamanho dos pacotes de dados a serem transferidos.

Figura 4.2: Interfaces usuário na rede Industrial Ethernet.



A comunicação de dados nesse protocolo é sempre orientada a comunicação. Isto significa que uma conexão com o par comunicante precisa ser estabelecida antes do início da transferência de dados. Para isso é preciso que haja um dispositivo responsável por iniciar a comunicação (dispositivo ativo). A definição de qual dispositivo é responsável pelo início da comunicação é feita durante a *configuração de conexão*.

A troca de dados em uma rede Industrial Ethernet utilizando esse mecanismo provê tanto o serviço de bufferização quanto o serviço de variáveis. A bufferização é utilizada para a transferência de blocos de dados que não estejam estruturados. Já o serviço de variáveis é o indicado para a transferência de blocos estruturados em uma variável tais como *Data Blocks, inputs, outputs, bits de memória, timers e contadores*.

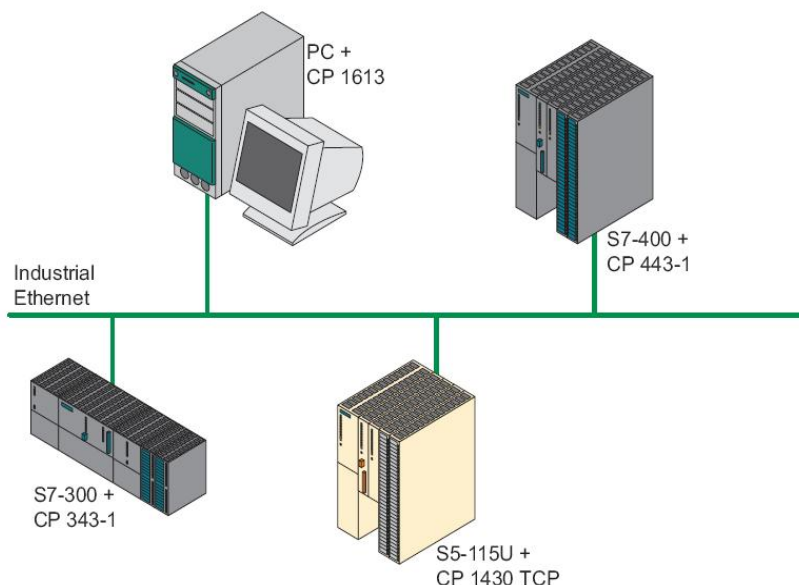
Para permitir a comunicação de dados nesse protocolo, uma conexão deve ser estabelecida antes do início da transferência de dados. Essa configuração é geralmente feita através do software SIMATIC STEP 7, sendo que, para esse protocolo há quatro tipos predefinidos de conexões, são eles:

- FDL: utilizado em conexões na rede PROFIBUS.
- Conexão de transporte ISO : utilizado em conexões na rede Ethernet utilizando o protocolo de transporte ISO.
- Conexão ISO-on-TCP: utilizado em conexões na rede Ethernet utilizando o protocolo ISO-on-TCP.
- Conexão TCP: utilizado em redes Ethernet por meio do protocolo TCP nativo.

4.1.5 O protocolo S7

O protocolo S7 é um protocolo específico para a comunicação com PLSs SIMATIC S7. Ele suporta tanto a comunicação entre PC e controlador programável quanto a comunicação entre PLCs. Suas principais características são:

Figura 4.3: Implementação utilizando protocolo SEND/RECEIVE em rede Industrial Ethernet.



- Otimização da comunicação entre dispositivos SIMATIC.
- Maior velocidade (comparado aos demais protocolos) de comunicação de dados.
- Pode ser utilizado em conexões fault-tolerant.
- É um protocolo orientado a conexão.

Assim como qualquer outro protocolo que utilize a camada Industrial Ethernet, a comunicação de dados requer a utilização de *communication processors* entre as partes comunicantes. A rede baseada no protocolo S7 é muito semelhante à apresentada na figura 4.3, com a diferença de que esse protocolo é compatível apenas com PLC's SIMATIC S7.

O protocolo S7 provê serviços baseados no modelo cliente - servidor, ou seja, um cliente estabelece uma conexão com um servidor e passa a requisitar dados que são fornecidos pelo servidor. A comunicação entre PLCs também segue o mesmo modelo. Durante a fase de conexão as entidades "negociam" as configurações mais adequadas para a comunicação tais como tamanho dos pacotes enviados e número de requisições que podem ser tratadas simultaneamente.

O serviços suportados pelo protocolo S7 estão especificados na tabela 4.3

4.1.6 protocolo SNMP

O SNMP é baseado no protocolo de transporte UDP. Esse protocolo permite o gerenciamento da rede por meio de diversos dispositivos. A principal tarefa desse protocolo é reduzir a complexidade das funções de gerenciamento na rede. Para a comunicação em rede Industrial Ethernet com o protocolo SNMP há apenas a possibilidade de carregar dispositivos PCs e WorkStations, para tal usa-se os CPs 1612 e 1613.

4.1.7 PROFINET

PROFINET é um padrão posterior ao padrão que especifica as redes PROFIBUS e que busca integrar as redes próprias de campo (PROFIBUS) com as redes do nível gerencial e as de supervisão e controle. O padrão PROFINET permite a interligação de dispositivos "real-time" e sistemas distribuídos de automação com as redes Ethernet industriais. O padrão PROFINET provê três níveis de performance:

- TCP/UDP e IP para aplicações não críticas no tempo.

Tabela 4.3: *Industrial Ethernet em modelo de camadas*

SERVIÇO DE COMUNICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Information services	Provê informação de status da conexão entre os dispositivos comunicantes.
Variable Services	Provê funções para leitura e escrita de uma ou mais variáveis.
Serviços de bufferização	Transmissão controlada de grandes quantidades de dados.
Gerenciamento de blocos	Este serviço permite o download, upload, exclusão e link de blocos no programa do PLC durante a operação (modificação dinâmica).
Serviços de eventos	Utilizado para receber e processar mensagens do PLC SIMATIC tais como alarmes.
Security services	Provê acesso para controle do PLC mediante ativação de senha.

- performance Real-Time para processos críticos.
- Isochrones Real-Time para processos críticos em tarefas de controle de movimento (motion control).

4.2 INTERFACE OPC

4.2.1 Introdução

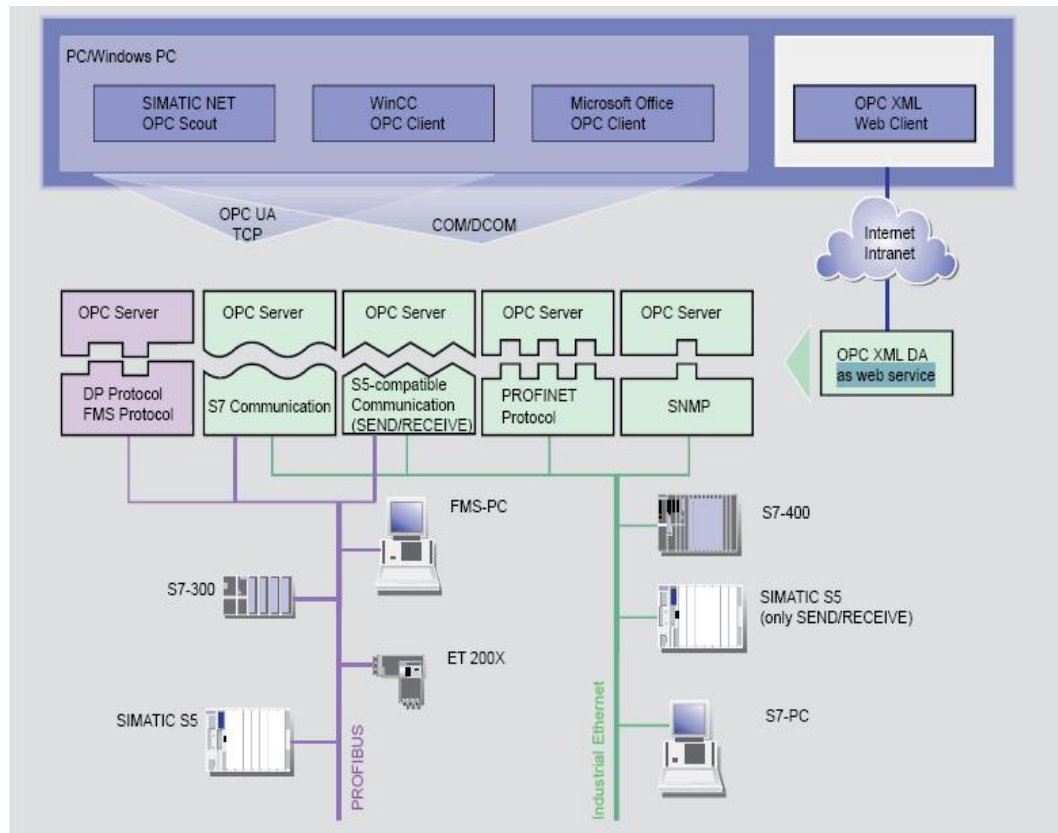
OPC é uma interface de software que permite a troca de dados entre softwares e hardwares independentemente do padrão utilizado pelo fabricante dessas entidades. O OPC é a parte de software que roda abaixo dos programas do usuário e age como plataforma para os sistemas de monitoramento. Em outras palavras o OPC interfaceia a comunicação entre dispositivos de diferentes fabricantes. O esquemático da figura 4.4 ilustra o papel da interface OPC em um sistema de automação.

A aplicação OPC é baseada no modelo de cliente/servidor em que um servidor disponibiliza certos serviços aos seus clientes quando esse é requisitado. Uma aplicação cliente pode mapear um sistema e verificar quantos servidores disponíveis existem e a partir daí endereça-los. Dessa forma diversos dispositivos em uma rede podem acessar um mesmo servidor e fazer requisições de serviços para o mesmo. Os tipos de serviços padronizados disponíveis em uma arquitetura OPC são:

- **Data Access:** Para troca de dados baseada em variáveis do processo.
- **Alarm & Events:** Para a sinalização de alarmes e eventos.
- **Data Access XML:** Para a troca de dados através da internet.
- **Data Exchange:** Para a troca de dados entre servidores OPC.
- **Batch:** Para trabalhar com batelada.
- **Historical Data Access:** Para acesso a dados armazenados.
- **OPC UA:** para o agrupamento de varias especificações OPC.

A seções seguintes serão descritos mais detalhadamente os tipos de serviços que pretendemos utilizar no laboratório de controle II.

Figura 4.4: Interface OPC.



4.2.2 OPC DA

A interface OPC DA é um padrão independente para leitura, escrita e monitoramento de dados de processo, essa interface possui as vantagens de ser de grande aceitação no mercado e de suportar uma vasta gama de aplicações cliente que podem ir de simples aplicações office a sofisticadas interfaces homem-máquina e sistemas SCADA.

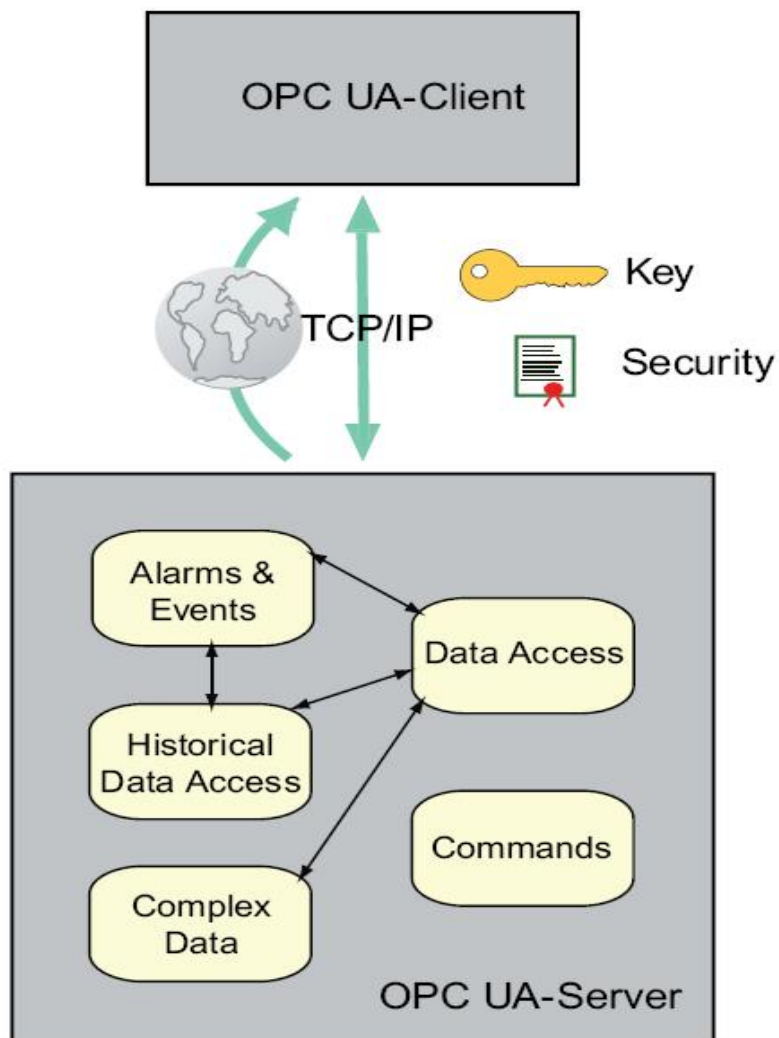
O padrão Data Access define uma interface transparente entre o servidor DA e o cliente DA e possibilita que um ou mais clientes DA acessem dados do processo oriundos de uma gama de dispositivos, tais como cartões IO conectados diretamente no PC, controladores programáveis ou módulos IO conectados à rede fieldbus.

Um servidor OPC DA é responsável por gerenciar as variáveis de processo e as diversas opções de acesso às mesmas, tais como opções de escrita, leitura, monitoramento e sinalização.

4.2.3 OPC UA

A interface OPC UA caracteriza-se por ser uma expansão das demais especificações do padrão OPC. Ela é uma especificação mais segura e que engloba as funcionalidades das demais tais como "data access", "alarms & events", "security", "historical" e "XML for data access". Um diagrama com as funções dessa nova arquitetura encontra-se na figura 4.5.

Figura 4.5: Funções disponíveis na interface OPC UA.



Referências Bibliográficas

- [1] Siemens Automation. *S7-300 Module data*. 08/2009.
- [2] Siemens Automation. *Automation System S7-300 Getting Started Collection*l. 06/2008.
- [3] Siemens Automation. *Standard Software for S7-300 and S7-400 PID Control*.
- [4] Siemens Automation. *Industrial Communication with PG/PC Volume 1 - Basics*. Release 06/2008.