

PTC3421 – Instrumentação Industrial

Documentação e Assuntos Relacionados – Parte I

V2017A

PROF. R. P. MARQUES

Projeto

O fluxo de trabalho para um projeto de instrumentação pode ser determinado pelo cliente, pela praxe da empresa responsável, pelo contexto do projeto, pela normatização pertinente ou por uma combinação destes.

Há uma certa convergência e um certo consenso com relação às tarefas e documentos a serem produzidos, mas não há realmente uma regra geral a ser seguida.

O que é apresentado a seguir é apenas uma consolidação de procedimentos típicos, e é obrigatoriamente resumido e incompleto.

Instrumentação, do ponto de vista de projeto, envolve tanto o projeto de controle como o de instalações elétricas, e boa parte dos procedimentos envolve ambas as disciplinas.

Projeto

1. Concepção e descrição do processo

Documentos típicos:

- Memoriais descritivos;
- Diagramas esquemáticos;
- Fluxogramas e diagramas de processo (ou diagramas de fluxo de processo);
- Diagramas de Tubulação e Instrumentação (P&ID).

Documentos auxiliares:

- Especificações diversas;
- Estudos de viabilidade;
- Memoriais de cálculo, etc.

Projeto

2. Documentação do projeto

Documentos típicos:

- Diagramas de malha;
- Diagramas de montagem/instalação (instrumentos e equipamentos);
- Diagramas de cabeamento e conexão;
- Folhas de instrumentos;
- Diagrama lógico (tipicamente para intertravamento)
- Diagrama dinâmico (tipicamente para controle)

Documentos auxiliares:

- Lista de materiais;
- Lista de instrumentos;
- Lista de cabeamento;
- Lista de I/Os;
- Cronograma, etc.

Projeto

3. Operação e Manutenção

Documentos típicos:

- Manuais de operação;
- Manuais de manutenção;

Documentos auxiliares:

- Documentação de fornecedores (incluindo manuais de equipamentos);
- Procedimentos de teste;
- Documentação de projeto (incluindo documentação de manutenção derivada da documentação de projeto).

Projeto:

Concepção e descrição

MEMORIAIS DESCRITIVOS

(não confundir com o memorial descritivo de obras civis)

São documentos não estruturados que descrevem o processo, sua concepção e o seu funcionamento, com maior ou menor grau de detalhe.

Usualmente esses documentos consolidam os objetivos e características do projeto e servem como ponto de partida para o projeto em si.

Normalmente a instrumentação do processo não é evidente ou relevante nessa fase.

Projeto:

Concepção e descrição

DIAGRAMAS ESQUEMÁTICOS

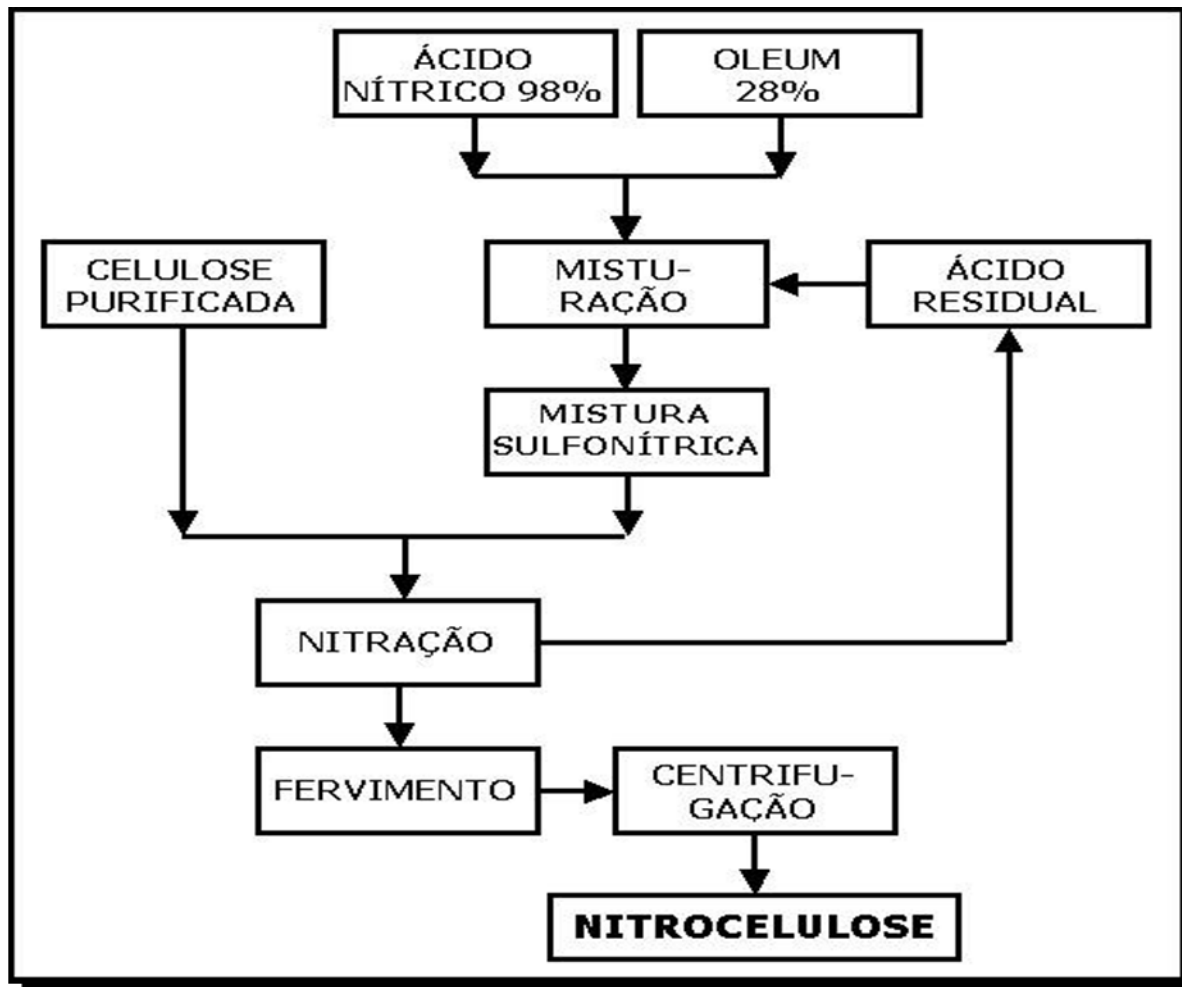
Descrevem o processo de maneira bastante simplificada e servem de base para o procedimento de projeto e outros documentos.

Usualmente esses documentos não incluem a instrumentação.

Projeto:

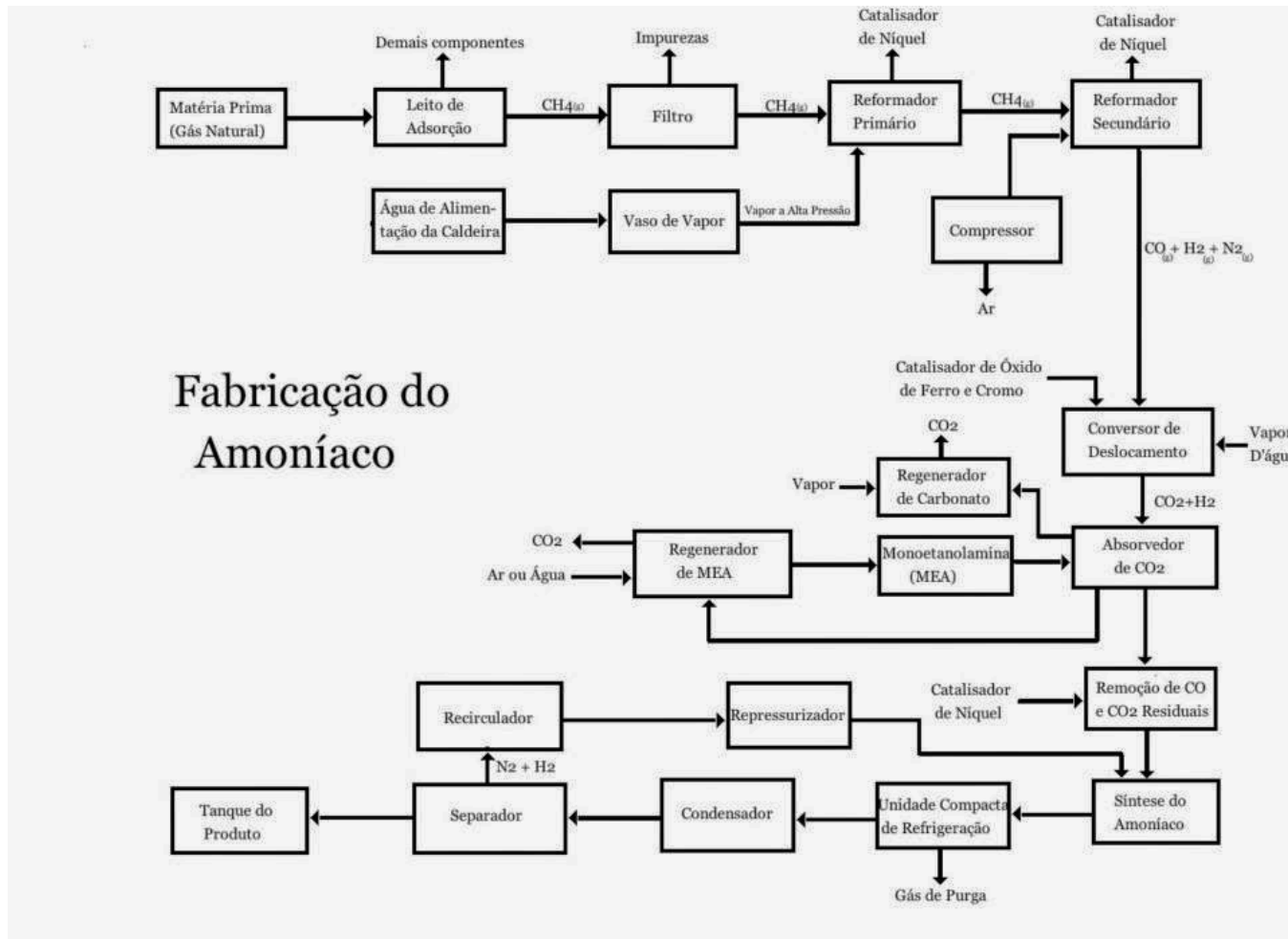
Concepção e descrição

Exemplos coletados da internet: Produção de nitrocelulose



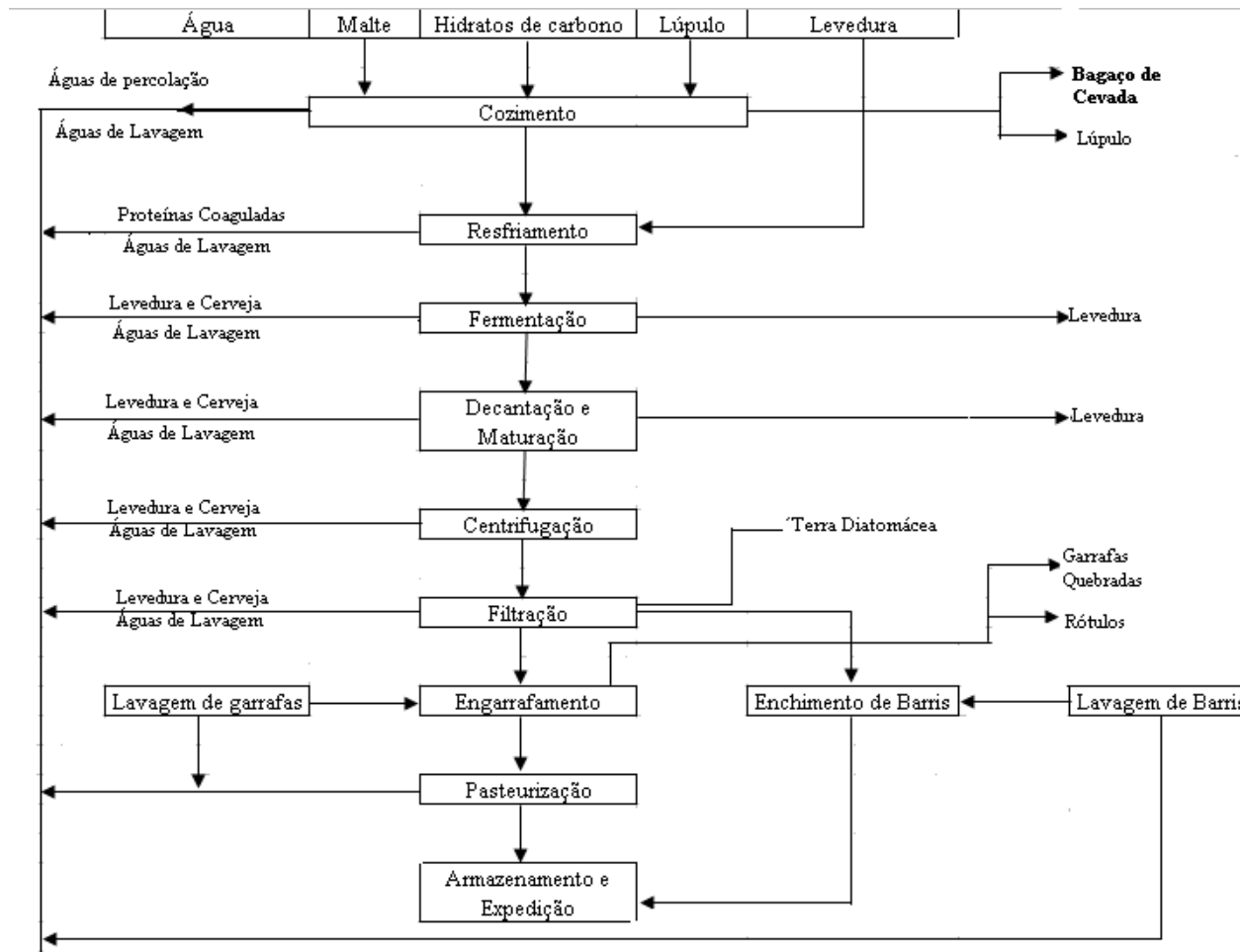
Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da internet: Fabricação de amoníaco



Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da internet: Tratamento de efluentes de cervejaria



Projeto:

Concepção e descrição

DIAGRAMAS DE FLUXO DE PROCESSO

São documentos estruturados em forma gráfica e mostram a distribuição, conexão e relação entre os equipamentos e produtos principais do processo.

Podem incluir parâmetros operacionais, balanços de massa e energia, etc.

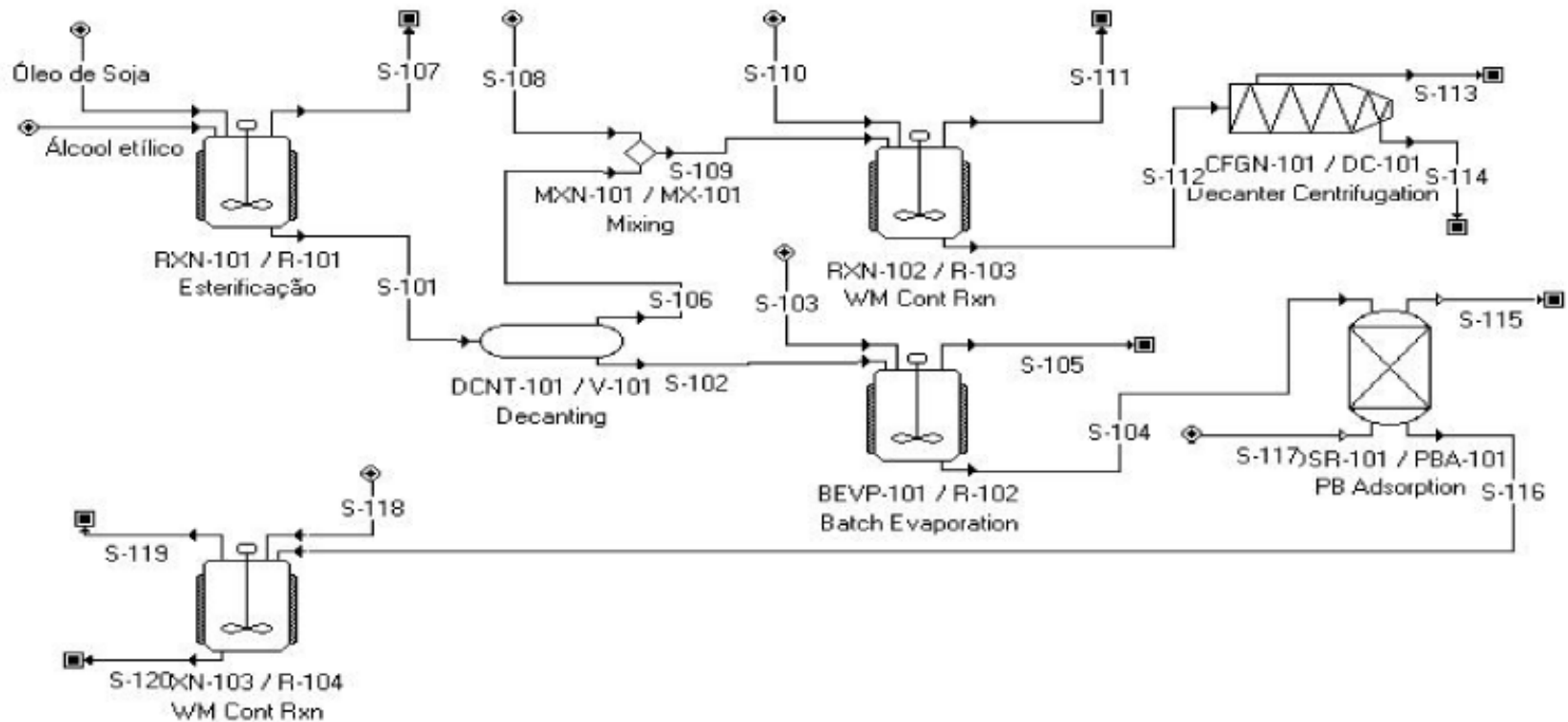
Usualmente esses documentos não contêm a instrumentação propriamente dita (porém podem conter os instrumentos mais relevantes) nem outros detalhes, mas já indicam quais deverão ser as variáveis de processo principais.

Normalmente a instrumentação do processo não é evidente ou relevante nessa fase.

Projeto: Concepção e descrição

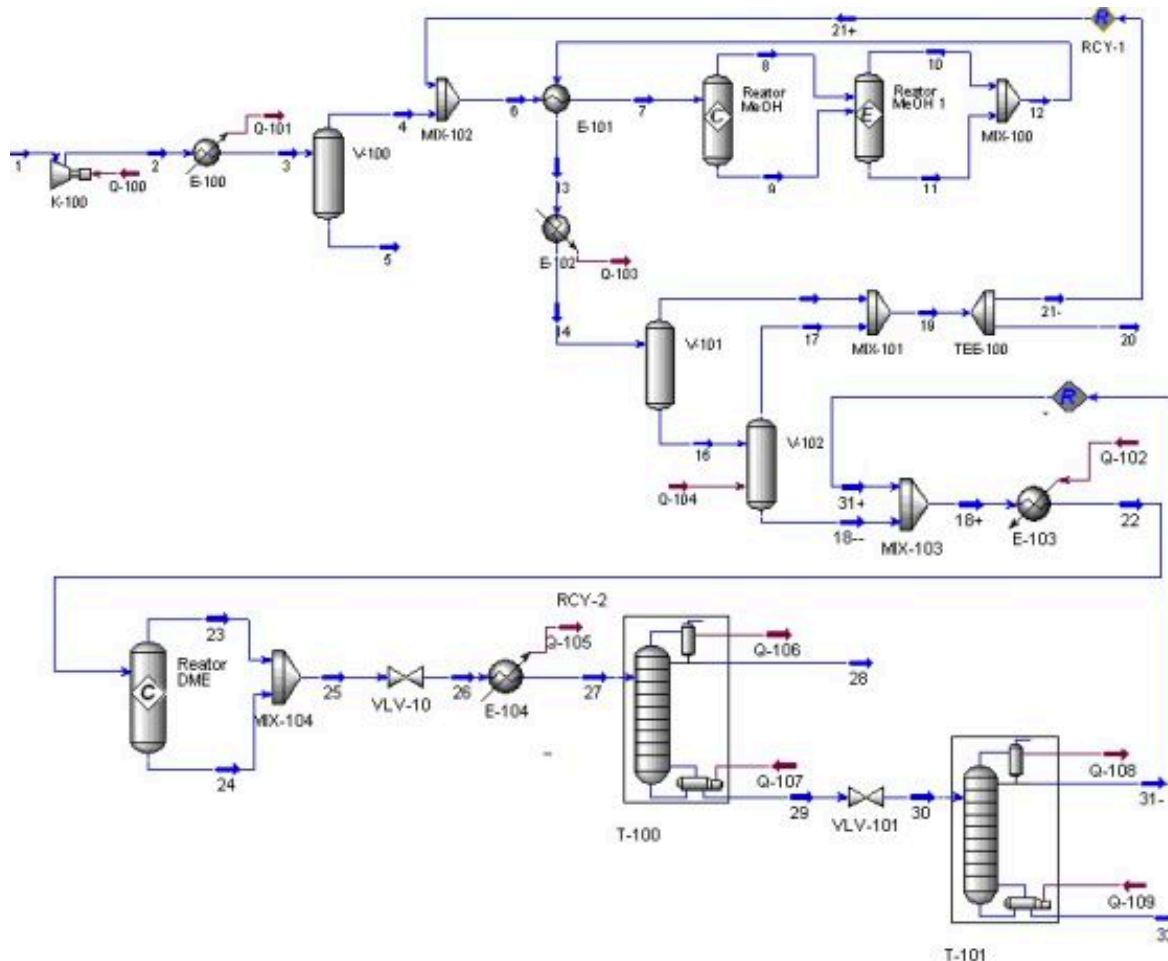
Exemplos coletados da Internet: Produção de biodiesel

Fluxograma- Sistema de produção de biodiesel .



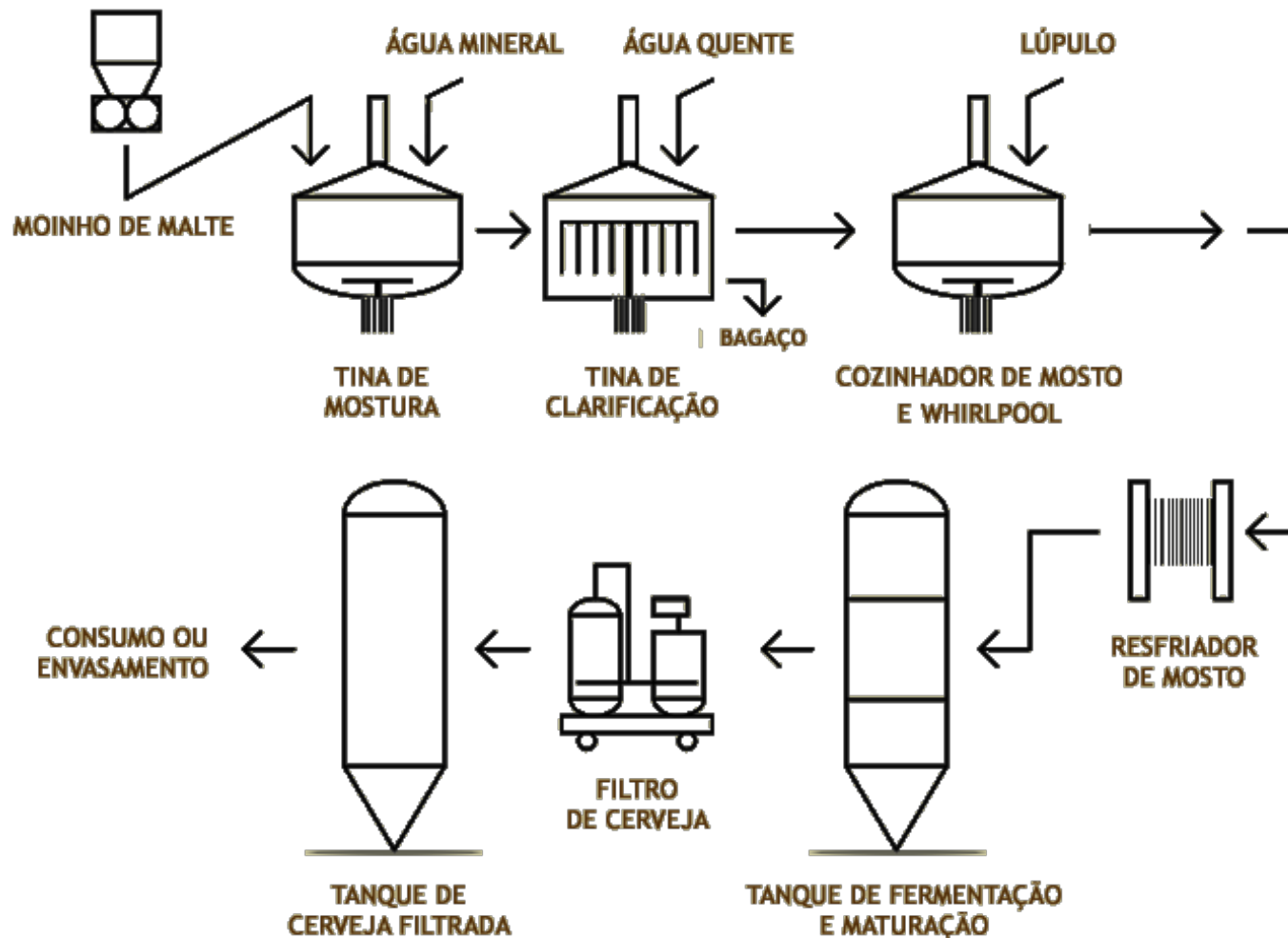
Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da Internet: Produção de Dimetil-Éter



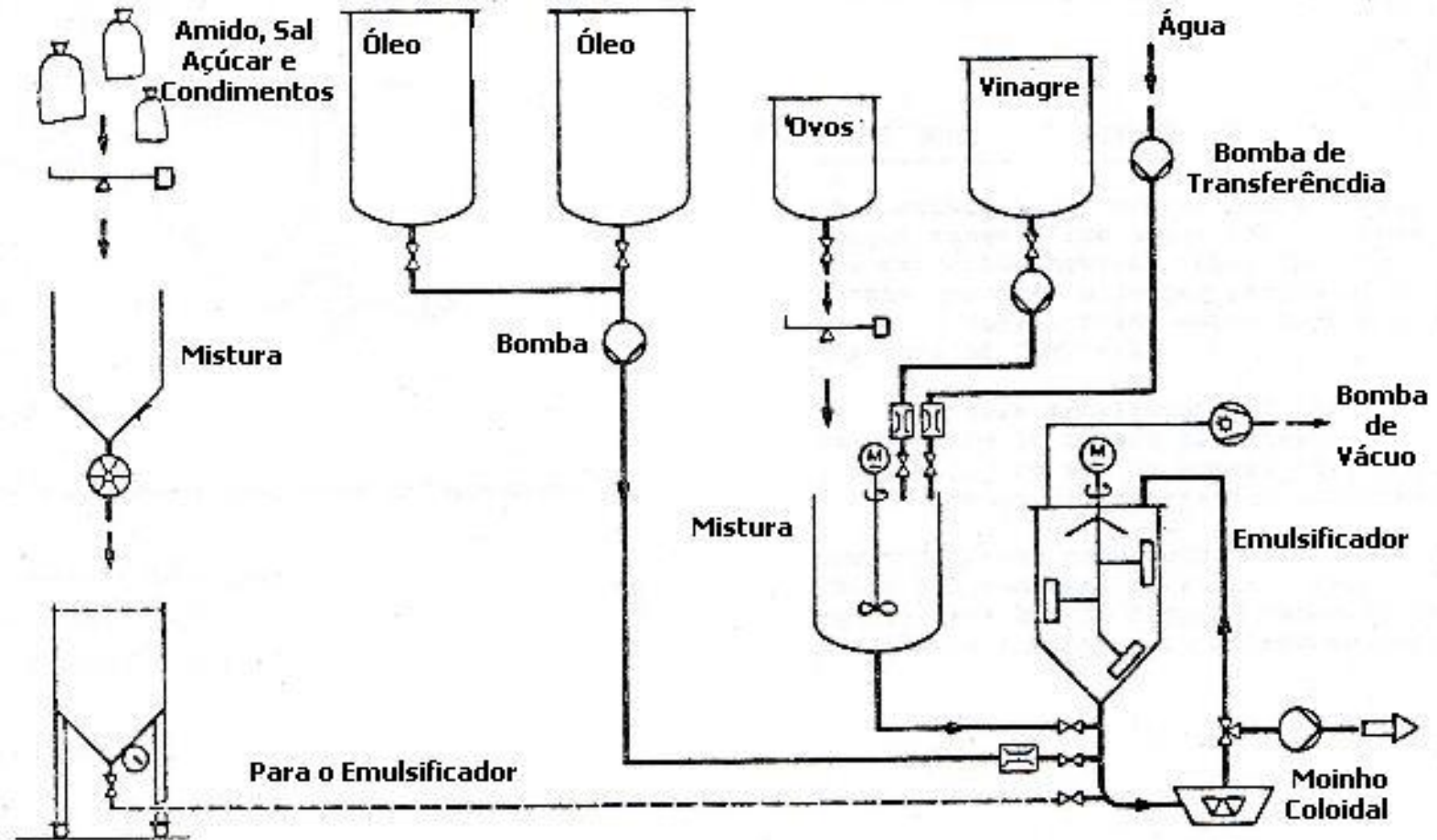
Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da Internet: Cerveja



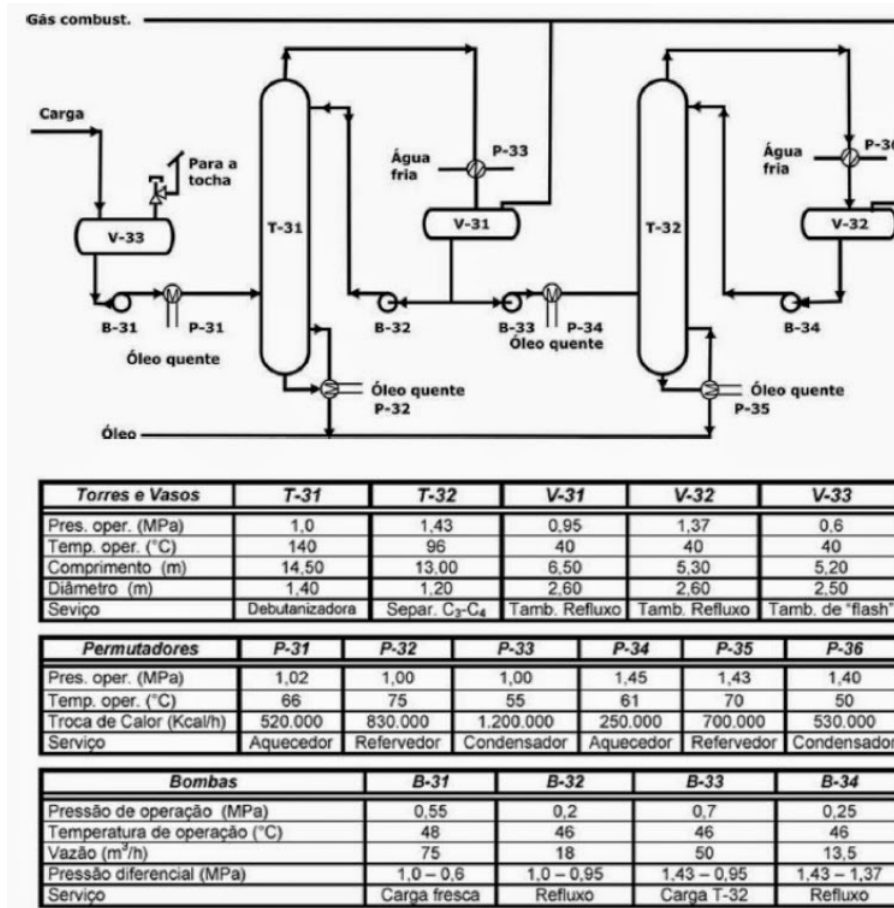
Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da Internet: Maionese



Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da Internet: Fluxograma incluindo parâmetros operacionais.



Projeto:

Concepção e descrição

DIAGRAMA DE TUBULAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO P&ID (Piping and Instrumentation Diagram)

É uma evolução do fluxograma de processo, complementando-o detalhando a instrumentação envolvida de maneira gráfica.

É um documento altamente estruturado e normatizado.

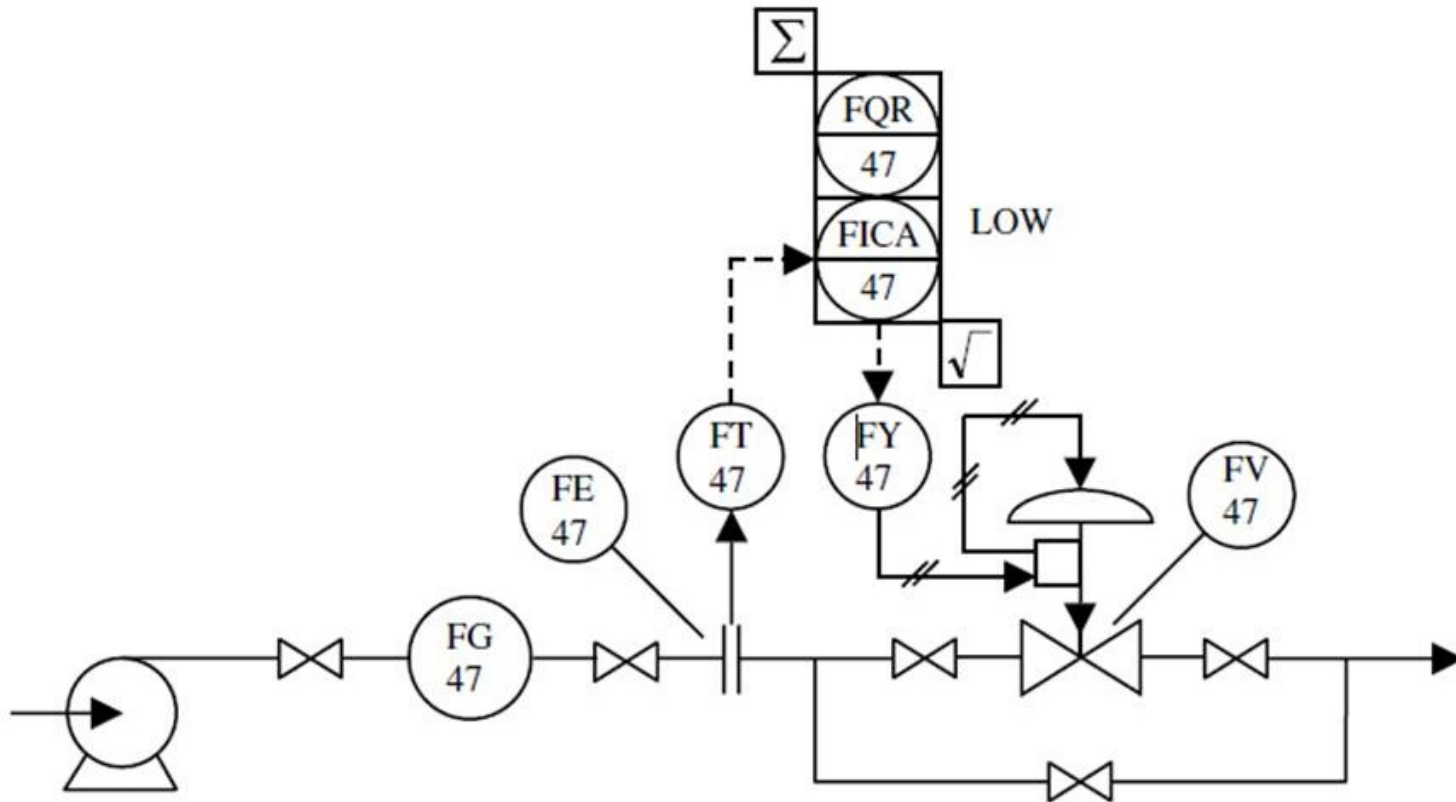
É o principal documento de projeto no que se refere a instrumentação.

P&IDs e sua normatização serão apresentados em maior detalhe posteriormente.

A norma ANSI/ISA 5.1-2009 disciplina a confecção de P&IDs.

Projeto: Concepção e descrição

Exemplos coletados da Internet: P&ID simples



Projeto:

Documentação

DIAGRAMA DE MALHA (Loop Diagram)

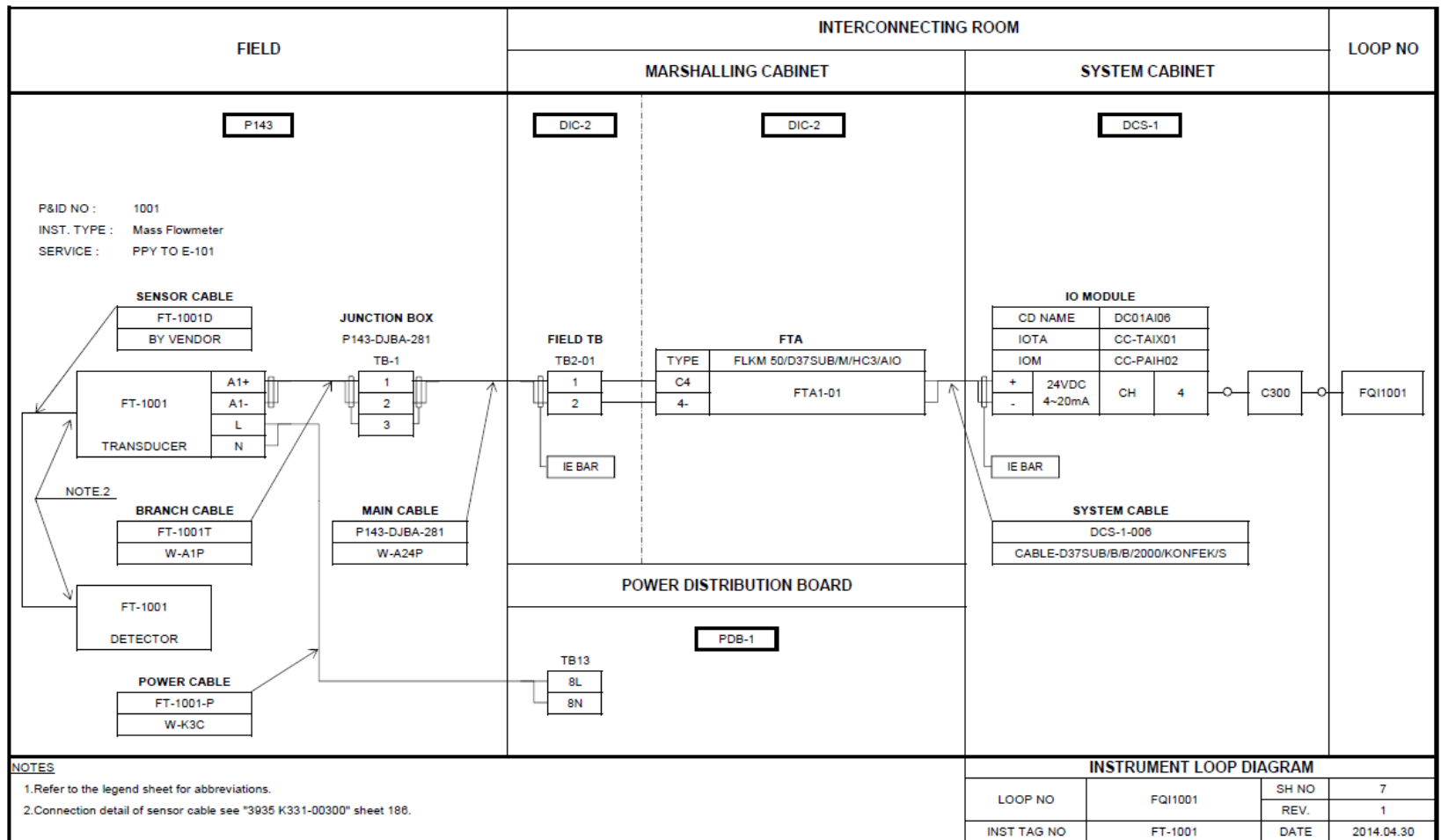
O Diagrama de malha de instrumento é uma extensão dos P&IDs e mostra os componentes e acessórios de uma dada malha, bem como detalhes de conexão e comunicação entre dispositivos e detalhes operacionais e funcionais da malha.

Tipicamente os diagrama de malha detalham as malhas descritas nos P&IDs correspondentes.

A norma ANSI/ISA 5.4-1991 disciplina a confecção de P&IDs.

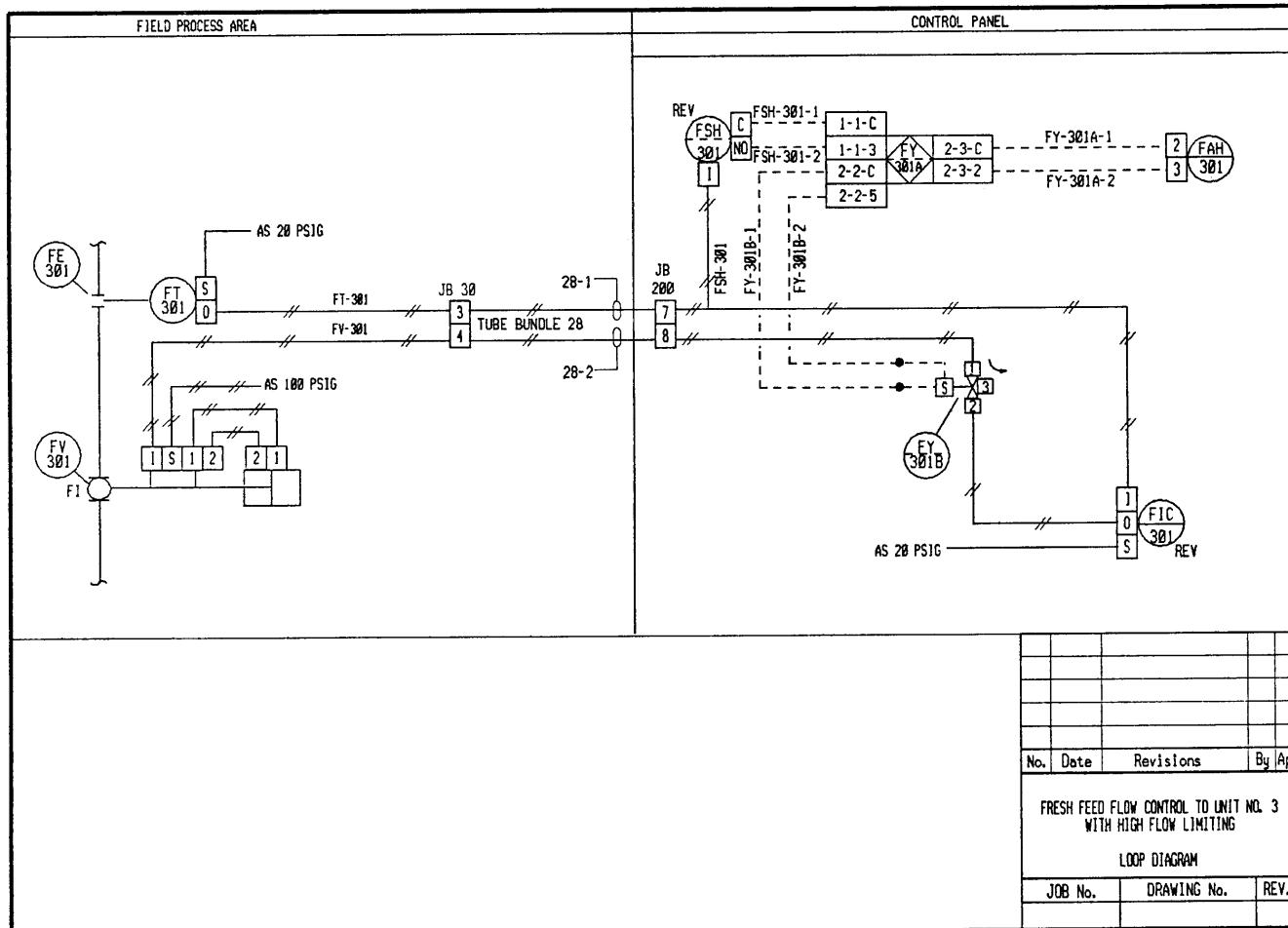
Projeto: Documentação

Exemplo coletado da Internet: Diagrama de Malha Genérico



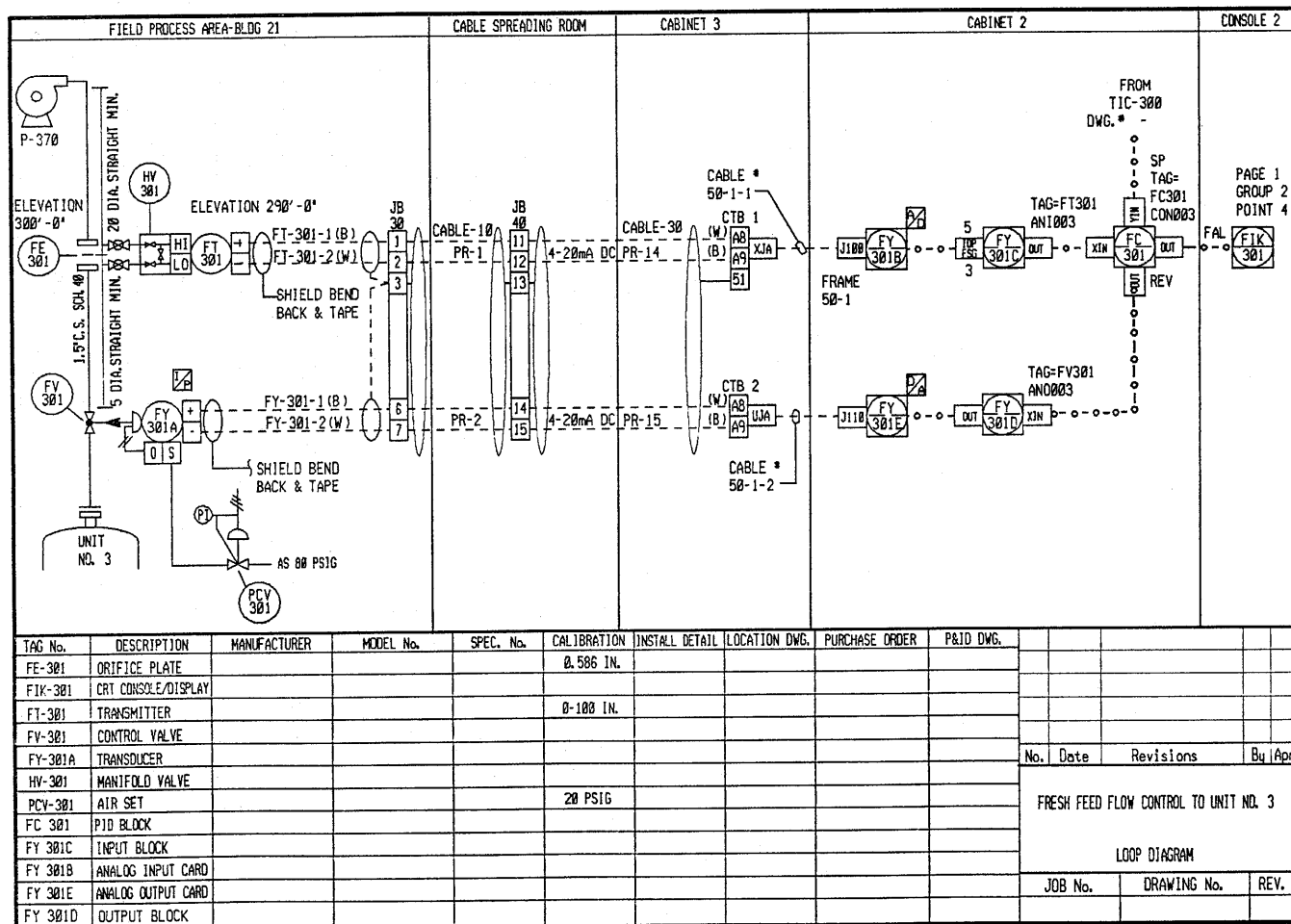
Projeto: Documentação

Exemplo coletado da ANSI/ISA S5.4: Malha Pneumática (mínima)



Projeto: Documentação

Exemplo coletado da ANSI/ISA S5.4: Malha Eletrônica (bem completa)



Projeto:

Documentação

DIAGRAMA DE MONTAGEM/INSTALAÇÃO (Hook Up Diagram)

É um desenho que complementa os P&IDs e Diagramas de Malha, incluindo instruções, detalhes e padrões para instalação de equipamentos.

Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet:

INSTRUMENT TAG NO. : 150-FE -5508-											
11	2	PC		3000#	TEE (EQUAL)						
14	10	PC		3000#	EQUAL TEE						
177	2	PC	1/2x1/2NPT		MALE CONNECTOR	HAMLET/768LSS					
417	2	PC			HEX. HEAD PLUG						
843	5	M	1/2"		TUBE 0.064"						
Notes :											
PART NO.	QTY	UNIT	SIZE	SCH. OR RAT.	DESCRIPTION	MAT.	MANUFACTURER MODEL	VOCAB NO.			
APPLICATION : APPLICATION											
Plant 4D .NET Valued Customer PLANT : HORIZ. ORIFICE PLATE ASSEMBLY INSTRUMENTATION HOOK-UP A4 DRAWING NO. : HU1102C REV. REV.											
ISSUE	DATE	DESCRIPTION	Des	Chk	ISSUE	DATE	DESCRIPTION	Des	Chk	App	App
STANDARD DWG REVISIONS					PROJECT REVISIONS					JOB No. <i>Advanced</i>	
MICRO-FILE NO.			MATERIAL			CDM. DWG. NO.					

Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet:

D/P FLOW TRANSMITTER WITH PITOT TUBE (GAS/VAPOR SERVICE)

PIPING CLASS: 1F01

NOTE :

1- DETAIL OF SUPPORT TO BE SPECIFIED BY INST. VENDOR. THIS SHALL BE FINALIZED WITH VENDOR BY PIPING.

2- INST. VENDOR TO SPECIFY THE INSERTION AND IMMERSION LENGTH OF THE PROBE.

TOTAL REQUIRED NOS. 1

ITEM	TAG No.	UNIT
1	8770	800

BILL OF MATERIAL					
CODE	REQ. QTY.	SIZE	DESCRIPTION	MATERIAL	TOTAL QTY.
02	1	1/2"	FIVE VALVE MANIFOLD 1/2" NPTF	316 S.S.	1 *
10	4	1/2" x 50mm	NIPPLE BARREL, CWP 3000#, SCREWED	316 S.S.	4
11	2	1/2"	EQUAL TEE, NPTF, CWP 3000#	316 S.S.	2
12	2	1/2"	CAP SCREWED, NPTF, CWP 3000#	316 S.S.	2
20	4	1/2" x 1/2" OD	MALE CONNECTOR, NPTM x TUBING, DOUBLE FERRULE	316 S.S.	4
21	12m	1/2" OD	TUBE, SEAMLESS, WALL THICKNESS 0.065"	316 S.S.	12m
22	2	1/2"OD x 1/2"OD	UNION CONNECTOR, COMPR. TYPE, DOUBLE FERRULE	316 S.S.	2

* TO BE SUPPLIED BY TRANSMITTER VENDOR

Generated by: **1Des** DesSoft Design Software

NOTES

1) TYPICAL INSTALLATION DRAWING FOR FLOW METER
 2) FOR MAKE AND MODEL REFER TO INSTRUMENT SCHEDULES.
 3) COIL AND STRAP EXCESS CABLE.
 4) FOR FINAL POSITION OF FIELD INSTRUMENT REFER TO MECHANICAL DRAWINGS.

MATERIAL TAKE-OFF									
No	DESCRIPTION	QTY	CONTR	ACC	No	DESCRIPTION	QTY	CONTR	ACC
1	2 Way Priority Box	1			8				
2	Flow Element	1			10				
3	Flanges as per datasheets	2			11				
4	M20 Metallic Compression Cable Gland	2			12				
5	Cable-Tie Stainless-Steel	4			13				
6	Angle Iron 25mm X 25 mm Cable Support	2			14				
7					15				
8					16				

TAG LIST			
1	22-FY-02	5	8
2		6	13
3		7	14
4		8	15

REV	BY	REVISION STATUS	DATE	DESIGNED	CHECKED	APPROVED

Generated by: **1Des** DesSoft Design Software

Projeto:

Documentação

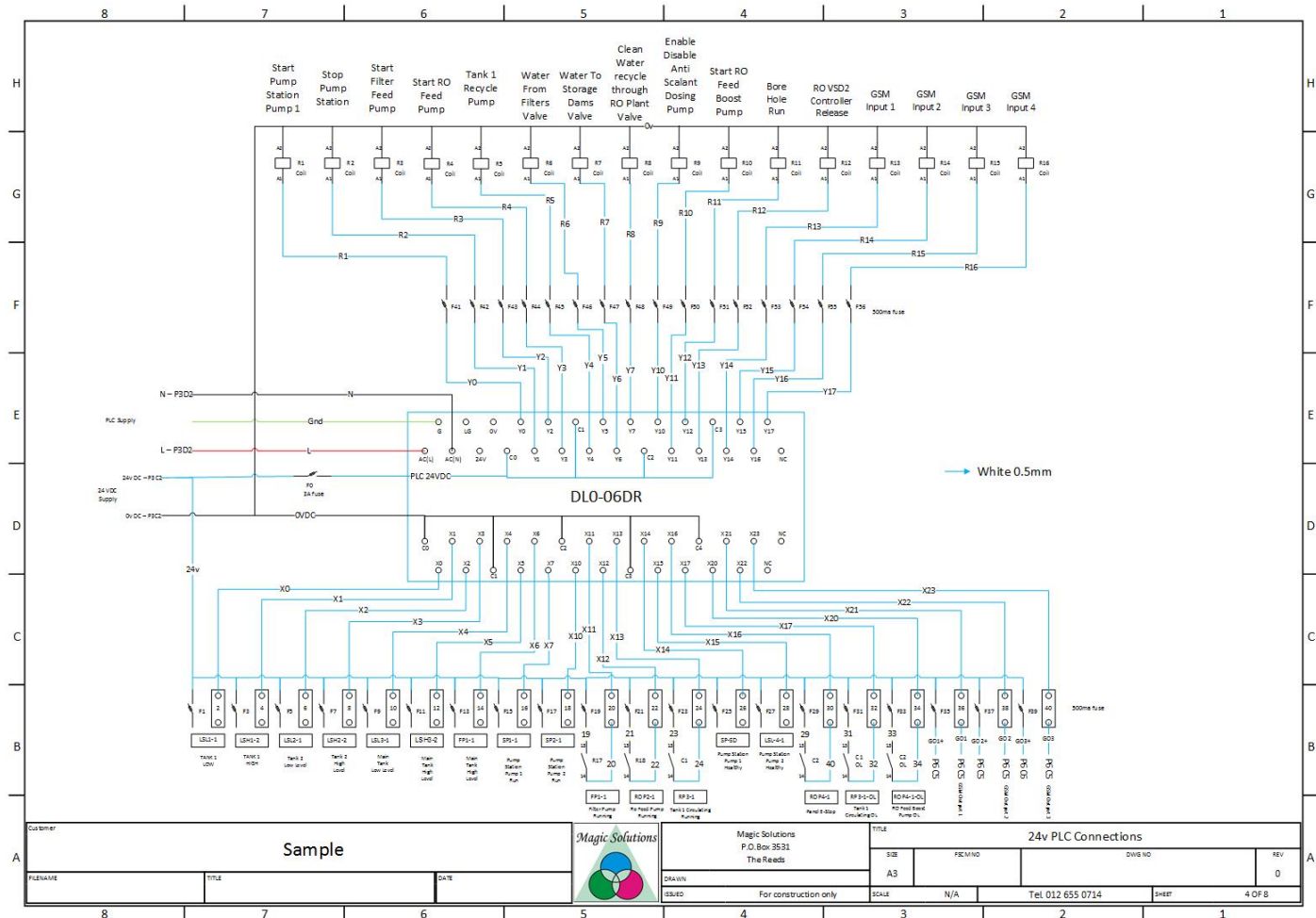
DIAGRAMA DE CABEAMENTO E CONEXÃO (Wiring/Connection Diagram)

É um desenho que complementa os diagramas de malha, detalhando as conexões de equipamentos.

Note que enquanto os diagramas de malha apresentam conexões do ponto de vista de uma malha (podendo abranger um ou mais equipamentos), um diagrama de conexão apresenta as conexões do ponto de vista de um equipamento (podendo abranger várias malhas).

Projeto: Documentação

Exemplo coletado da Internet:



Projeto:

Documentação

FOLHA DE INSTRUMENTO (Instrument Sheet or Instrument Datasheet)


Às vezes chamado de ‘diagrama de instrumento’.

É uma folha ou documento (hoje em dia um registro num banco de dados) contendo informações relevantes sobre cada instrumento da planta, usualmente relacionado ao P&ID e diagrama de malha correspondentes.

Deve conter informações tais como fabricante, modelo, range, número de série, dados de calibração, etc.

Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet:

		INSTRUMENT DATASHEET DS-PG-2321		ISSUE DATE 11/14/2015	
TAG NO		PC-2321			
DESCRIPTION		WATER PRESSURE			
P&ID		101-PID-123			
EQUIPMENT NO		WM-432			
LINE NUMBER		40-WTR-1323			
PIPE SIZE		40 MM			
FLUID		WATER			
STATE		LIQUID			
TEMPERATURE		25 °C			
NORMAL PRESSURE		10 BAR			
MIN PRESSURE		1 BAR			
MAX PRESSURE		15 BAR			
INSTRUMENT TYPE		PRESSURE GAUGE			
MIN RANGE		0 BAR			
MAX RANGE		20 BAR			
ACCURACY		0.5 BAR			
DIAL SIZE		2 INCH			
DIAL COLOUR		WHITE			
FLANGE SIZE		25 MM			
ELEMENT TYPE		BOURDON TUBE			
SEAL TYPE		TBA			
MANUFACTURER		TBA			
MAKE		TBA			
MODEL NUMBER		TBA			
PO NUMBER		TBA			
ITEM NUMBER		TBA			
SERIAL NUMBER		TBA			
UNIT WEIGHT		TBA			
PRICE / UNIT		TBA			
OTHER NOTES: MANUFACTURER TO SPECIFY LEAD TIME					
www.Engineers-Excel.com					
				PROJECT REFINERY EXPANSION	
1		11/12/2015		CLIENT OIL AND GAS COMPANY	
REVISION		DATE		COMMENTS	
				APPR	

Logo of Plant Owner		Project title		Data sheet No.	
				Issued by	
				Checked by	
				Approved by	
				Revision	
				Date	
CONTROL VALVE DATASHEET					
KKS number		Number of valves		Fluid	
Manufacturer		Service/use		Installation	
Model type		Design code		Max. noise	
OPERATING CONDITIONS					
		Units		Notes	
Flow		Maximum		Normal	
Inlet pressure				Minimum	
Pressure Drop					
Temperature					
Specific volume					
Viscosity					
Vapor pressure P _v					
Cavitation factor K _c					
Calculated Cv / Kv					
Design Cv / Kv					
Calculated Noise		dBA @ 1m			
LINE / PIPE					
Line		Id.		Material	
Inlet		Ø (")		SCH	
Outlet				Insulation (mm)	
BODY / BONNET / PACKING					
ACTUATOR					
Type		Type			
Size (") / ANSI rating(#)		Manufacturer			
Body material		Model / size			
Liner material / thickness (mm)		Opening / closing time (sec)			
Design		Open / close action spring			
Press		Fail position			
Temp		Max / min air supply pressure			
Shut-off press		Min operation air press			
Connection		Actuator orientation			
Inlet		Handwheel			
Outlet		Lock-up relay / set value (barg)			
Flanges		Material / Type			
Rating		Mechanical travel limit / mod			
Exten connections / material					
POSITIONER / POSITION TRANSM.					
Flow direction		Type			
Bonnet type		Manufacturer			
Packing type / material		Model			
Lubr. & iso. val / lubricant		I/O pressure gages			
Seal / drain connection		Position transmitter/ model			
INTERNALS / VALVE PLUG / SEAT RING					
Valve plug type		Input signal			
Cage type					
Trim characteristic					
Valve plug size / travel (")		Type			
Balanced / Unbalanced		Manufacturer			
Valve plug material		Model			
Seat ring material		Contacts quantity / type			
Stem material		Rating			
Cage material					
Seat leak class					
OTHER ACCESSORIES					
		Electrical terminal box			
		Insulation class			
		Solenoid		Manufact/model	
		Voltage			
OTHER REQUIREMENTS					
Hydrostatic testing		Filter regulator / outlet press gage			
Seat Leakage testing		Protection grade			
Special inspection testing requirements		Electrical classification			
Painting requirements					

Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet:

DS115 - Venturi Tube: 150-FE -5506-

General	1	Tag No.	150-FE -5506-		
	2	Service	Training Data		
	3	Line No.	81700 - 6"-3C		
	4	Line Material			
	5	Line Inner Diameter			
Process Data	6	Fluid and Phase	Water/Steam		S
	7	Flow Max.	Operation	Min.	2.75
	8	Pres. Max.	Operation	Min.	2.75
	9	Temp. Max.	Operation	Min.	200
	10	S.G. @ Base	Oper.	Base Temp.	
	11	Molecular Weight			
	12	Quality	Superheat		
	13	Compressibility			
	14	Ratio of Specific Heats			
	15	Base Pressure	Base Temperature	bar(a)	C
16	Test Pressure				
17	Calculations				

SEE NOTE 1

Nozzle	18	Type			
	19	Material	Thickness		
	20	Process Connection D	6"	300 # RF	
	21	Entrance Cylinder Length L2			
	22	Conical Convert Length L3			
	23	Throat Diameter d			
	24	Throat Length L5			
	25	Recovery Cone Length L6			
	26	Recovery Cone Angle			
	27	Overall Length L			
	28	Taps Size and Orientation	100.85	0.6561	
29	Measuring range	0	2540	mm. H2C	
30	Calibrated Range DP	0	4.9	Ton/Hr	

Projeto:

Documentação

DIAGRAMA LÓGICO (Logic Diagram)

Usualmente utilizado para intertravamentos.

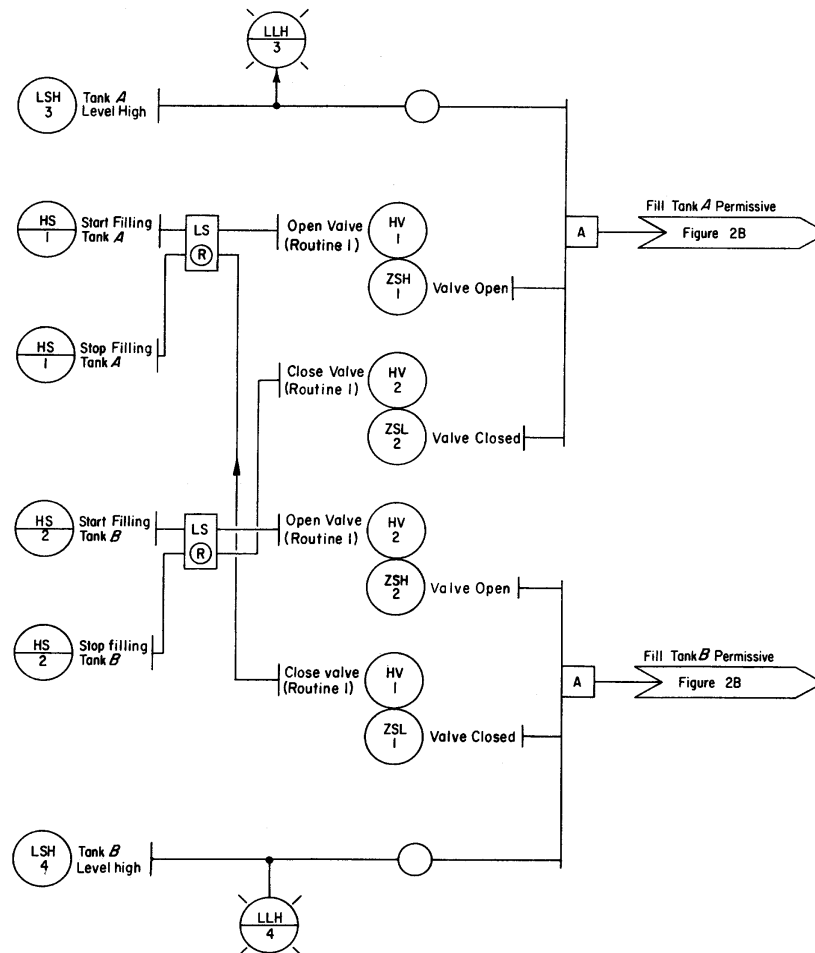
Diagrama que contém a descrição lógica de uma ou mais malhas de intertravamento.

Frequentemente, quando CLPs ou similares são utilizados para realizar o controle, a própria documentação do software é empregada (e.g. Diagramas ladder).

A norma ISA-5.2-1976 (R1992), que já está um tanto datada, disciplina a confecção de diagramas lógicos, porém diagramas de chaves, diagramas de blocos entre outros são bastante utilizados.

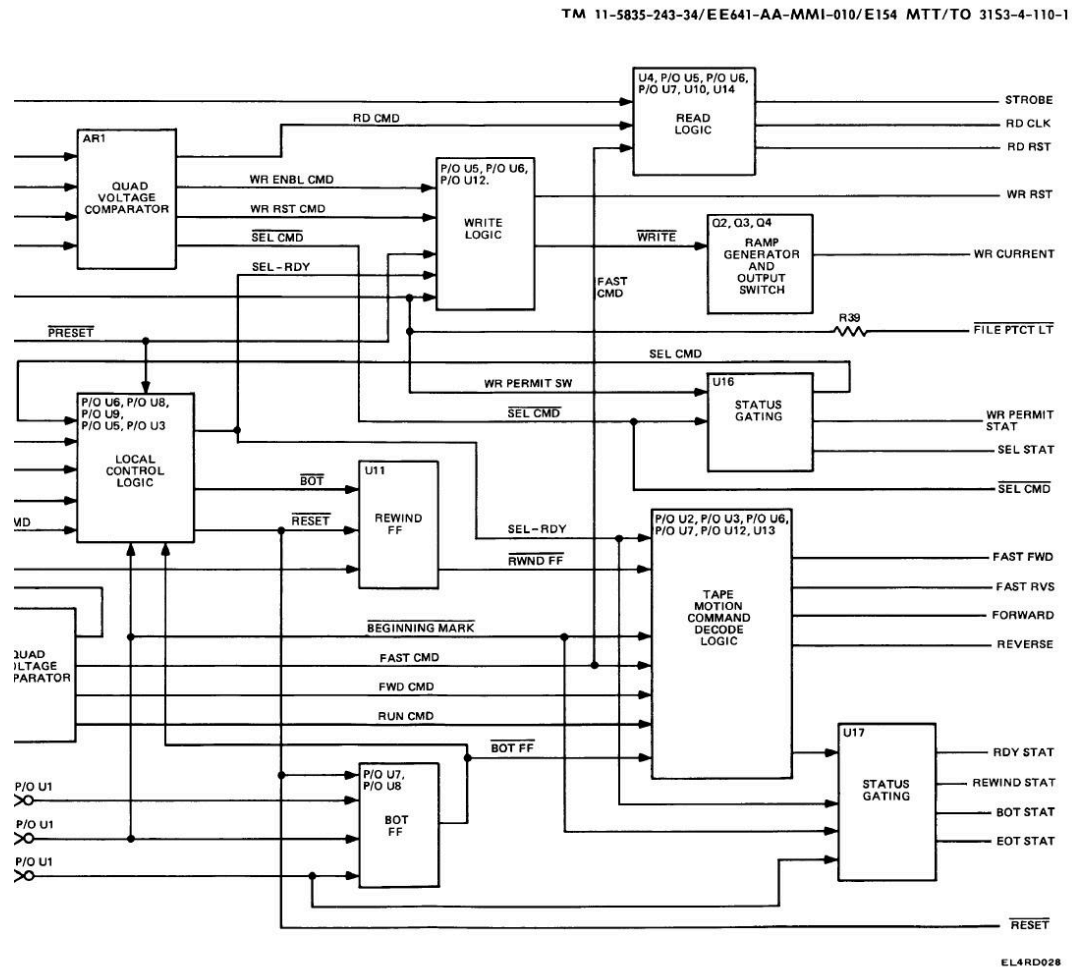
Projeto: Documentação

Exemplo coletado da ISA S5.2:



Projeto: Documentação

Exemplo coletado da Internet:



Projeto:

Documentação

DIAGRAMA DINÂMICO (Dynamic Diagram)

Usualmente utilizado para controle (incluindo eventuais intertravamentos).

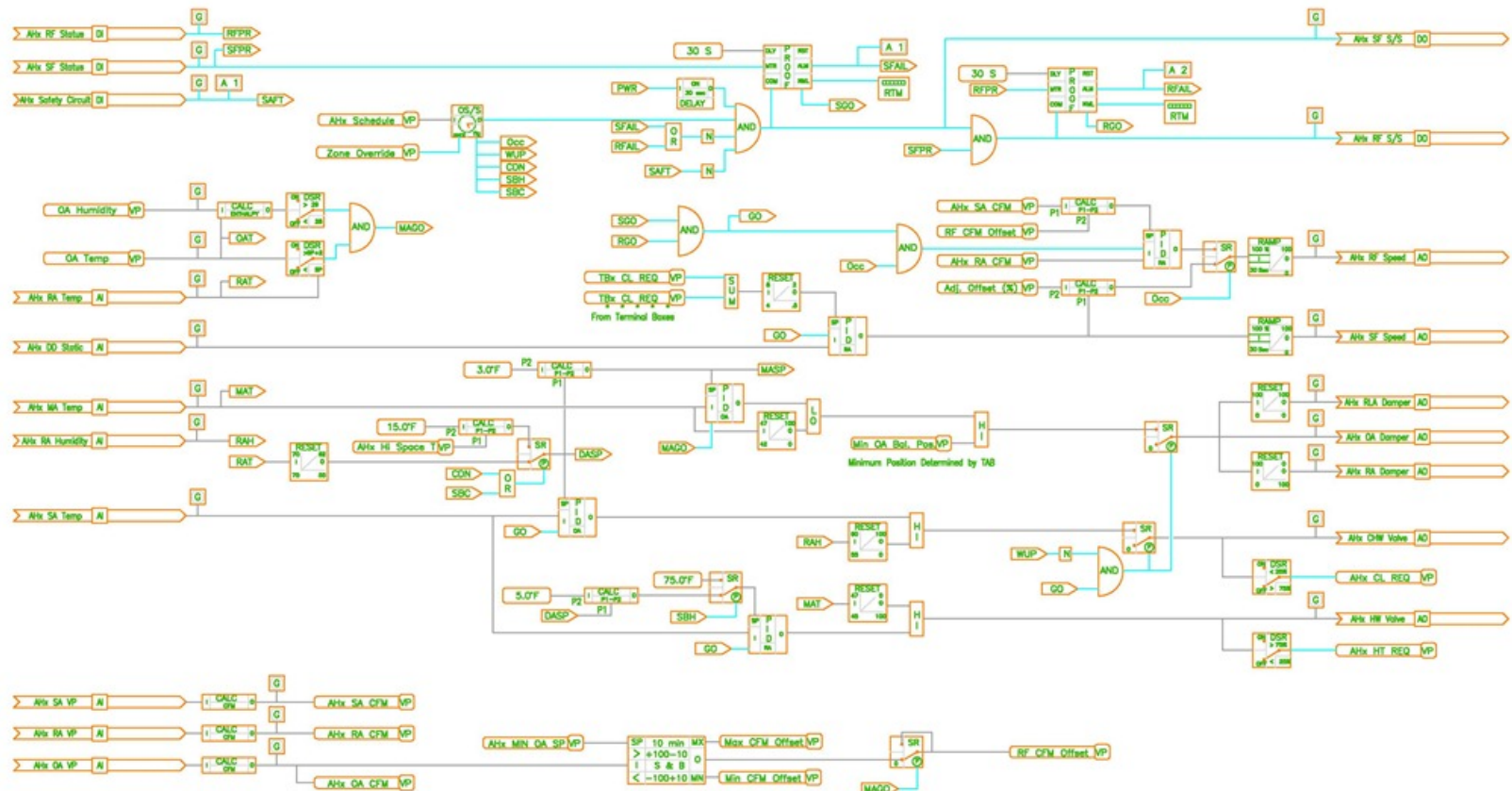
Diagrama que contém a descrição de algoritmos de controle.

Frequentemente, quando CLPs, SDCDs ou similares são utilizados para realizar o controle, a própria documentação do software é empregada (e.g. Diagramas Ladder, Diagramas de Blocos Funcionais – Function Block Diagrams).

Dada a relativa complexidade, esses documentos são comumente acompanhados de memoriais descritivos.

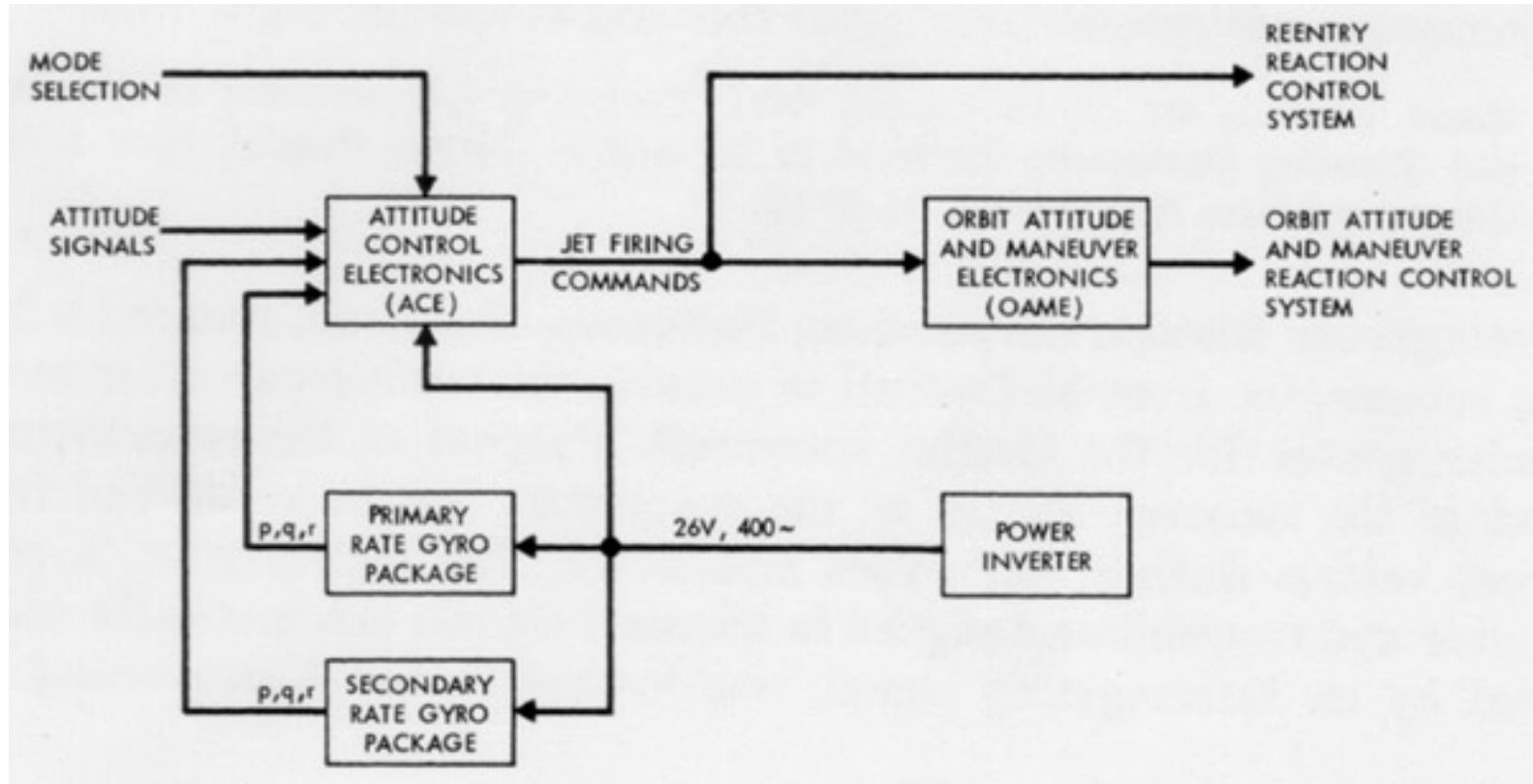
Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet: FBD (Function Block Diagram)



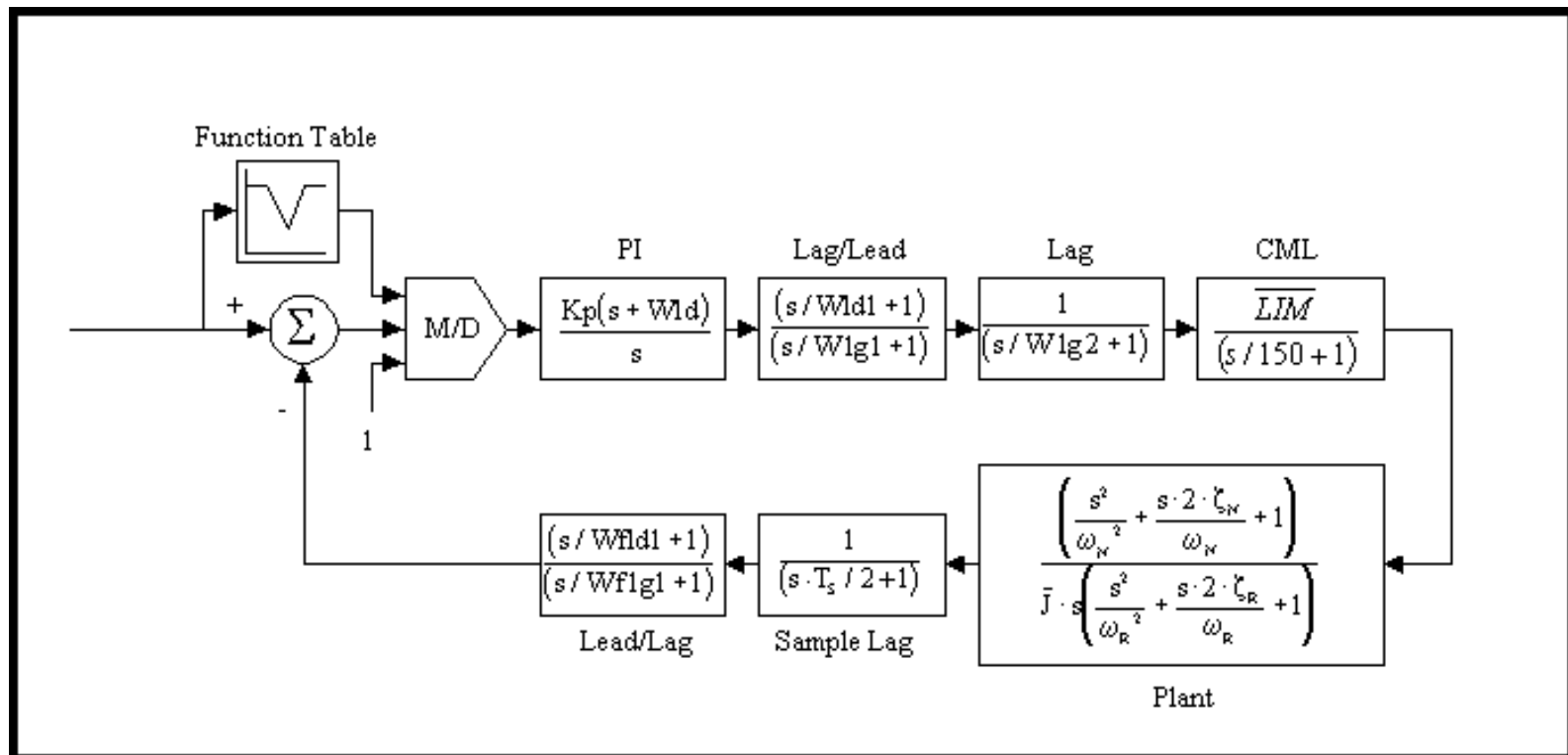
Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet: FBD (Function Block Diagram)



Projeto: Documentação

Exemplos coletados da Internet: FBD (Function Block Diagram)



Projeto:

Documentação

LISTAS

As listas relacionadas são documentos derivados, especialmente dos diagramas P&I e de malha. Podem ser gerados automaticamente.

LISTA DE INSTRUMENTOS: obtida diretamente do conjunto de diagramas de malhas. Deve relacionar todos os dispositivos necessários para instrumentar a planta. Serve tanto para checar a completude do projeto como para gerar orçamentos, lista de compras, etc.

LISTA DE I/Os: obtida diretamente do diagrama P&I (ou do conjunto de diagramas de malhas). Deve relacionar as saídas e entradas tanto digitais como analógicas. É um documento essencial para o dimensionamento e projeto do sistema de controle.

LISTA DE CABEAMENTO (Cables Schedule): obtida indiretamente a partir do conjunto do diagrama de malhas e da disposição física dos equipamentos, eletrodutos e bandejas. Serve para determinar os tipos e quantidades de cabos e para orientar a instalação.

Projeto:

Documentação

FERRAMENTAS DE SOFTWARE

Há no mercado diversas soluções de software que permitem:

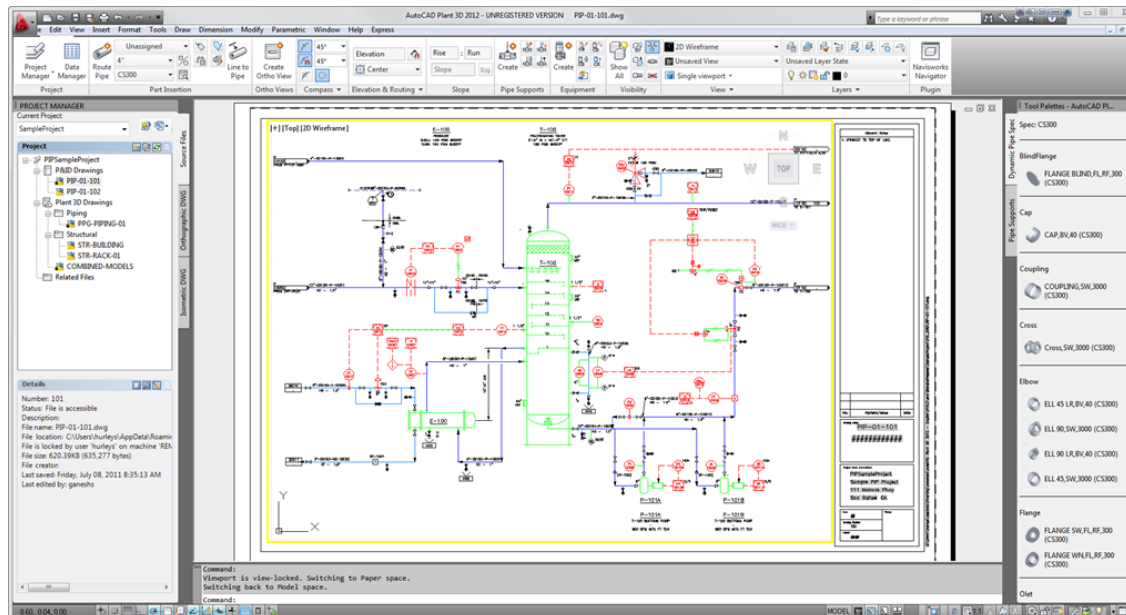
- i. Estruturar o fluxo de trabalho de concepção, auxiliando na criação de fluxogramas e associando os blocos com requisitos, responsáveis, etc.
- ii. Produção de diagramas P&I estruturados associados tanto aos fluxogramas, etc. produzidos previamente como também auxiliando a confecção de diagramas de malha, folhas de instrumentos, diagramas lógicos e dinâmicos.
- iii. Geração automática de documentos auxiliares como listas de instrumentos, lista de I/Os, listas de materiais, relatórios de calibração, etc.
- iv. Manter bancos de dados para tarefas diversas: e.g. Listas de tags (tags serão tratados posteriormente no curso) para codificação dos sistemas de controle e supervisão.

Projeto: Documentação

Exemplo de software: AutoCAD P&ID

O AutoCAD P&ID (parte do pacote AutoCAD Plant 3D) permite produzir P&IDs estruturados e associá-los a diagramas de malha, lista de instrumentos, etc.

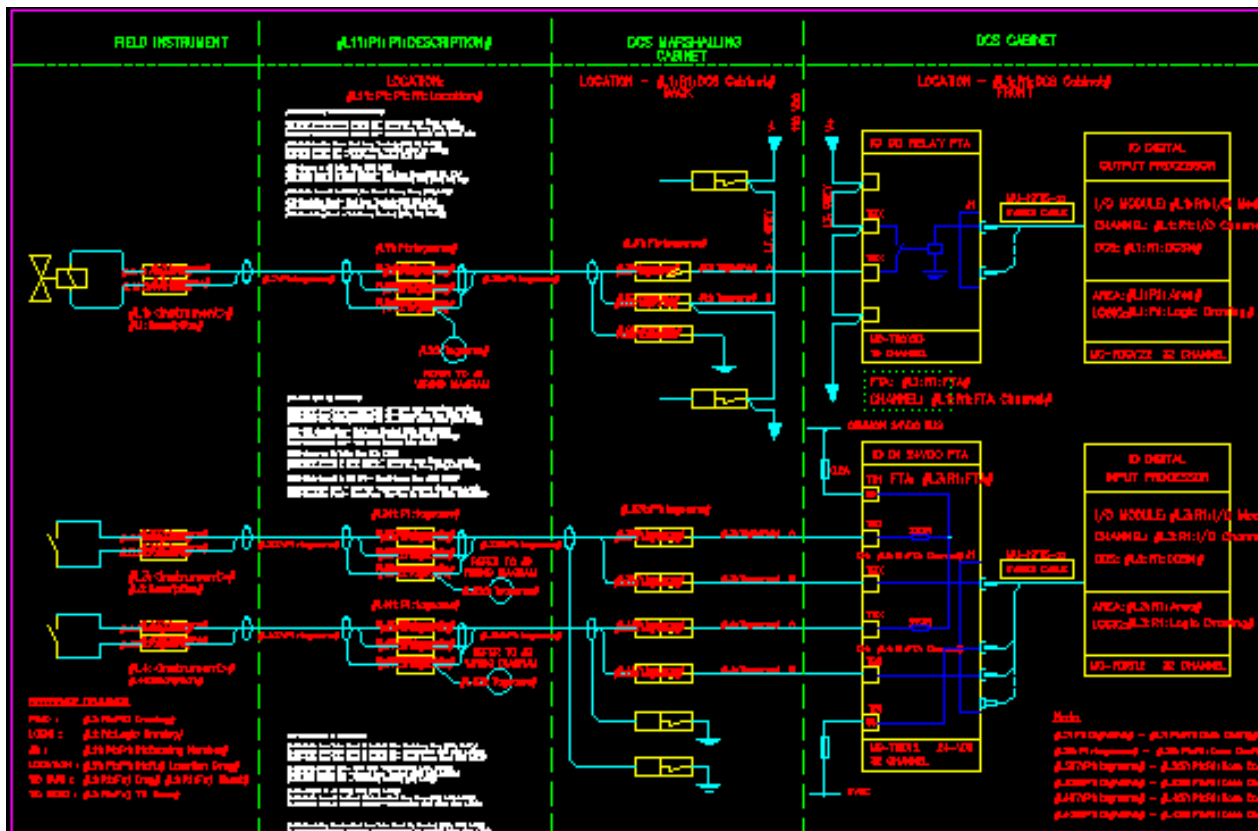
Pode ser integrado a outros produtos compatíveis para gerenciamento de projeto, etc.



Projeto: Documentação

Exemplo de software: Elecdes Design Suite

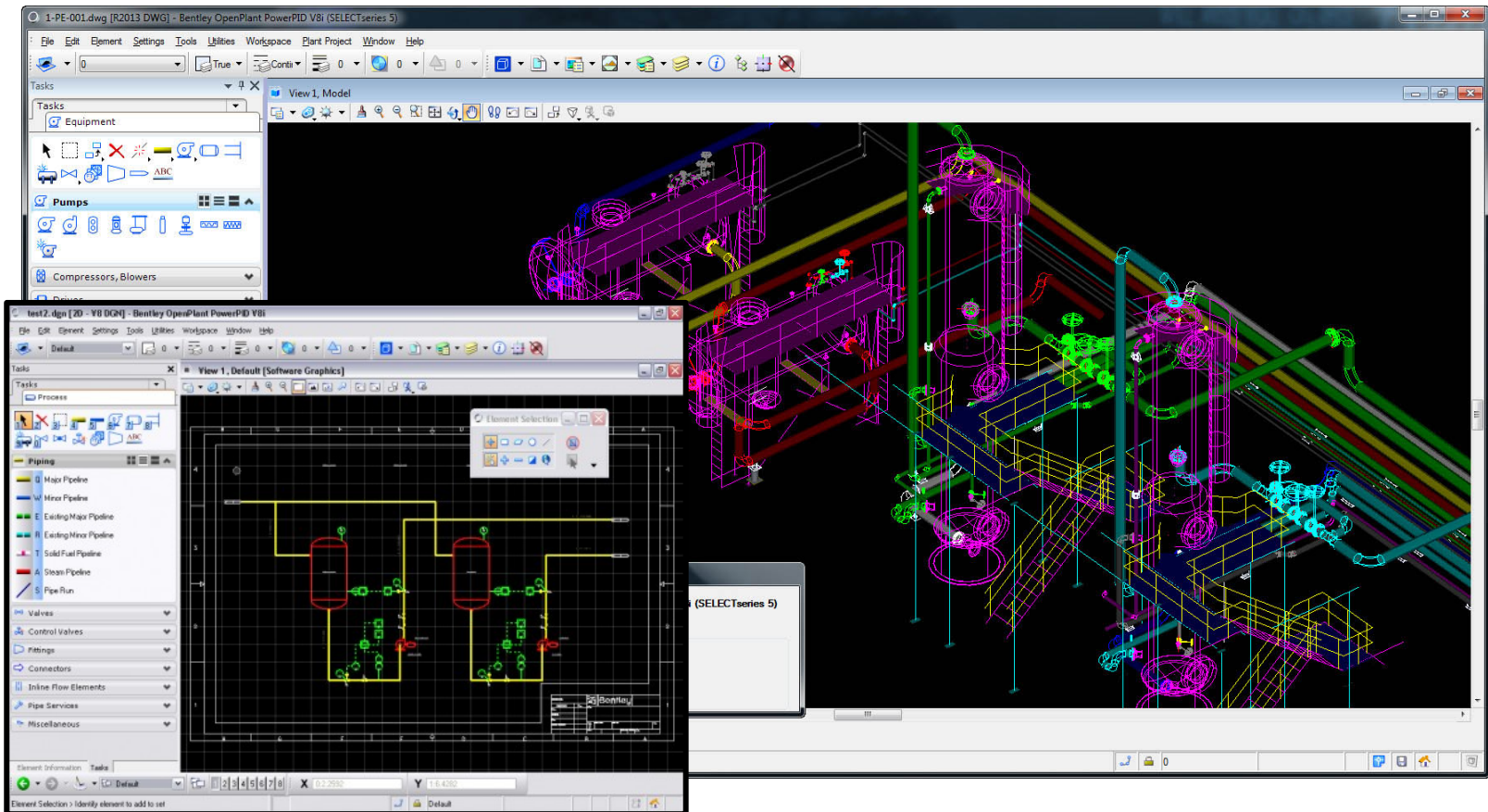
Similar ao AutoCAD Plant 3D, porém com ênfase em elétrica.



Projeto: Documentação

Exemplo de software: Bentley Openplan P&ID

Mais um software integrado para produção de diagramas P&I.



Projeto: Documentação

Exemplo de software simples: LucidChart (usado nos P&IDs desse curso)

