



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Automação e Controlo Industrial

Relatório de Estágio

André Filipe Ferreira Lagarto

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
(Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial)



Instituto Politécnico de Tomar

www.ipt.pt

Tomar/ Janeiro/ 2021



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

André Filipe Ferreira Lagarto

Automação e Controlo Industrial

Relatório de Estágio

Orientado por:

Prof. Doutor Paulo Coelho, IPT

Prof. Especialista Francisco Nunes, IPT

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

Tomar



Dedico este relatório à minha família, amigos, orientadores e colegas, pela luta empenhada para a concretização dos meus sonhos.

Resumo

O presente relatório de estágio é desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Estágio do 2º ano do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Especialidade em Controlo e Eletrónica Industrial, tendo como objetivo apresentar e descrever o trabalho realizado durante o estágio realizado na empresa Caima Indústria de Celulose SA, enquadrando as várias atividades por mim desenvolvidas para a melhoria e manutenção das infraestruturas da empresa de forma a estarem sempre disponíveis a produzir.

O estágio, que decorreu entre 2 de janeiro de 2019 e 16 de abril de 2020, teve lugar na sede da empresa.

Durante o estágio surgiu a oportunidade de desenvolver um projeto de modernização e reabilitação de um digestor piloto. Neste projeto, contribuí com a elaboração do esquema elétrico, programação do automatismo, bem como a elaboração de outras tarefas técnicas e de gestão do projeto, tais como encomendas e montagens.

Ainda no que diz respeito ao desenvolvimento de outros projetos, tive a oportunidade de participar ativamente em diversas fases do desenvolvimento, designadamente na criação de novas estratégias de controlo para otimização do funcionamento das bombas de Média Consistência da fábrica e também na gestão de novos projetos, tais como, o projeto da nova sala de sistemas e o *dissolving pulp 2.0*, ficando sempre responsável pela gestão da área de automação e controlo.

Palavras-chave: Controlo, Automação, Sistemas de Controlo, DCS, PID, etc

Abstract

This internship report is developed within the scope of the Internship curricular unit of the 2nd year of the Master in Electrical Engineering - Specialty in Control and Industrial Electronics, aiming to present and describe the work carried out during the internship carried out at Caima Indústria de Celulose SA , framing the various activities developed by me for the improvement and maintenance of the company's infrastructures so that they are always available to produce.

The internship took place at the company's headquarters between 2nd January 2019 and 16th April 2020.

During the internship, the opportunity arose to develop a project to modernize and rehabilitate a pilot digester. In this project, I contributed to the elaboration of the electrical scheme, automation programming, as well as the elaboration of other technical and project management tasks, such as orders and assemblies.

Still with regard to the development of other projects, I had the opportunity to actively participate in several stages of development, namely in the creation of new control strategies to optimize the operation of the plant's Medium Consistency pumps and also in the management of new projects, such as the design of the new systems room and the dissolving pulp 2.0, always being responsible for the management of the automation and control area.

Keywords: Control, Automation, Control Systems, DCS, PID, etc.



Agradecimentos

É com muita satisfação que expresso aqui o meu sentido obrigado a todos aqueles que de uma forma ou outra me ajudaram no decorrer do estágio.

Antes de mais, um grande obrigado à Caima – Indústria de Celulose, S.A. pela oportunidade da realização do estágio curricular.

Aos meus orientadores, Professor Paulo Coelho e Professor Francisco Nunes, pelo auxílio e disponibilidade que prestaram.

Aos meus amigos e colegas de curso por estarem sempre comigo apesar da distância.

E à minha família claro, pelo apoio incondicional e paciência formidável.

Índice

Resumo	V
Abstract.....	VII
Agradecimentos	IX
Índice de Figuras	XIII
Lista de Abreviaturas e Siglas	XVII
1. Introdução.....	1
2. Entidade Acolhedora	3
2.1. Apresentação da empresa.....	3
2.2. Localização da empresa	7
2.3. Oferta da Empresa	7
2.4. Gestão e Organização da Empresa.....	8
3. Processo de Produção.....	11
3.1. A Estilha	11
3.2. Preparação do Ácido	13
3.3. Cozimento	14
3.4. Lavagem.....	15
3.5. Branqueamento	16
3.6. Secagem	19
3.7. Linha de Embalagem e Produto Final.....	21
3.8. Produção de Energia	21
4. Sistema de Controlo Distribuído (DCS).....	23
4.1. DCS utilizados na CAIMA	24
4.1.1. <i>Experion</i> PKS com Controladores PMD	25
5. Trabalho Desenvolvido no Estágio	33
5.1. Novos Projetos	33

5.1.1.	Nova Sala de Sistemas.....	33
5.1.2.	Projeto DP 2.0	41
5.2.	Projetos de melhoria	67
5.2.1.	Otimização do controlo das bombas MC	67
5.2.2.	Digestor Piloto.....	70
5.3.	Manutenção.....	88
5.3.1.	Manutenção Corretiva	88
5.3.2.	Manutenção Preventiva	95
6.	Conclusão.....	97
	Referências	99
	Anexos.....	101
	Anexo A – FCE (PMD) Controller.....	103
	Anexo B – Experion PMD Release 800	109
	Anexo C – ProfiHub B5+R.....	115
	Anexo D – Basic Rack PDU AP7553.....	117
	Anexo E – Power supply – QUINT4-PS	119

Índice de Figuras

Figura 1 - Logotipo da Empresa (CAIMA, 2020).....	3
Figura 2 - Localização da empresa (CAIMA, 2020).....	7
Figura 3 – Organigrama (CAIMA, Manual de Integração, 2008).....	9
Figura 4 - Preparação da Madeira (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016).....	12
Figura 5 - Forno Enxofre - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)	13
Figura 6 - Sequência Digestores - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)	14
Figura 7 - Fluxograma da Máquina de Lavar - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD).....	15
Figura 8 - Pasta Branqueada.....	16
Figura 9 - Branqueamento 1 Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD).....	17
Figura 10 - Branqueamento 2 Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD).....	18
Figura 11 - Fardos	19
Figura 12 – Formação de Folha - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)	20
Figura 13 - Layout típico de um DCS – (HONEYWELL, 2015).....	24
Figura 14 - Estrutura do Sistema (HONEYWELL, SISTEM ARCHITECTUR, 2017)	26
Figura 15 - Topologia de Rede (HONEYWELL, NETWORK PLANNING AND DESIGN GUIDE, 2015)	27
Figura 16 - Controlador PMD (FCE) (Honeywell-Oy, 2015).....	28
Figura 17 - <i>PMD Builder</i> (Retirada do sistema de controlo PMD).....	29
Figura 18 - <i>HMIWeb Display Builder</i> (retirado do sistema)	29
Figura 19 - <i>PMD Builder</i> (retirado do sistema).....	30
Figura 20 - <i>Layout</i> Sala de Sistemas (19.08.001 – Layout)	35
Figura 21 - QE Sala de Sistemas	36
Figura 22 - Fonte, <i>Diodo</i> e <i>Fusivel</i> (Phoenix Contact, 2020).....	37
Figura 23 - Esquema Alimentação Controlador (FPWSU101).....	38
Figura 24 - Esquema Alimentação OZD e <i>Combricks</i>	39
Figura 25 – PDU (Tonitrus, 2020).....	40
Figura 26 - Lógica Controlo de Caudal (900015999)	42

Figura 27 - Lógica Controlo de Caudal (900015999)	43
Figura 28 - Lógica Controlo de Motor (900015999).....	44
Figura 29 - Lógica Controlo de Motor (900015999).....	45
Figura 30 - Geral Branqueamento 1 (retirado do DCS)	47
Figura 31 - Geral Branqueamento 2 (retirado do DCS)	48
Figura 32 - Ácido Sulfúrico (retirado do DCS).....	49
Figura 33 - Águas de Selagem (retirado do DCS).....	50
Figura 34 - Estágio A (retirado do DCS).....	51
Figura 35 - Estágio P (retirado do DCS)	52
Figura 36 - Torre de Pasta Branca (retirado do DCS)	53
Figura 37 - Rede <i>Profibus</i> FC06.....	58
Figura 38 - Rede <i>Profibus</i> FC06.....	59
Figura 39 - Rede <i>Profibus</i> FC06.....	60
Figura 40 - Rede <i>Profibus</i> FC06.....	61
Figura 41 - <i>Red Mark FUP</i>	63
Figura 42 - Excerto da Tabela de Testes	64
Figura 43 - Circuito <i>Water Run</i> Estágio P (Retirada do DCS).....	66
Figura 44 - Estudo de Eficiência Energética	68
Figura 45 - Controlo da Bomba MC (Retirado do DCS)	68
Figura 46 – Lógica de Controlo de Velocidade da Bomba MC (Retirado do DCS).....	69
Figura 47 - Esquema Elétrico 1	72
Figura 48 - Equipamentos a substituir	73
Figura 49 - Digestor Piloto Frente	74
Figura 50 - Quadro Elétrico.....	75
Figura 51 - Quadro Elétrico.....	76
Figura 52 - Digestor Piloto Trás	77
Figura 53 - Digestor Piloto após a Intervenção	78
Figura 54 - P&ID Digestor Piloto.....	81
Figura 55 - Bloco Controlo HS-004 (Retirado do DCS).....	82
Figura 56 - Bloco de Controlo TIC005 (Retirado do DCS)	83
Figura 57 - <i>Display</i> de Controlo (Retirado do DCS).....	84
Figura 58 - <i>HMI display builder</i> (Retirado do DCS).....	85
Figura 59 - Janela de Configuração (Retirado do DCS).....	86
Figura 60 – <i>Faceplate</i> (Retirado do DCS)	86

Figura 61 - Estilha cozida.....	87
Figura 62 - Controlador FC	89
Figura 63 - DHCP.....	90
Figura 64 - Análise de Causa.....	92
Figura 65 - Rotina armários.....	93
Figura 66 - Rotina redes	94



Lista de Abreviaturas e Siglas

- DCS – *Distributed Control System*
- DDW – *Drum Displacer Washer*
- DM - *Design Module*
- DP – *Dissolving Pulp*
- EIGRP - *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*
- ETARI – Estação de Tratamentos Águas Residuais e Industriais
- FAT – *Factory Acceptance Test*
- FC – *Field Controller*
- FCE – *Field Controller Express*
- FTE - *Fault-Tolerant Ethernet*
- FTP - *File Transfer Protocol*
- HMI - *Human-Machine Interface*
- HS – *Hand switch*
- HSRP - *Hot Standby Routing Protocol*
- HTML - *HyperText Markup Language*
- I/O – *Input/Output*
- IETF - *Internet Engineering Task Force*
- IP - *Internet Protocol*
- ISO – *International Organization for Standardization*
- LED – *Light-emitting diode* (diodo emissor de luz)
- LIC – *Level indication control*
- MC – *Média Consistência*
- ME – *EletricalElectrical motor*
- OZD – *Fiberoptic Repeater*
- P&ID - *Diagrama de tubagem e instrumentação*
- PCB – *Printed Circuit Board*

PCS7 – *Process Control System*

PDU – *Power Distribution Unit*

PKS – *Process Knowledge System*

PLC - *Programmable Logic Controller*

PMD - *Process, Machinery and Drives technology*

RFC - *Request for Comments*

SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition*

SNMP - *Simple Network Management Protocol*

TCF - *Total Chlorine Free*

TCP - *Transmission Control Protocol*

TCP/IP - *Transmission Control Protocol / Internet Protocol*

UDP - *User Datagram Protocol*

UPS – *Uninterruptible Power Supp*

1. Introdução

No âmbito do curso de Mestrado em Engenharia Eletrotécnica (Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial) surgiu a possibilidade de realização de um estágio curricular em ambiente industrial na Caima Indústria de Celulose, SA. A escolha do estágio curricular foi bastante importante e gratificante, pois assim foi possível usufruir de uma formação em contexto de trabalho de forma a adquirir outros conhecimentos, para além dos adquiridos durante a formação académica.

Com este relatório pretende-se apresentar um pequeno enquadramento em torno do desenvolvimento de lógicas e sistemas de controlo, bem como das atividades que levam à manutenção dos mesmos. Por fim, serão descritas as atividades realizadas, ao longo do período de estágio.

1.1. Enquadramento e Objetivos do Estágio

O estágio de mestrado teve lugar nas instalações da Caima, em Constância, e foi subordinado ao tema Automação e Controlo Industriais. De modo a levar a cabo o tema que foi sugerido, o estágio teve a supervisão do Eng. Hugo Basílio, e de uma forma genérica, foi dividido em:

- Novos Projetos;
- Projetos de Melhoria;

De uma forma mais discriminada, as várias tarefas desempenhadas no estágio, estão detalhadas no capítulo 4.

O estágio, teve início, com a minha integração numa equipa de desenvolvimento de projetos. Assim os elementos em estágio, trabalhavam junto da equipa responsável pelos projetos de automação realizando várias tarefas, tais como a implementação das lógicas de controlo necessárias ao funcionamento dos novos projetos e o desenvolvimento de todo o projeto de automação, como referido anteriormente.

1.2. Estrutura do Relatório

O presente relatório divide-se em 5 capítulos. O primeiro capítulo é composto pela introdução, enquadramento, objetivos do estágio e pela estrutura do relatório. No capítulo 2, será feita uma pequena apresentação da empresa Caima. O Capítulo 3 diz respeito a uma explicação do que é um sistema de controlo e de que forma se interliga com o trabalho desenvolvido no estágio. No capítulo 4 são apresentadas as várias tarefas desempenhadas e desenvolvidas durante o estágio de mestrado. Por fim, no capítulo 5 serão apresentadas as conclusões, onde são evidenciados os aspetos mais importantes do trabalho e do estágio de mestrado.

2. Entidade Acolhedora

2.1. Apresentação da empresa



Figura 1 - Logotipo da Empresa (CAIMA, 2020)

A Empresa CAIMA foi fundada em 1888 sendo que a primeira fábrica foi construída junto ao rio Caima, em Albergaria, perto de Aveiro, de forma a produzir pasta crua ao sulfito usando pinho local. A produção cresceu gradualmente até 1928 quando, após sete anos de estudos e de experiências no domínio do cozimento do eucalipto pelo processo de sulfito, se decidiu substituir o pinho pelo eucalipto como matéria prima, muito embora alguma pasta de pinho tenha ainda sido produzida até 1945. (CAIMA, 2008)

Esta decisão baseou-se sobretudo no facto de o eucalipto glóbulos (*Eucalyptus Globulus*) se adaptar perfeitamente ao clima, aos solos portugueses e proporcionar um interessante rendimento devido ao seu rápido crescimento. Sendo este de mais fácil refinação do que o pinho, o eucalipto ao sulfito foi bem aceite pelos papeleiros, por as suas elevadas brancura e limpeza aliadas às notáveis propriedades intrínsecas e opacidade. (CAIMA, 2008)

Albergaria foi uma das primeiras fábricas de sulfito construídas fora da Suécia e foi a primeira no Mundo a produzir fibra de eucalipto. A produção em 1948 era de 6 000 toneladas por ano. (CAIMA, 2018)

Em 1960 iniciou-se a construção da fábrica de Constância, situada num local privilegiado no âmbito do fornecimento de madeira. A Empresa dispõe de autoabastecimento da matéria-prima através da Altri Florestal, empresa do grupo que gere o Património Florestal. (CAIMA, 2018)

A fábrica tem vindo a ser dotada de sucessivos melhoramentos tecnológicos dos quais se destacam (CAIMA, 2018):

- ✔ Mudança da base cálcio para magnésio;
- ✔ Instalação de uma nova Caldeira de Recuperação;
- ✔ Instalação de um Precipitador Eletrostático e de um Recuperador de Dióxido de Enxofre no circuito de gases da Caldeira;
- ✔ Branqueamento de Pasta TCF (isenta de cloro e derivados);
- ✔ Nova Linha de Formação e Secagem de Pasta em 1998;
- ✔ Instalação de Descasque de Madeira e Preparação da Casca para queima em Caldeira de Leito Fluido, com venda de excedentes de energia à Rede Nacional em 2000.

Estes e outros melhoramentos traduziram-se em reduções significativas nos custos diretos de produção, o que permitiu manter a competitividade da empresa no mercado das pastas celulósicas e, ao mesmo tempo, conduziram a uma redução drástica da emissão de poluentes atmosféricos. (CAIMA, 2018)

As preocupações de carácter ambiental estão sempre presentes nos objetivos da empresa. No setor da celulose, a fábrica de Constância foi pioneira em Portugal no domínio do tratamento de águas residuais. (CAIMA, 2018)

Desde 1977 funciona no centro fabril de Constância uma estação de tratamento aeróbio de efluentes para tratamento dos efluentes fabris e dos efluentes domésticos da vila de Constância. Foi remodelada em 1995 e novamente em 2001 com a instalação de Tratamento de Efluentes com recurso à Tecnologia Multietápica. (CAIMA, 2018)

Em 1992 entrou em serviço a Estação de Tratamento Anaeróbio que é, ainda hoje, a maior unidade anaeróbia do país. O reator anaeróbio produz gás metano equivalente ao necessário para abastecer diariamente uma população de 40 000 habitantes em gás de cidade. Esta energia, extraída dos efluentes fabris, é transformada na fábrica em energia elétrica (CAIMA, 2018)

A fábrica de Constância tem atualmente uma capacidade de produção anual instalada de 125 000 toneladas de pasta de celulósica: TCF (totalmente isenta de cloro). O mercado externo representa cerca de 96% das vendas da empresa sendo os restantes 4% comercializados no mercado interno. Os efetivos da empresa são compostos por 11% de quadros médios e superiores, 7,5% de encarregados e supervisores, 9% de administrativos e 72,5% de operadores de processo, laboratório e manutenção. (CAIMA, 2018)

Em 2005, foi constituída a Altri SGPS, holding que gere os ativos industriais onde se integra a Caima. (CAIMA, 2018)

Em 2008, as atividades comerciais das empresas do Grupo Altri, onde a Caima se inclui, foram concentradas na Altri Sales, SA, propriedade do Grupo. Como consequência daquela alteração, a Altri Sales, SA constituiu-se parte interessada na Gestão do Sistema da Qualidade e Ambiente. (CAIMA, 2018)

Em 2009 entrou ao serviço a Central a Biomassa Florestal de Constância da Bioelétrica da Foz, S.A. Esta instalação é explorada pela Caima-Indústria de Celulose, S.A., aplicando-se por isso as regras do complexo Industrial da Caima a esta instalação. (CAIMA, 2018)

Em 2011 teve início o projeto para a conversão da pasta solúvel. As alterações efetuadas e os novos equipamentos permitiram a produção de uma pasta que cumpre os padrões e as características que os clientes procuram. As principais alterações proporcionaram uma instalação mais flexível, permitindo desta forma produzir eficientemente pasta celulósica para aplicações distintas, desde as papeleiras a aplicações para a indústria química. As alterações acima referidas levaram a que fossem implementadas as melhores técnicas disponíveis, estas referem-se nomeadamente a:

- ☛ Cozimento estendido;

-
- ✔ Deslignificação por oxigénio (Atualização Tecnológica – face à baixa *performance* da instalação existente);
 - ✔ Evaporação do efluente da extração alcalina e valorização do concentrado numa caldeira de soda. (CAIMA, 2018)

Em julho de 2015 foi concluído o novo branqueamento. Aproveitou-se também este projeto para abandonar o uso de fuel óleo, migrando toda a instalação para o uso de gás natural com a instalação de uma nova caldeira. (CAIMA, 2018)

O processo de reconversão da fábrica encerrou-se em maio de 2016 com a entrada da nova turbina de contrapressão que permitiu ajustar a geração de energia elétrica aos consumos de vapor na fábrica. (CAIMA, Manual de Gestão, 2018)

Em 2017 foi instalada a nova linha de embalagem de forma a responder aos requisitos de mercado. Em 2018 foi concluída a requalificação do armazém da pasta. (CAIMA, 2008)

Em 2019 iniciou-se a requalificação da ETARI – Estação de Tratamento de Águas Residuais e Industriais, a qual incluiu a melhoria dos espaços de forma a instalar o tratamento anaeróbio. No 1º semestre de 2019 deu-se o arranque desta nova instalação, tendo entrado em funcionamento total no final de 2019. (CAIMA, 2008)

No final de 2019 arrancou o projeto, DP - *Dissolving Pulp 2.0* de Requalificação da Lavagem. (CAIMA, 2008)

2.2. Localização da empresa

A Caima está localizada na Rua do Tejo, Constância Sul, no distrito de Santarém.

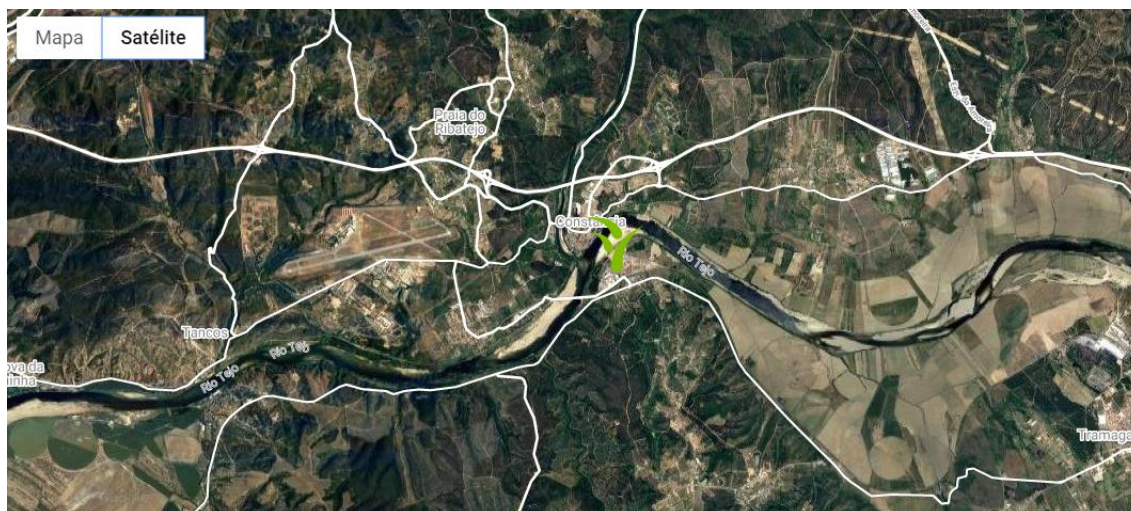


Figura 2 - Localização da empresa (CAIMA, 2020)

2.3. Oferta da Empresa

A Caima produz cerca de 115.000 toneladas por ano de pasta solúvel através de eucalipto. A Caima foi objeto de um projeto de investimento, que visou converter a sua produção para pasta solúvel. Este projeto, tal como já referido, iniciou-se em 2011 e foi concluído em junho de 2015 com a instalação de uma nova linha de evaporação. (CAIMA, InfoCAIMA, 2020)

A pasta solúvel é uma pasta de fibra natural com elevado teor de alfa-celulose utilizada na produção de viscose e de outros materiais competitivos com polímeros sintéticos de origem fóssil e que está presente no estilo de vida da sociedade atual, nomeadamente no vestuário, na indústria alimentar e na indústria farmacêutica. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

Atualmente os principais clientes da Caima são produtores têxteis de *rayon* (viscose) localizados na China. (ALTRI, 2020)

2.4. Gestão e Organização da Empresa

A empresa encontra-se estruturada em 4 departamentos (Figura 3) sendo eles:

- Departamento de Controlo Técnico e Sistemas de Gestão;
- Departamento de Produção;
- Departamento de Manutenção Industrial;
- Departamento de Estudos de Processo;

O departamento em que estou integrado (e onde o estágio decorreu) é o de manutenção industrial. Este está dividido em 4 áreas: engenharia de manutenção e fiabilidade, manutenção mecânica, manutenção elétrica e instrumentos e sistemas de controlo industrial. O serviço de engenharia de manutenção e fiabilidade tem como funções a criação das ordens de execução, gestão da documentação técnica dos equipamentos e instalações, preparação de todas as paragens programadas da fábrica e gestão do armazém geral. O serviço de manutenção mecânica tem como funções a manutenção mecânica dos equipamentos e também a implementação de pequenas melhorias à instalação existente. O serviço de manutenção elétrica e instrumentos é o responsável pela manutenção elétrica e de instrumentos e também realiza pequenos projetos de melhoria. O serviço de sistemas de controlo industrial, no qual estou incluído, tem como responsabilidades a manutenção e gestão de todos os sistemas de controlo, mas também dá apoio à oficina de instrumentos e controlo, na resolução de avarias, e ao departamento de engenharia e de estudos de processo, na área da automação. (CAIMA, Manual de Gestão, 2018)

As minhas tarefas neste departamento são de gestão de novos projetos de automação em apoio ao departamento de engenharia e de estudos de processo, de manutenção dos sistemas de controlo e de implementação e desenvolvimento de novas estratégias de controlo nos projetos de melhoria.

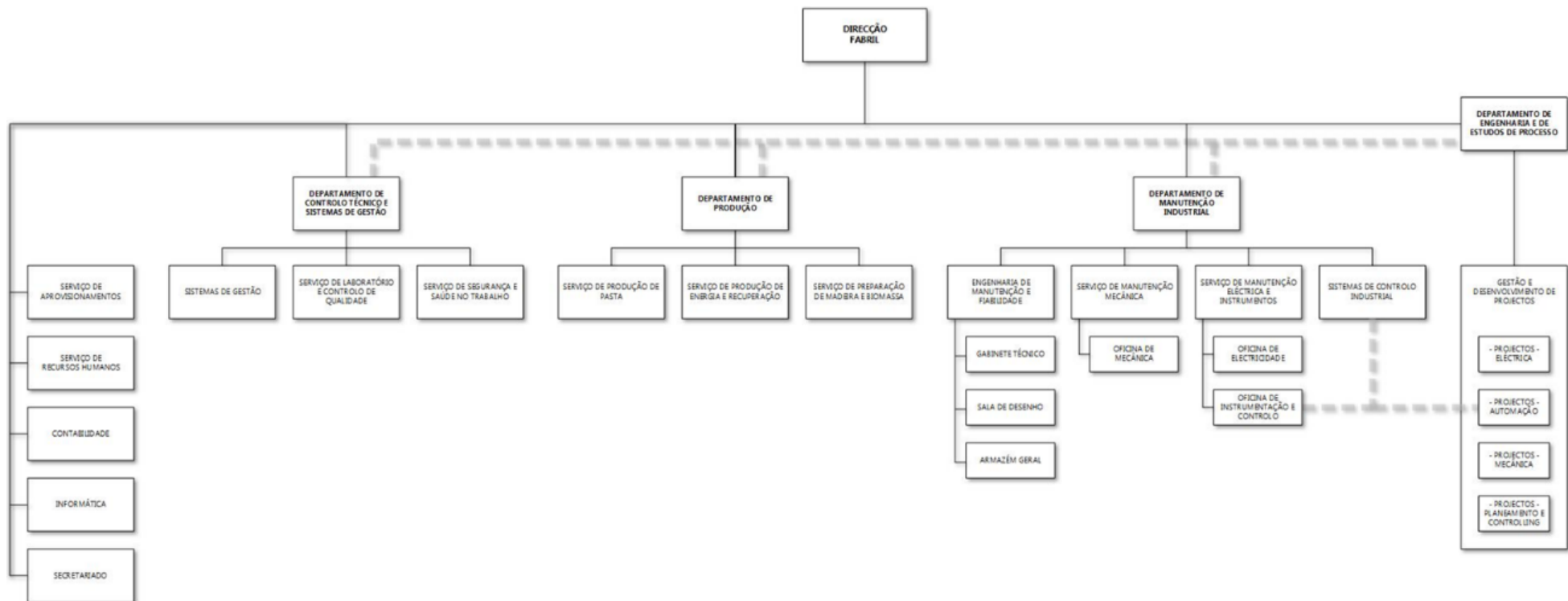


Figura 3 – Organigrama (CAIMA, Manual de Integração, 2008)

3. Processo de Produção

A Caima produz pasta de celulose a partir de madeira de eucalipto que chega à fábrica em rolos com casca, sem casca ou em aparas (estilha). A madeira com casca é descascada e, juntamente com a madeira sem casca, é destrocada em estilha que é armazenada em pilhas. A madeira, entre outros compostos é constituída essencialmente por Celulose, Lenhina, Hemicelulose, Cinzas e Extratáveis. Na base dos processos de produção de pastas de celulose está a separação da celulose dos restantes compostos da madeira. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

Na Caima, o processo que permite a separação da celulose da lenhina é o cozimento ao sulfito, onde o agente químico que dissolve a lenhina é o Bissulfito de Magnésio. O cozimento tem lugar em digestores que funcionam em descontínuo e alimentam o restante processo que funciona de forma contínua. Do cozimento resulta uma pasta escura com licor e não cozidos que vai ser sujeita a uma crivagem para remoção dos mesmos e a um processo de lavagem para remoção da lenhina dissolvida antes de ser armazenada para ser posteriormente branqueada. O licor resultante deste processo de lavagem, denominado licor fraco, é concentrado na evaporação, na qual uma parte é queimada na caldeira de recuperação para produção de energia e vapor e o excedente é comercializado. A pasta lavada é alimentada ao branqueamento, que utiliza apenas químicos isentos de cloro (hidróxido de sódio, oxigénio e peróxido de hidrogénio), numa sequência E-O-P-A. A pasta branqueada é finalmente encaminhada para a secagem. Na secagem, após a formação da folha, é retirada uma grande parte da água por prensagem e por ação de vácuo. A restante água é retirada na secaria usando ar aquecido com vapor, obtendo uma humidade final de 10% na folha de pasta. No final da secagem, a folha é cortada, embalada e armazenada no armazém de pasta. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

3.1. A Estilha

A madeira usada no processo de produção de pasta de celulose é a madeira de eucalipto e pode chegar à fábrica em forma de troncos com casca, sem casca ou na forma de estilha. O processo de produção de pasta de celulose começa com o corte dos toros e rolaria de madeira de eucalipto em estilha. Para que o cozimento e branqueamento da

pasta seja o mais eficiente possível e para que as qualidades do produto final sejam as desejadas, o corte e a qualidade da estilha devem ser o mais homogêneos possível. Estilha de menor tamanho implica uma maior degradação das fibras de celulose, menor duração das lâminas, menor a capacidade do destroçador e maior a quantidade de madeira que será transformada em serradura. Estilha de maior dimensão aumenta o número de não cozidos uma vez que torna a impregnação da estilha com ácido um processo mais difícil. A linha de preparação da madeira divide-se em duas linhas (Figura 4): uma das linhas é destinada à madeira que chega ao parque ainda com casca e que necessita ser descascada e a outra destina-se à madeira sem casca. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

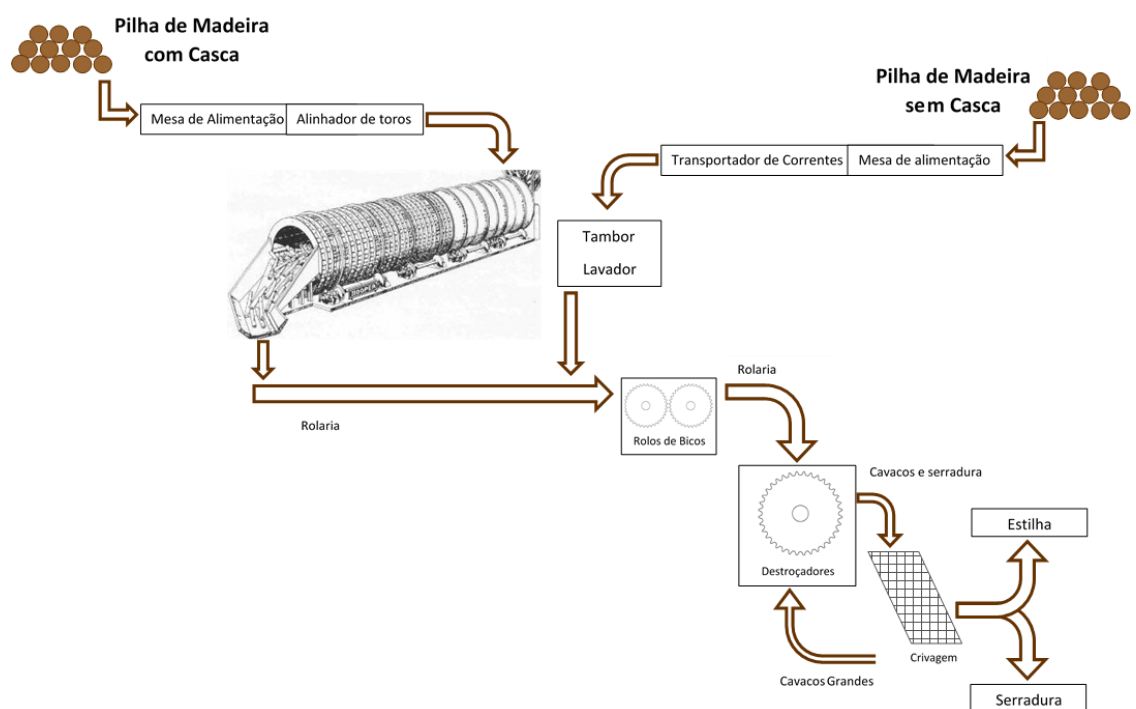


Figura 4 - Preparação da Madeira (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

Na linha de madeira sem casca, a madeira (toros) é transportada por um transportador de correntes da mesa de alimentação até ao tambor lavador que trabalha parcialmente mergulhado em água, para lavar a madeira descascada antes de ser destroçada. Esta passa ainda por rolos de bicos que retiram o lixo de maiores dimensões da madeira. Na linha de madeira com casca os toros necessitam de ser previamente alinhados antes de entrar no descascador. O destroçador consiste num tambor giratório onde os toros são descascados por fricção com as paredes do descascador e por fricção entre eles. A madeira descascada

sai pela frente do descascador e a casca é recolhida pela parte inferior e encaminhada para o destroçador de biomassa para ser queimada na caldeira. Após o descasque, a madeira é destroçada e crivada, separando a estilha de dimensões aceitáveis dos finos e dos cavacos de maiores dimensões. Os finos resultantes do corte (ou serradura) são enviados para os silos de serradura para ser vendida posteriormente a aviários, os cavacos de maiores dimensões são destroçados e crivados novamente. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

3.2. Preparação do Ácido

O ácido de cozimento usado nos digestores para dissolver a lenhina é o bissulfito de magnésio ($Mg(HSO_3)_2$) e é preparado na secção de preparação de ácido por reforço do ácido recuperado da queima de licor negro na caldeira de recuperação (ácido *Square*) com SO_2 obtido por queima de enxofre. O enxofre usado na queima chega à fábrica no estado sólido e é armazenado em dois silos encamisados e aquecidos com vapor. O forno estático consiste num vaso cilíndrico horizontal que pode ser dividido em 3 partes (Figura 5): o forno, a torre de arrefecimento primária e a torre de arrefecimento secundária. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

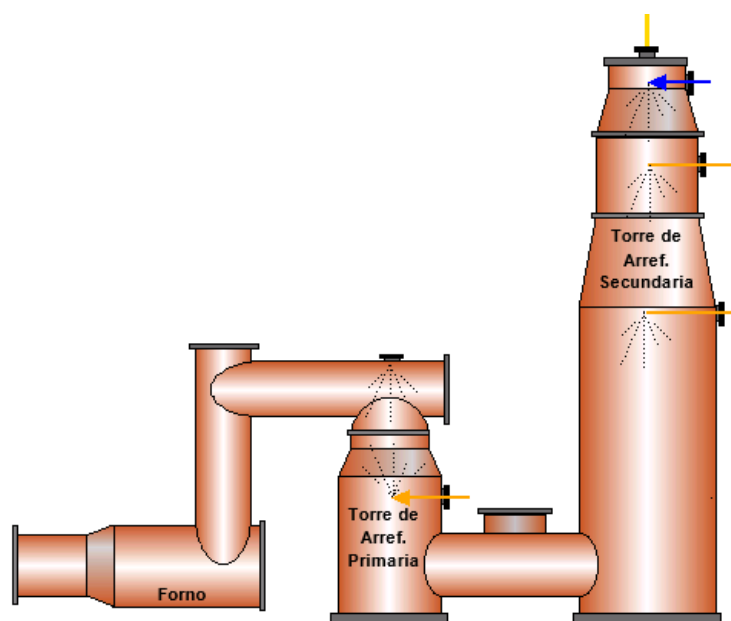


Figura 5 - Forno Enxofre - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)

3.3. Cozimento

O cozimento é a etapa processual realizada na secção dos digestores e tem por finalidade dissolver a lenhina existente na madeira, permitindo assim a separação da matéria fibrosa (celulose) sem a degradar. A lenhina, para além de ser um componente cromóforo é o elemento responsável por conferir à madeira a sua estrutura rígida, sendo desta forma o principal componente a eliminar. Para o efeito, é efetuado o cozimento da madeira cortada em pequenos pedaços (estilha), juntamente com o ácido de cozimento (bissulfito de magnésio), a temperaturas e pressões elevadas. O sucesso para a obtenção de cozimentos uniformes e bons rendimentos de madeira começa com o controlo adequado das variáveis de cozimento, destacando a qualidade do ácido e o tamanho da estilha. A estilha deve ser o mais uniforme possível, uma vez que variações de tamanhos irão originar uma maior quantidade de não cozidos, afetando o rendimento e o ritmo de processo (afeta o tempo de descarga). O cozimento segue uma sequência (Figura 6) de 9 etapas: enchimento de estilha, enchimento de ácido, aquecimento, impregnação, aquecimento rápido, cozimento vapor fechado, descarga de alta pressão, descarga de baixa pressão e descarga. Por fim, a pasta é descarregada do digestor para o *Blow-Tank*. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

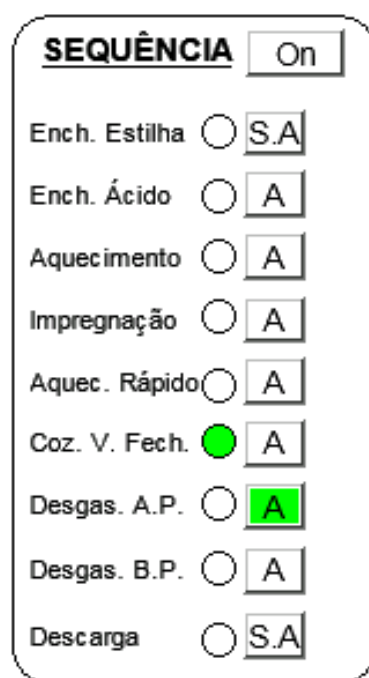


Figura 6 - Sequência Digestores - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)

3.4. Lavagem

A secção da lavagem inicia-se com o *Blow-Tank*, onde é armazenada toda a pasta resultante dos cozimentos.

Esta pasta, além da celulose, tem na sua composição os outros compostos da madeira que foram dissolvidos pelo cozimento e que necessitam de ser removidos. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

A pasta do *Blow-Tank* irá ser enviada para o equipamento (Figura 7) e apenas pela adição de água irá ser removida a lenhina, as hemiceluloses, os nós e os não cozidos. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

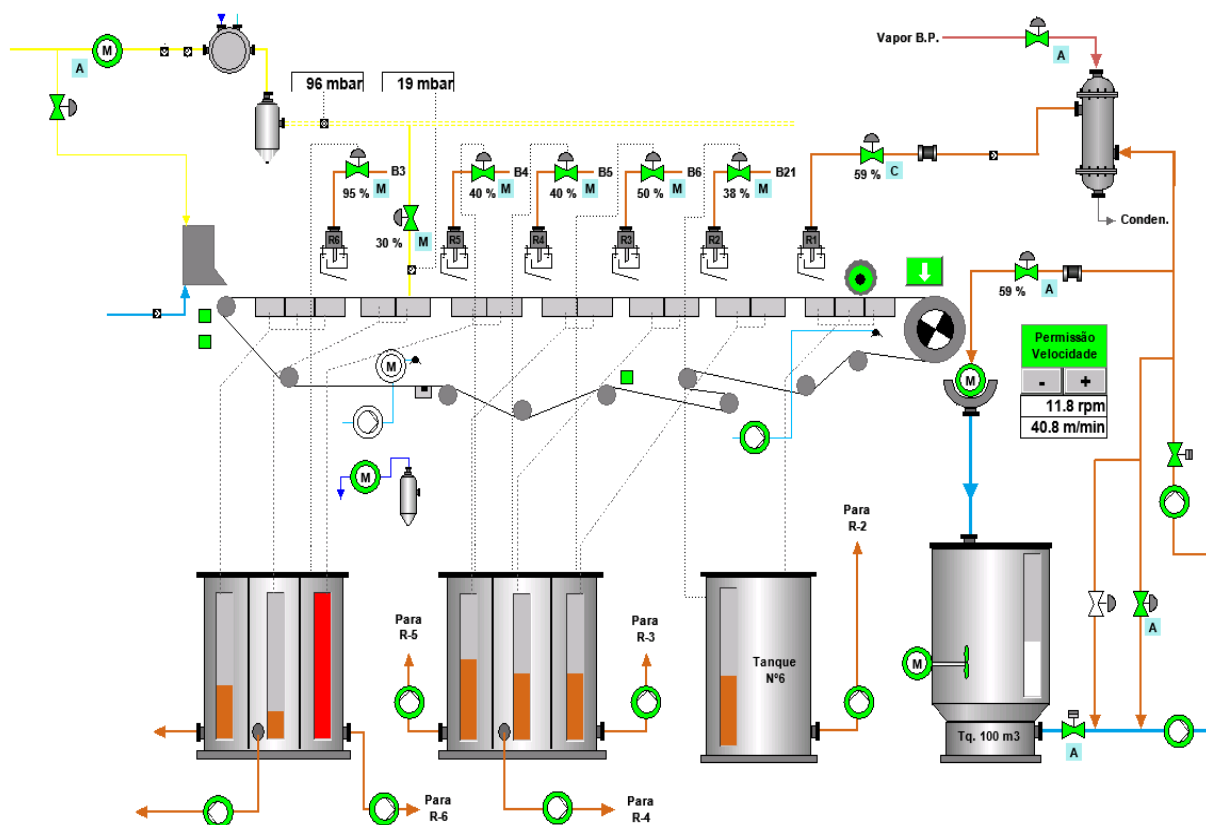


Figura 7 - Fluxograma da Máquina de Lavar - Imagem retirada do Sistema de controle (PMD)

Após a lavagem a pasta é então armazenada pela torre de pasta crua e será posteriormente enviada ao branqueamento.

3.5. Branqueamento

A secção do branqueamento utiliza uma topologia E-O-P-A (Figura 9 e Figura 10) e envia para a torre de pasta branca. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

A pasta na torre de pasta crua irá passar por quatro reatores que irão promover reações químicas e também aquecer a pasta através de vapor, que depois passando por prensas irá remover esses químicos por adição de água o que irá fazer com que a pasta crua se transforme em pasta branca(Figura 8). (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016). No primeiro reator irá ser realizada uma extração alcalina por reação da pasta com hidróxido de sódio a mais de 100°C neste estágio irão ser retiradas a hemiceluloses deixando as alfaceluloses que se pretende que tenham uma grande percentagem na pasta. No reator seguinte irá ser adicionado oxigénio à pasta de modo a remover a lenhina.



Figura 8 - Pasta Branqueada

No proximo reator irá ser adicionado peróxido de hidrogénio nesta fase o objetivo é o controlo da viscosidade e brancura da pasta. Por fim no último reator é promovida uma reação química da pasta com ácido sulfúrico para a remoção do cálcio presente na pasta. Após cada um dos reatores a pasta passará por prensas ou lavadores de forma que com adição de água os químicos lhe sejam retirados. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

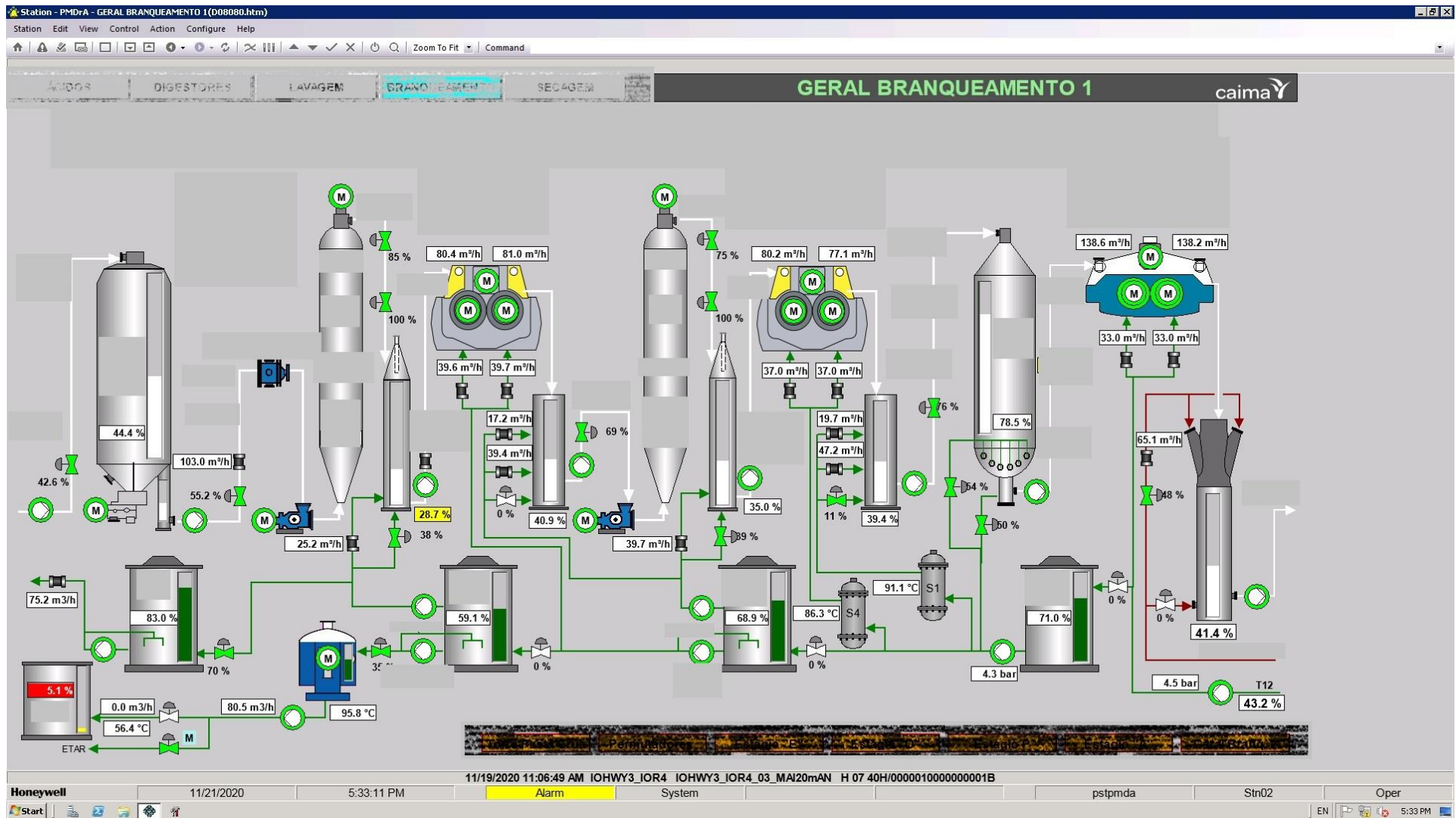


Figura 9 - Branqueamento 1 Imagem retirada do Sistema de controle (PMD)

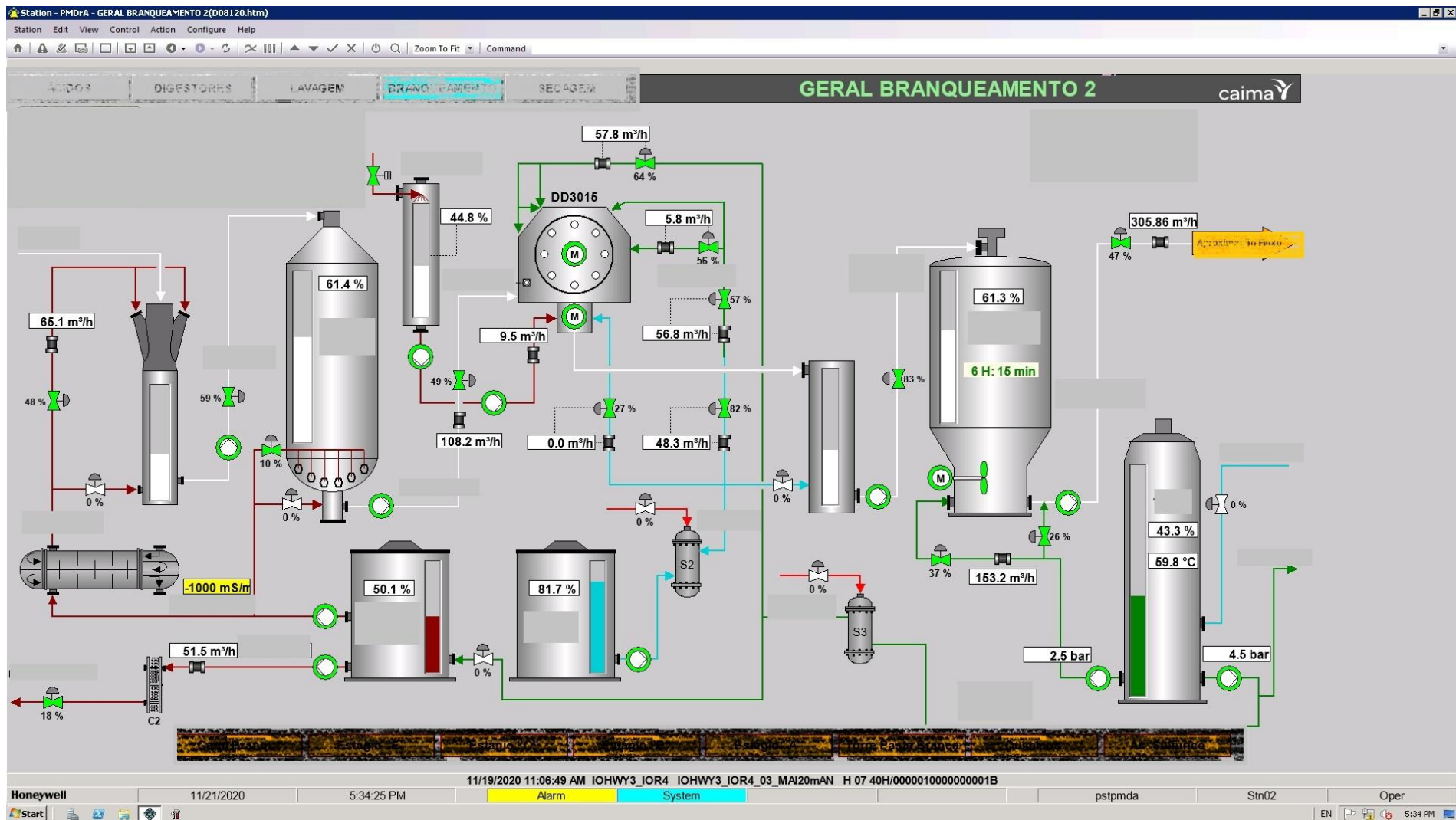


Figura 10 - Branqueamento 2 Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)

3.6. Secagem

A secagem da pasta consiste na remoção de impurezas e no aumento da consistência da pasta através da remoção do excesso de água o primeiro equipamento é o formador, na alimentação ao formador a solução consiste em 99% de água e 1% de fibra, aqui a fibra vai ser espalhada uniformemente por uma tela que depois de passar por caixas de vácuo e por entre prensas vai perdendo a água, na saída do formador a folha já só tem 60% de água e as fibras serão 40%. Depois do formador a folha irá passar por duas prensas e quantidade de água irá baixar para os 40%, todo este processo se chama de formação de folha (Figura 12). Após isto a folha irá passar por uma secaria que recorrendo a vapor irá remover o restante da água presente na folha, saída da secaria a folha é alimentada à cortadeira que a transforma nos fardos (Figura 11).



Figura 11 - Fardos

Os fardos serão depois encaminhados para a linha de embalagem.

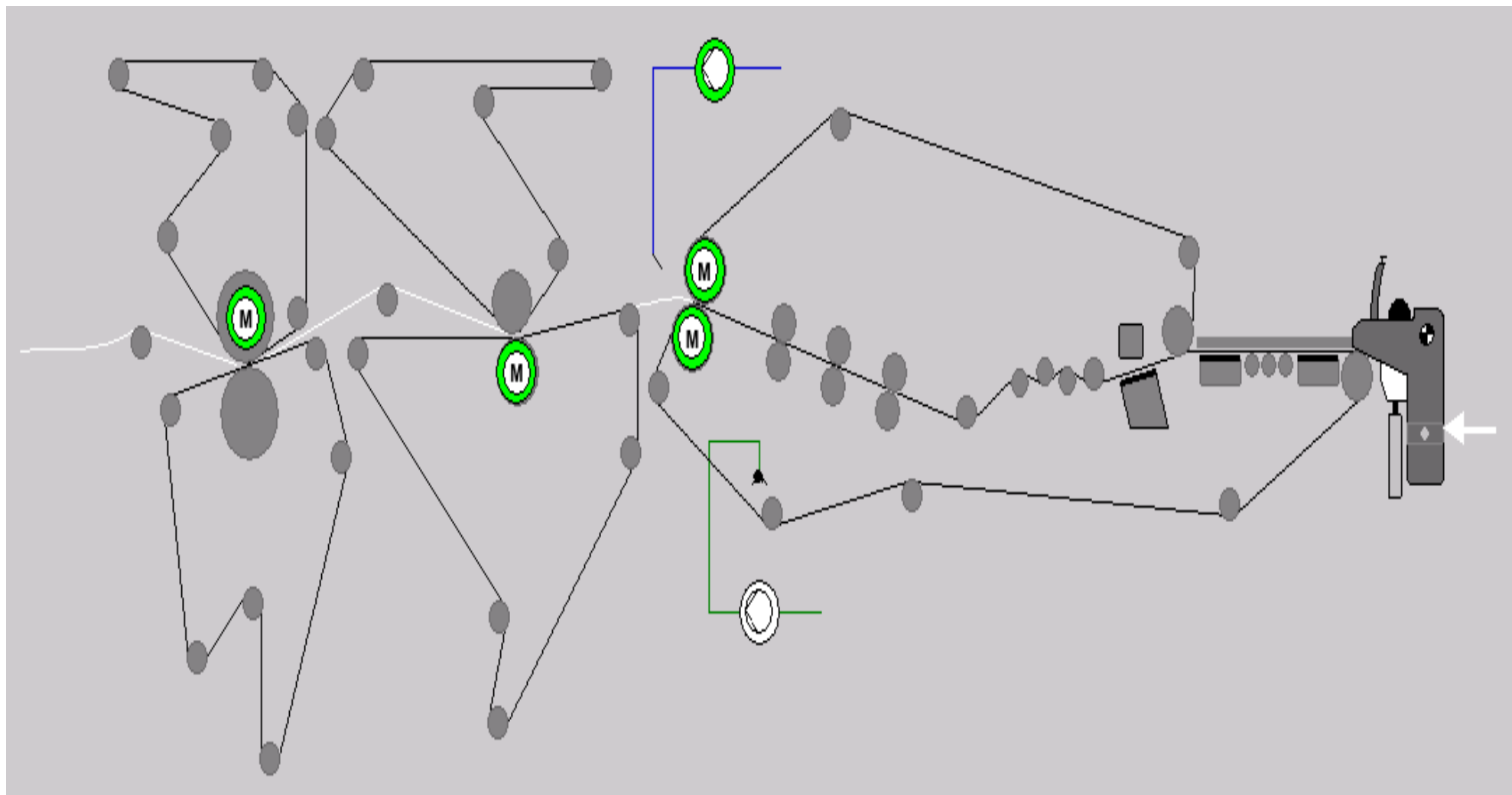


Figura 12 – Formação de Folha - Imagem retirada do Sistema de controlo (PMD)

3.7. Linha de Embalagem e Produto Final

Os fardos de pasta vêm da cortadeira ainda por compactar e com curvatura e altura irregular. Como tal, antes de serem embalados são prensados numa prensa de 1000 toneladas. O fardo prensado é embrulhado em papel com arame e *unitizado* em conjuntos de 8 fardos cada. (CAIMA, Manual Introdutório ao Processo de Produção, 2016)

3.8. Produção de Energia

A produção de pasta é complementada pela produção de energia a partir de recursos renováveis.

A energia elétrica produzida permite satisfazer as necessidades da fábrica, sendo o excedente injetado na rede elétrica nacional. A energia elétrica produzida pela Caima seria suficiente para alimentar uma cidade com mais de 50 mil habitantes e é muito superior ao consumo dos concelhos vizinhos de Constância, Abrantes e Vila Nova da Barquinha.

Na fábrica da Caima produz-se energia em regime de cogeração a partir de biomassa. A cogeração é o processo através do qual se produz simultaneamente eletricidade e energia térmica. Na cogeração da Caima utilizam-se apenas combustíveis renováveis - o licor negro e a biomassa - contribuindo de forma muito relevante para o objetivo nacional de redução das emissões fósseis. O licor negro é obtido através do licor resultante do cozimento da pasta, este licor é 85% composto por água, que depois de passar por uma série de evaporadores em que é aquecido por vapor até se atingir um produto com mais de 60% de matéria sólida e menos de 40% de água. Este licor tem um aspeto parecido a um caramelo escuro e espesso, é então alimentado à caldeira para produzir vapor e energia elétrica para a fábrica. A biomassa é obtida na preparação das madeiras e é resultante das sobras de madeira, casca e lascas pequenas, que vai sendo desperdiçada durante o processo de preparação da estilha para a pasta. Esta biomassa é conduzida até um silo e depois daí alimentada até a caldeira para a produção de energia e vapor.

4. Sistema de Controlo Distribuído (DCS)

DCS significa *Distributed Control System*, em português sistema de controlo distribuído. Um DCS é um sistema de controlo computadorizado para um processo ou fábrica geralmente com muitas malhas de controlo, nos quais controladores locais são distribuídos por todo o sistema. Isso contrasta com os sistemas que usam controladores centralizados, i.e. controladores, localizados numa sala e onde controlam todos os sistemas a partir de um controlo central ou num computador central. O conceito DCS aumenta a fiabilidade e reduz os custos de instalação, localizando as funções de controlo próximas do processo, com monitorização e supervisão remotos (MEHTA & REDDY, 2014)

Os sistemas de controlo distribuído surgiram pela primeira vez em grandes indústrias com processos críticos e eram atrativos para os empresários porque o fabricante do DCS forneceria o nível de controlo local e o equipamento de supervisão central como um pacote integrado, reduzindo o risco de falha e de incompatibilidades de equipamentos (de diferentes fabricantes) aquando da integração e da implementação do projeto. Hoje, a funcionalidade dos sistemas SCADA e DCS é muito semelhante, mas o DCS tende a ser usado em grandes fábricas de processamento contínuo, onde a fiabilidade e a segurança são importantes. (MEHTA & REDDY, 2014)

Topologia de um DCS: (MEHTA & REDDY, 2014)

Nível 0 – Equipamentos de terreno como caudalímetros, sensores de temperatura, válvulas de atuação, etc.

Nível 1 – Módulos industriais de I/O's.

Nível 2 – Controladores de processo.

Nível 3 – Estações de operação e monitorização.

Nível 4 – Servidores.

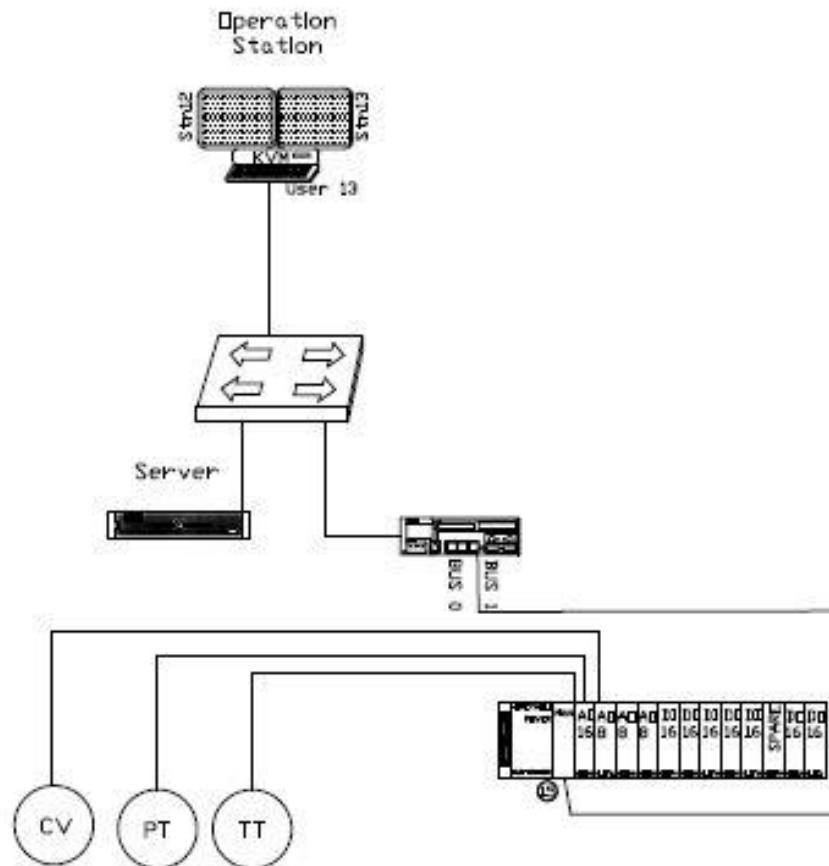


Figura 13 - Layout típico de um DCS – (HONEYWELL, 2015)

4.1. DCS utilizados na CAIMA

Na CAIMA existem em funcionamento 3 tipos de DCS diferentes: o PMD, o *Alcont* e o PCS7.

Os sistemas PMD e *Alcont* são pertencentes à Honeywell e pode-se dizer que o PMD é um *upgrade* do *Alcont*. Já o sistema PCS7 é de desenvolvimento da Siemens.

A grande vantagem do sistema PMD em relação ao PCS7 é a de poderem ser criados novos blocos de controlo ou alterados os existentes, sem que isso implique ter de se compilar todo o programa e com isso parar os controladores. Outra das vantagens do sistema PMD é a de ser *friendly user*, tanto na criação de novos blocos como na de imagens. Já o PCS7 tem a vantagem de conseguir receber todo o tipo de comunicações desde *Modbus*, *Profibus* ou *Profinet*, sem que para isso seja necessário a aquisição de licenças extra ao normal.

De seguida será apresentada uma explicação de como funciona o sistema PMD, pois é o sistema de controlo predominante na fábrica onde decorre o estágio.

4.1.1. Experion PKS com Controladores PMD

4.1.1.1 Introdução

O *Experion PKS* é um sistema de controlo de processo baseado na tecnologia PMD. A tecnologia PMD permite que um único sistema de automação controle toda a instalação de produção com processamentos contínuos ou descontínuos. O controlo é implementado utilizando os controladores de grande capacidade PMD que têm a possibilidade de comunicar com todo o tipo de equipamentos de campo (planta). A grande capacidade dos controladores pode ser utilizada para a implementação de controlos avançados, controlo de máquinas rápidas e controlo de processos. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

4.1.1.2 Arquitetura do Sistema

4.1.1.2.1 Introdução

A arquitetura do sistema *Experion PKS* (Figura 14) é baseada num ambiente construído em torno da rede do sistema. A rede do sistema é baseada em Ethernet tolerante a falhas com rede TCP/IP. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

O ambiente do sistema inclui os seguintes componentes:

- Controladores PMD, que são usados para controlar os processos e os equipamentos de processo ligados ao sistema, seja através de *fieldbus* ou *I/O highway*.
- O DM (*Design Module*), é usado para definir a estrutura do sistema de automação e criar definições de aplicações como estruturas hierárquicas gráficas, permitindo a gestão fácil das complexas lógicas de controlo implementadas.
- O servidor PMD, que atua como o repositório da informação do sistema, gere a transferência de dados entre os controladores do sistema e também

os alarmes e eventos do sistema, (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

- O HMI, que é a *interface* entre os operadores e o sistema e é baseada na tecnologia *HMIWeb*, que permite uma integração flexível do processo com informação da produção. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

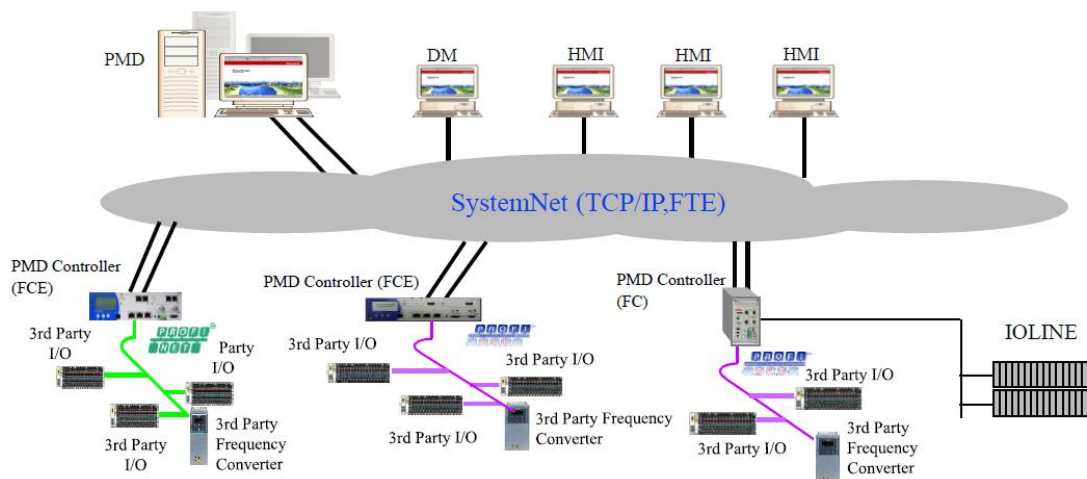


Figura 14 - Estrutura do Sistema (HONEYWELL, SISTEM ARCHITECTUR, 2017)

4.1.1.2.2 Transmissão aberta de dados via *Ethernet-based System Net*

Na arquitetura do sistema *Experion PKS*, os Controladores PMD, o *HMIWeb user interface*, o DM e os servidores PMD estão todos ligados diretamente à *System Net*, o que garante uma aberta e fiável transmissão de dados entre todos os equipamentos do departamento. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

Num *Ethernet-based System Net*, cada estação de operação e cada operador tem uma linha de comunicação individual e direta aos controladores PMD e às outras estações do sistema. Os operadores não necessitam de competir pela disponibilidade de linha para comunicar com os recursos do sistema. Nem as ações tomadas por outros operadores afetam a velocidade de transmissão de dados. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

A solução de rede *Ethernet-based TCP/IP* permite que equipamentos de outros fornecedores possam ser facilmente integrados no sistema.

A comunicação na *System Net* é realizada usando os protocolos da família TCP/IP. O IP é usado como a *net layer* e o TCP ou o UDP são usados para o transporte de dados.

A tolerância à falha é conseguida usando o protocolo FTE desenvolvido pela *Honeywell*. O protocolo FTE é implementado para permitir o uso de equipamentos de gama comercial ligados por *Ethernet* para estabelecer a necessária tolerância à falha. O protocolo FTE é implementado entre a *layer Ethernet* e a IP. A FTE é implementada tanto nos controladores PMD como no DM, HMI e servidores PMD. (HONEYWELL, EXPERION PKS - AUTOMATION SYSTEM, 2007)

4.1.1.2.3 *System Net*

Um ambiente baseado em *System Net* pode ser implementado usando configurações de diferentes níveis.

Os elementos de um sistema podem comunicar entre si usando *switches* redundantes. Esses *switches* têm dois níveis: o primeiro nível é instalado junto aos servidores do sistema; já o segundo nível de *switches* é instalado junto aos outros equipamentos, DM, HMI e Controladores PMD.

A topologia de rede usada é em estrela o que permite uma maior disponibilidade de largura de banda para a transmissão de dados. Para garantir que a comunicação é realmente redundante, os *switches* do ambiente a controlar têm um cabo *Ethernet* ligado entre ambos.

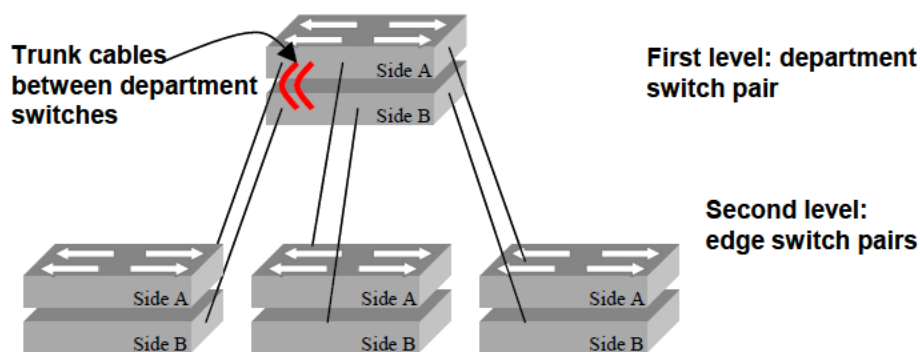


Figura 15 - Topologia de Rede (HONEYWELL, NETWORK PLANNING AND DESIGN GUIDE, 2015)

4.1.1.3 Controladores PMD

4.1.1.3.1 Introdução

Na arquitetura do sistema *Experion PKS*, o controlador PMD é usado para controlar o processo e os seus equipamentos. O controlador foi desenvolvido para gerir tanto o comportamento dos parâmetros do processo como os equipamentos da máquina. As lógicas de controlo são implementadas numa estrutura de blocos gráficos.

4.1.1.3.2 *Fieldbus Interface*

Os Controladores PMD têm duas interfaces *fieldbus* independentes que permitem a ligação com vários equipamentos de campo e várias unidades de I/O. Essas interfaces, que podem ser *Profibus-DP* ou *Profinet*, possuem também duas portas de *Ethernet* para permitir a sua ligação à rede FTE e ainda a possibilidade de funcionarem em modo redundante usando, para isso, outra porta *Ethernet* que liga o par através de um cabo *cross-over* (HONEYWELL, *Experion PKS - Automation System*, 2007)

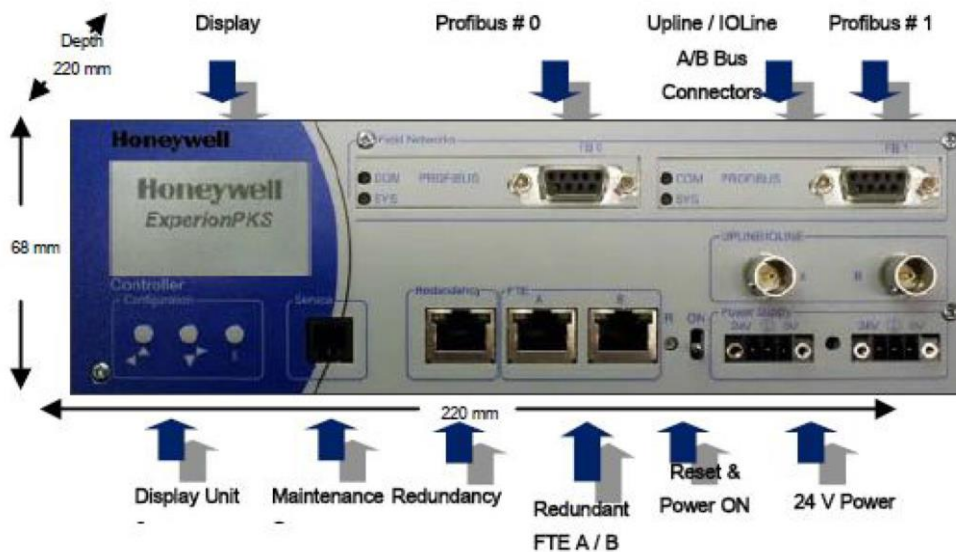


Figura 16 - Controlador PMD (FCE) (Honeywell-Oy, 2015)

4.1.1.4 Aplicações do Sistema

4.1.1.4.1 Introdução

Na tecnologia PMD a aplicação PMD *Builder* é utilizada para criar, testar e manter as estratégias de controlo. As aplicações tanto permitem controlos convencionais (controlo de caudal, controlo de temperatura) como estratégias de controlo avançadas. (HONEYWELL, *Experion PKS - Automation System*, 2007)

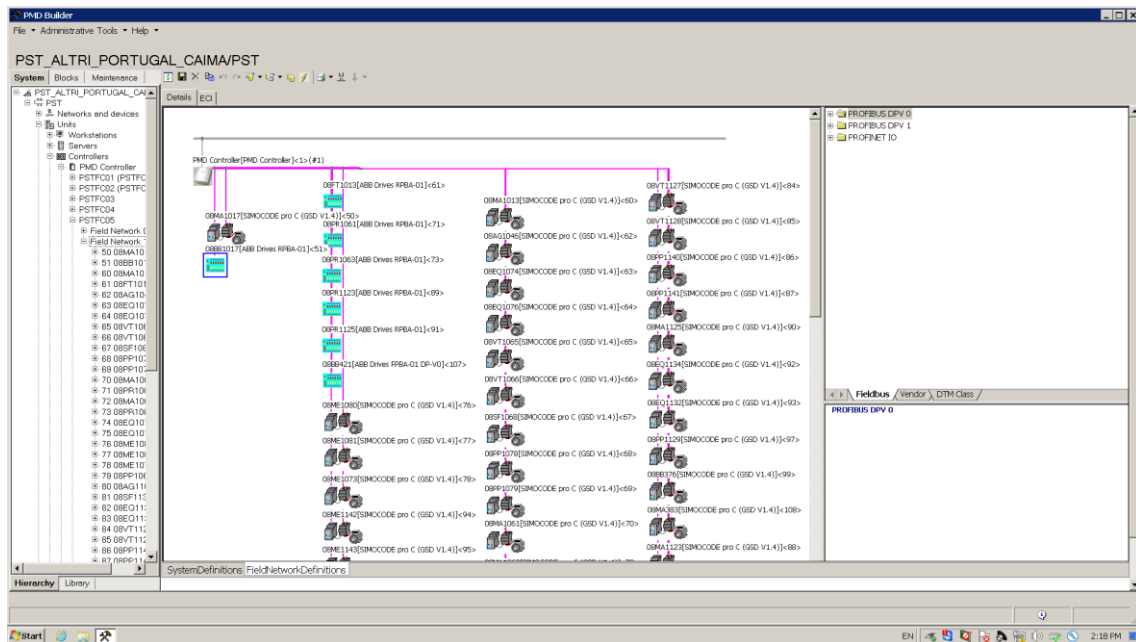


Figura 17 - PMD Builder (Retirada do sistema de controlo PMD)

Todas as aplicações estão instaladas no DM. O *PMD Builder* suporta a criação dos blocos, a configuração do ambiente e as ferramentas de manutenção. Com uma janela comum temos acesso a todas as ferramentas: essas ferramentas são utilizadas para criar o sistema e as definições da aplicação. Também permite configurar todos os equipamentos presentes nas *fieldbus* e ainda implementar e testar as logicas de controlo do processo. O *HMIWeb Display Builder* é outra das aplicações existentes no DM e é utilizado para criar os *displays* e as imagens. (HONEYWELL, Experion PKS - Automation System, 2007)

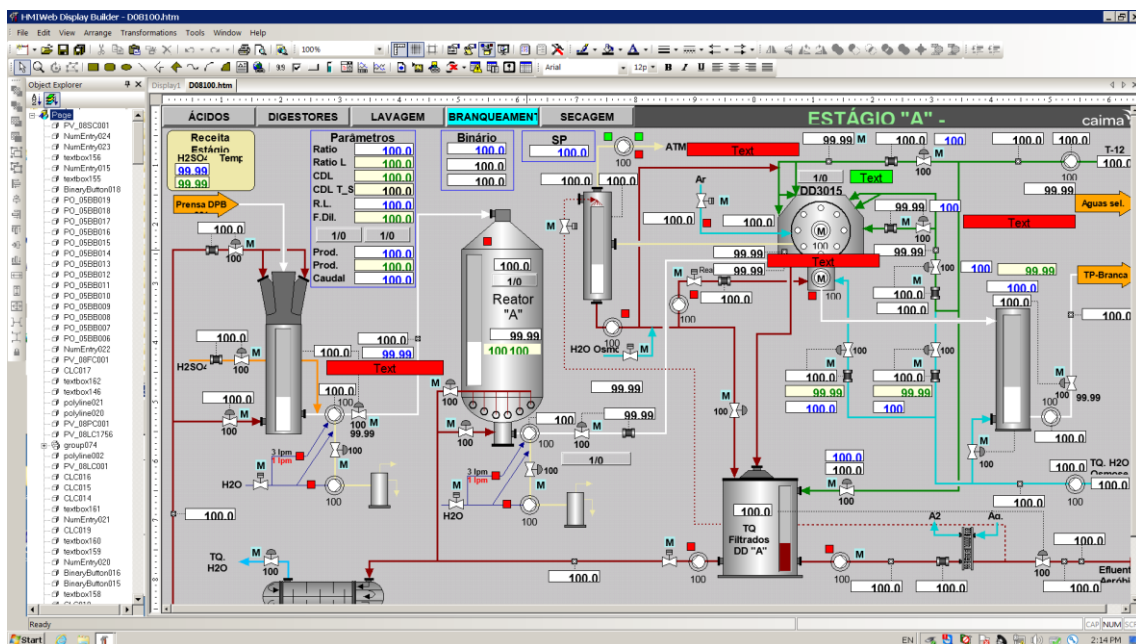


Figura 18 - HMIWeb Display Builder (retirado do sistema)

Outras funções importantes dos servidores são (Honeywell, Getting Started User's Guide, 2015):

- Transferência e roteamento dos dados;
- Gestão dos alarmes e eventos;
- Guardar histórico;
- Relatórios;
- Mostrar, guardar e distribuir informação por vários utilizadores.

4.1.1.5.2 Transferência e roteamento de dados

O servidor PMD atua como repositório para a toda a informação crucial para a operacionalidade do sistema: isso inclui *software*, definições e configurações do sistema. Durante o *start-up*, o servidor carrega automaticamente os dados para os controladores PMD. Também confirma que a informação usada no controlo é consistente com a presente no repositório. Isto quer dizer que o servidor informa acerca de qualquer modificação realizada durante o funcionamento do sistema e garante que a mesma é enviada para o respetivo controlador PMD.

Baseando-se nas definições do sistema, os servidores geram um mapa que é usado para o envio de dados pela *System Net*. É assegurada uma transferência de dados rápida no sistema pois todos os componentes trocam informação diretamente entre si. (Honeywell, Getting Started User's Guide, 2015)

4.1.1.5.3 Gestão de histórico, alarmes e eventos

Os servidores possuem funções de guardar histórico para garantir as necessidades dos processos de controlo. O histórico pode ser guardado com diferentes intervalos de tempo e apresentados tanto como médio ou *snapshot*. O histórico está disponível *on-line* na base de dados do servidor. Esse histórico também pode ser guardado para uso futuro. O histórico é utilizado para a criação de gráficos, relatórios e outras aplicações do sistema.

O servidor detém uma capacidade avançada para a deteção e gestão dos alarmes. Esses alarmes são disponibilizados aos operadores de forma cronológica e geram sinais sonoros e visuais para que os mesmos sejam resolvidos. (Honeywell, Getting Started User's Guide, 2015)

4.1.1.6 HMIWeb User Interface

4.1.1.6.1 Integração de dados de processo, produção e negócio

O sistema *Experion PKS* é fornecido com uma interface HMI. Isto permite maior facilidade de interação por parte dos operadores, um ambiente uniforme para a operação e para a apresentação da informação dos vários sistemas do processo. A interface é baseada em arquitetura *web* e usa protocolos de comunicação *standard* como *Internet*, *HTML* e *Ethernet*. Estas ferramentas permitem uma flexibilidade na integração de dados de processo, produção e negócio. (Honeywell, HMIWeb Display Building Guide, 2015)

Na interface HMI, o *HTML* é utilizado para permitir que os *displays* possam ser utilizados em aplicações de outros fornecedores bem como editados em *softwares* de outras empresas. (Honeywell, HMIWeb Display Building Guide, 2015)

4.1.1.7 Operação

O *HMIWeb* transmite informação do processo através da janela *Station*. O operador pode utilizar a *toolbar* e os menus na parte superior da janela para rapidamente mudar de *display* e para seleccionar comandos. A zona de mensagens pode ser usada para apresentar explicações e a zona de comando pode ser utilizada para entrar comandos. A linha de alarme e estado na zona de baixo da janela mostra os alarmes e o estado do sistema.

Para o controlo do processo, podem ser chamados *displays* já criados ou do sistema, para o *display* principal de modo facilitar as manobras do operador. (Honeywell, HMIWeb Display Building Guide, 2015)

5. Trabalho Desenvolvido no Estágio

No início do estágio foi-me apresentada a unidade fabril e a localização de todos os equipamentos pertencentes aos sistemas de controlo.

Foram-me atribuídas funções com poucas responsabilidades, passando as primeiras semanas a estudar os sistemas de controlo existentes e o seu modo de funcionamento.

Pouco tempo depois foi-me confiada a função de acompanhamento dos programadores que viriam à fábrica para a implementação de novos projetos já em curso, para que com isso ficasse mais familiarizado com os sistemas existentes.

Após estes contactos começou a ser-me pedida a realização de pequenos projetos de melhoria processual e também a criação de rotinas de manutenção aos sistemas de controlo.

De forma a melhorar as minhas capacidades recebi formação por parte da Honeywell em PMD e por parte da Siemens em PCS7.

Após as referidas formações foi-me confiada toda a gestão dos sistemas de controlo industrial. Com esta nova função passei a realizar todas as alterações necessárias ao processo bem como a gestão das redes de comunicação. Fiquei também responsável pela gestão de toda a parte de automação e controlo do novo projeto que iria nascer na fábrica.

5.1. Novos Projetos

Os novos projetos por mim implementados ou geridos visavam a melhoria contínua da fábrica, tanto a nível de disponibilidade como a nível de capacidade produtiva.

5.1.1. Nova Sala de Sistemas

Um dos primeiros problemas com que me debati foi a falta de fiabilidade dos servidores, controladores e estações de operação pertencentes ao DCS instalados na linha de produção de pasta. As avarias eram constantes e causavam um grande impacto na

disponibilidade da linha, o que se refletia na produção. De forma a minimizar essas avarias comecei a estudar a causa das mesmas, o que se veio a revelar uma boa aposta: após várias avarias, detetava sempre o mesmo sintoma nas diferentes PCB, o qual consistia numa oxidação das pistas e dos contatos de todos os equipamentos referidos anteriormente.

O passo seguinte foi perceber a origem da oxidação, descobrindo-se que a mesma se devia à reação entre o cobre e o ambiente mais ácido derivado do nosso tipo de produto.

Depois de descoberta a causa partiu-se para o estudo de várias soluções possíveis para a questão. Foi colocado em cima da mesa a substituição de todo o hardware por um com mais resistência a ambientes fabris e também a hipótese da criação de uma nova sala que iria receber todos estes equipamentos. Decidiu-se avançar com a segunda opção já que todos os equipamentos já possuíam placas revestidas a verniz.

Iniciou-se então o projeto da Nova Sala de Sistemas. A primeira decisão necessária foi o seu *layout* (Figura 20) e a sua localização. Para a localização optou-se pela implementação no edifício do novo branqueamento junto ao laboratório fim de linha que se sabia de antemão ter um melhor ambiente. Seguiu-se depois para a definição de quais os equipamentos necessários para o seu melhor funcionamento, definiu-se que a sala apenas iria ter entrada de ar através de um sistema de tratamento de ar, climatizado a 23°C para que os equipamentos eletrónicos não sofressem com variações de temperatura, para que a qualidade do ar fosse a melhor. Para que a disponibilidade fosse muito próxima dos 100% foram instaladas duas UPS redundantes recebendo, cada um dos bastidores (Figura 21), alimentação das duas em simultâneo.

Então em setembro de 2019 iniciou-se a construção da sala começando por uma obra de alvenaria ligeira utilizando placas pré-fabricadas de betão com injeção de esferovite com piso técnico para a passagem de todos os cabos de potência, enquanto todos os cabos de alimentação passaram em esteiras suspensas no teto para evitar os campos eletromagnéticos criados pelos cabos de potência. Depois da obra de construção civil iniciou-se a instalação dos equipamentos elétricos e eletrónicos no interior da sala. Aí foi decidido que os servidores iriam para um bastidor, as estações de operação iriam para outro bastidor e os controladores para outro.



Figura 20 - Layout Sala de Sistemas (19.08.001 – Layout)

Então nos bastidores que receberam os controladores foram instaladas oito fontes de alimentação do tipo QUINT4-PS/1AC/24DC/10, dois díodos do tipo QUINT-ORING/24DC/2X20/1X40 e seis fusíveis eletrônicos de oito canais do tipo CBM E8 24DC/0.5-10A/NO-R (Figura 22).



Figura 22 - Fonte, Diodo e Fusível (Phoenix Contact, 2020)

Na alimentação dos controladores, como possuem duas entradas para alimentação em separado, apenas foram utilizados as fontes de alimentação e os fusíveis eletrônicos (Figura 23). Ao invés, nas costas dos bastidores, onde foram instalados os OZD's que permitem fazer a comunicação com os *remote IO's*, foram colocadas fontes de alimentação com díodos para gerir a alimentação dos equipamentos que só possuem uma entrada de 24V (Figura 24).

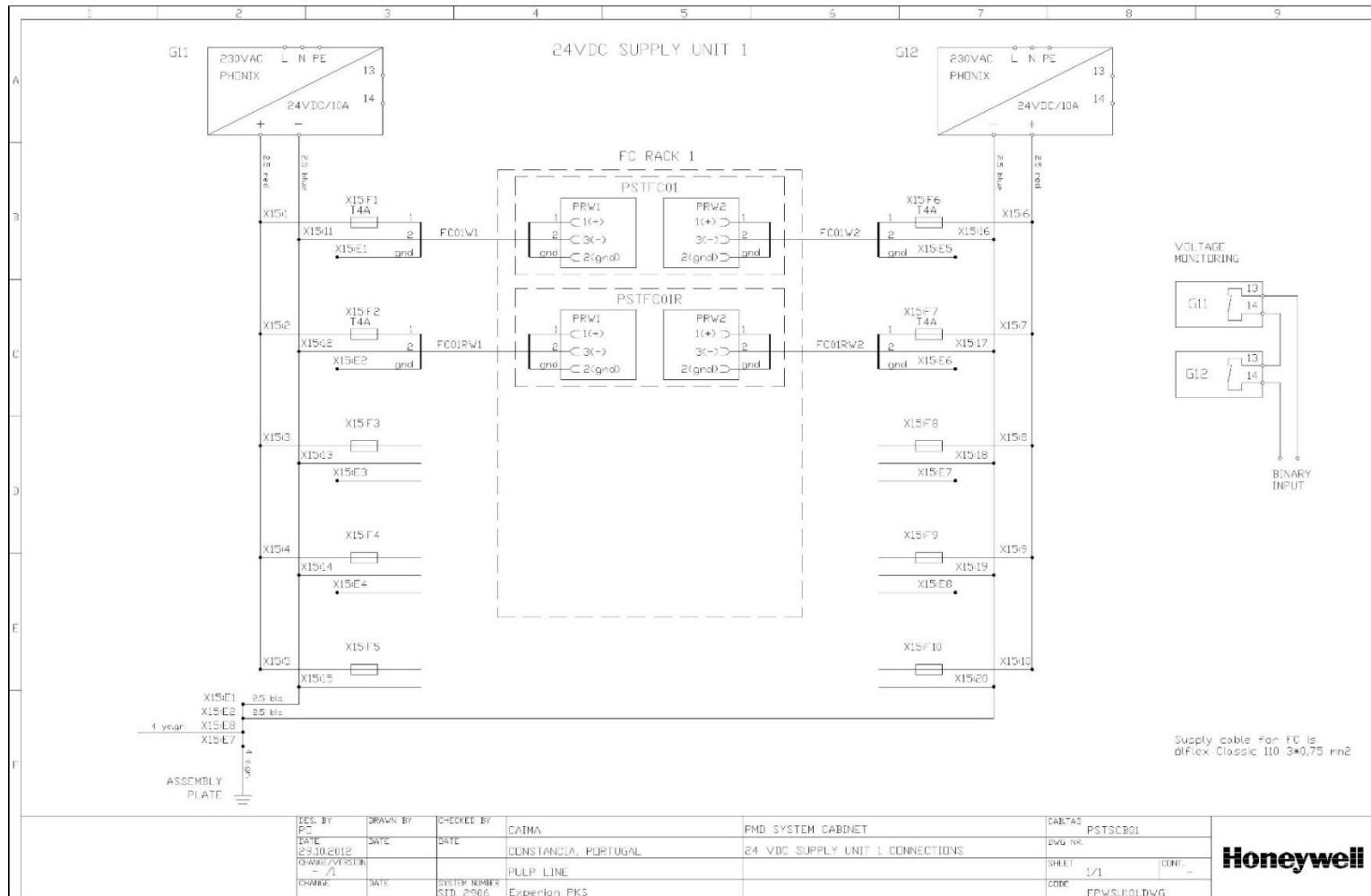


Figura 23 - Esquema Alimentação Controlador (FPWSU101)

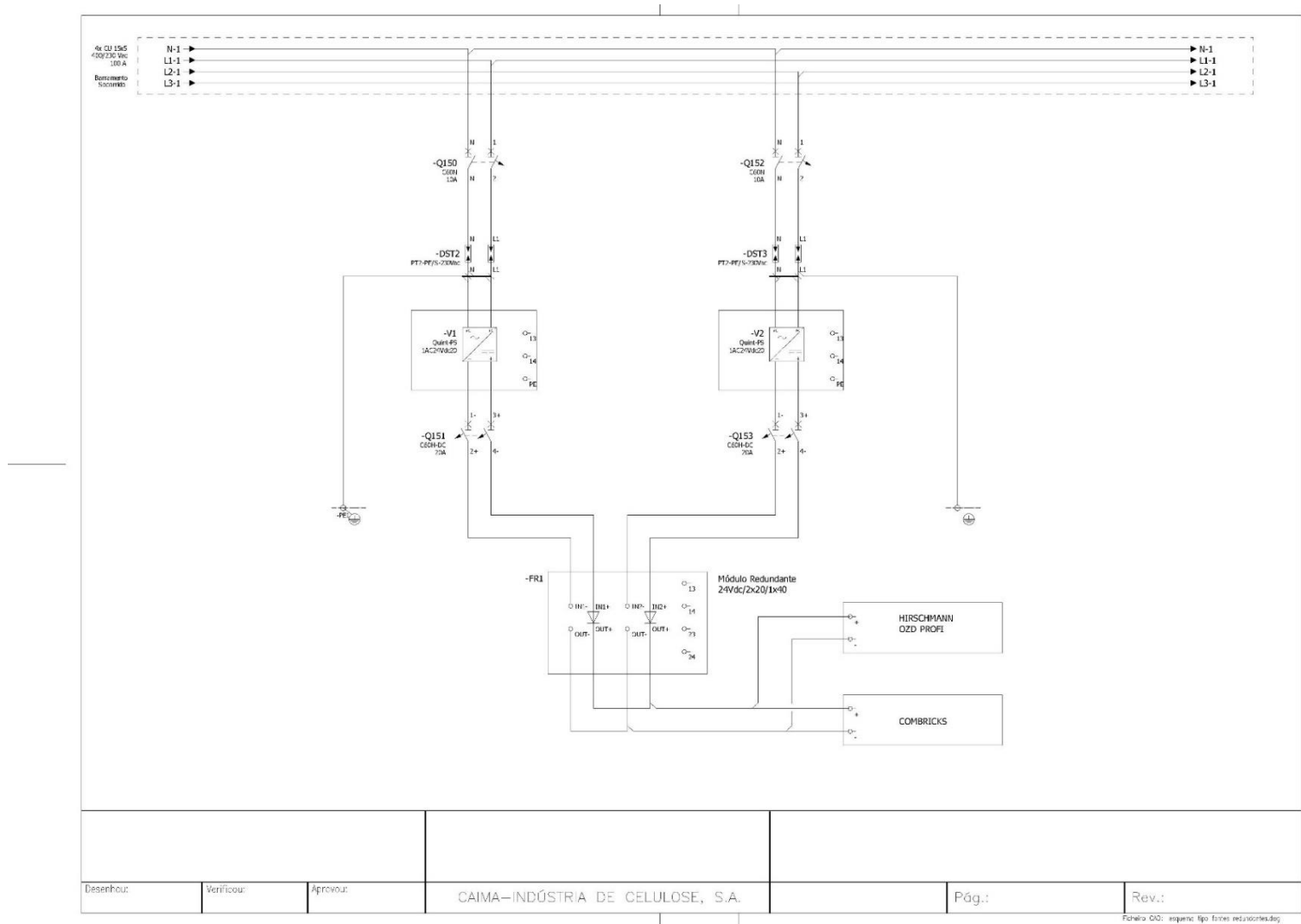


Figura 24 - Esquema Alimentação OZD e Combricks

Nos bastidores que receberam as estações de operação, os servidores e os *switches*, optou-se pela instalação de PDU's redundantes, modelo **Basic, Zero U, 32A, 230V, (20)C13 & (4)C19** (Figura 25), visto que tanto servidores como *switches* possuem fontes de alimentação duplas. Nas estações, mesmo não tendo essa opção, decidiu-se alimentar umas a partir de uma PDU e as outras a partir de outra PDU.



Figura 25 – PDU (Tonitrus, 2020)

Depois de terminadas as obras e a instalação dos bastidores na sala chegou finalmente a prevista paragem anual de 2019 e, com ela, a altura para mover os equipamentos para a nova sala de sistemas. Então, e para que o DCS continuasse disponível para poder operar qualquer motor ou válvula que necessitassem foi-se migrando os equipamentos um a um. Começou-se por mover o servidor A, de seguida moveu-se os controladores FC1, FC2, FC3 e FC4, depois migrou-se as estações de operação uma de cada vez e por fim moveu-se o servidor B. Durante estas mudanças surgiu uma avaria no servidor A, que requereu a mudança da *mother board* do mesmo. Depois de reposto o funcionamento de todos os equipamentos foi então testada a comunicação entre os controladores e os *remote IO's*. Foi ainda instalado um sistema de extinção de incêndios.

Este projeto foi finalizado em outubro de 2019 e desde então ainda não existiu nenhuma avaria com os equipamentos migrados para esta sala.

5.1.2. Projeto DP 2.0

A realização do projeto DP 2.0 teve como objetivo o aumento da capacidade produtiva da fábrica e também da melhoria da qualidade final do produto.

Para tal foram instalados dois DDW na secção da lavagem a fim de otimizar a lavagem da pasta que é recebida dos digestores e também um DDW e uma prensa no branqueamento para uma melhor qualidade do produto final. Foi também ainda instalada uma torre de pasta branca com capacidade para 1000 toneladas na entrada da secção da secagem, para evitar as oscilações de produção.

A parte que me coube gerir e implementar neste projeto foi a da automação e controlo, tendo sido dividida em várias fases. Com base nos P&ID's foi desenvolvida, em conjunto com a Andritz, a lógica de controlo a ser implementada. Na Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 podemos ver alguns exemplos de lógicas implementadas. Neste caso, os exemplos são de um controlo de caudal e de um controlo para uma bomba de vácuo. Na lógica de controlo de caudal pode-se ver que a mesma vai ter dois elementos de campo e um caudalímetro que irá medir o caudal que irá ser controlado através da abertura de uma válvula, a qual irá ter três modos de funcionamento: manual, automático e remoto. No modo manual, o operador dará ordem à válvula que pretende uma abertura fixa definida por si. No modo automático, o operador dará a ordem à lógica que pretende um determinado caudal fixo a fluir e a válvula irá abrir ou fechar, de modo a respeitar esse caudal. Por fim, no modo remoto, a lógica irá assumir um *set-point* de caudal que será o resultado de um valor de diluição entre 25 e 75%, o qual pode ser definido pelo operador multiplicado pelo caudal de pasta que está a ser alimentado à prensa DPA-921. Mesmo em modo manual, a válvula pertencente a este controlo só poderá operar se as seguintes condições forem cumpridas: o motor 06ME0876 a trabalhar, a válvula 06HS1062 aberta, o motor 06ME1214 a trabalhar e o controlo de caudal 06LIC1061 não pode estar em alarme por nível alto por mais de dois segundos. Já na lógica de controlo do motor pode-se ver que o mesmo só tem dois modos: manual ou automático. Em modo manual, é o operador que pára e arranca com o motor por decisão própria; já no modo automático, o mesmo pára ou arranca com o arranque ou paragem do motor 06ME0877. Apesar disto o motor possui condições de *interlock* que não permitem o seu arranque em nenhuma condição como também o fazem parar.

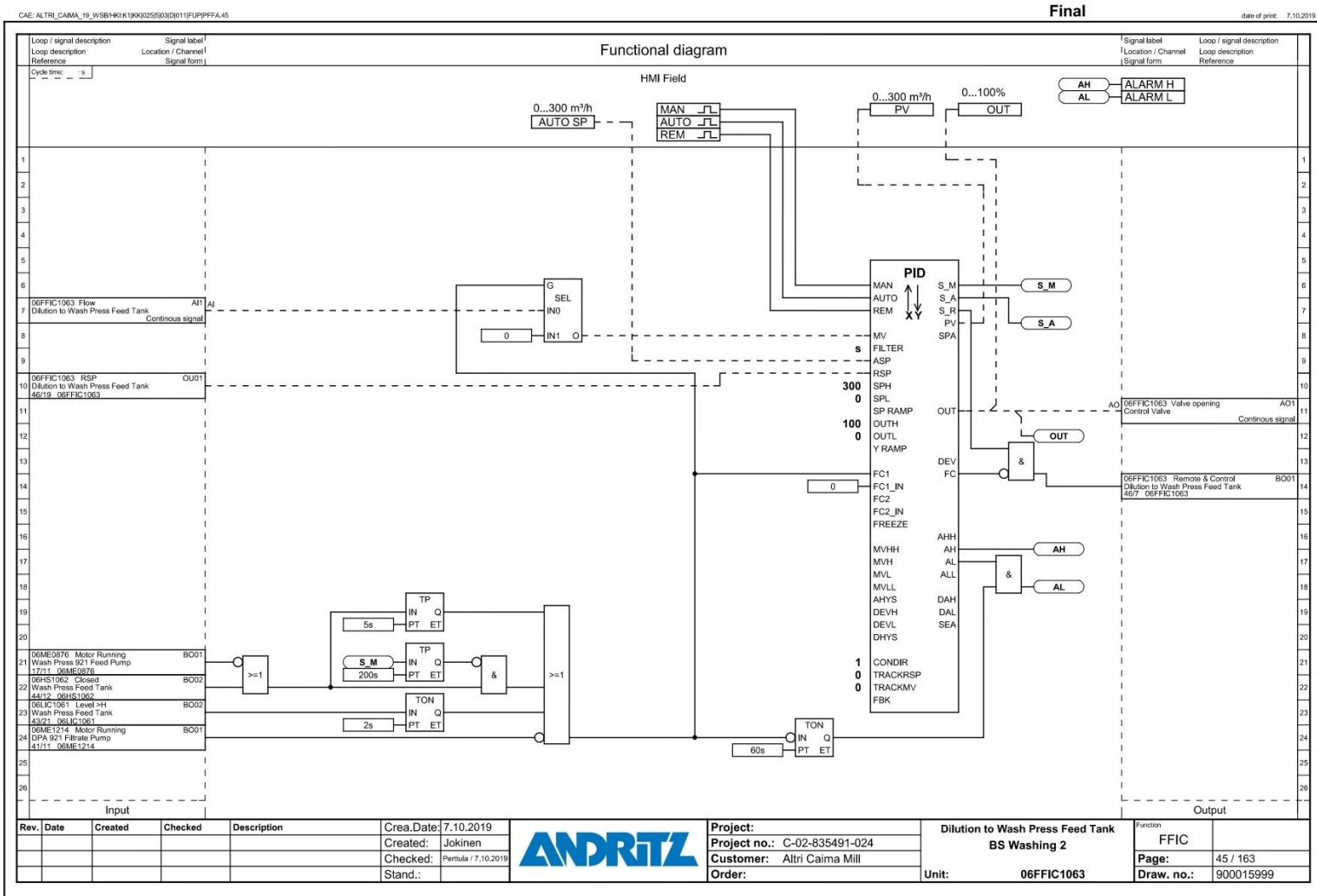


Figura 26 - Lógica Control de Caudal (900015999)

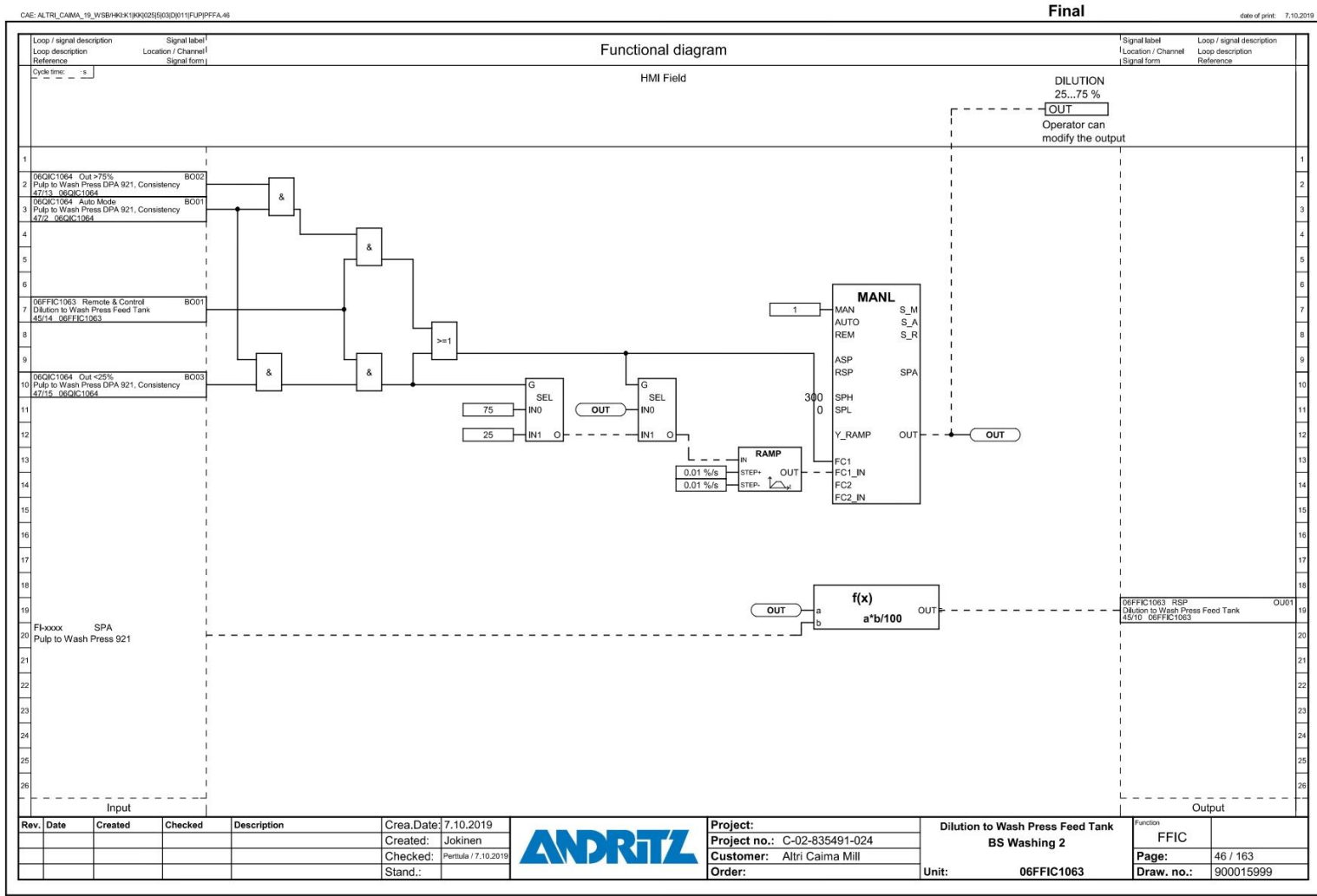


Figura 27 - Lógica Control de Caudal (900015999)

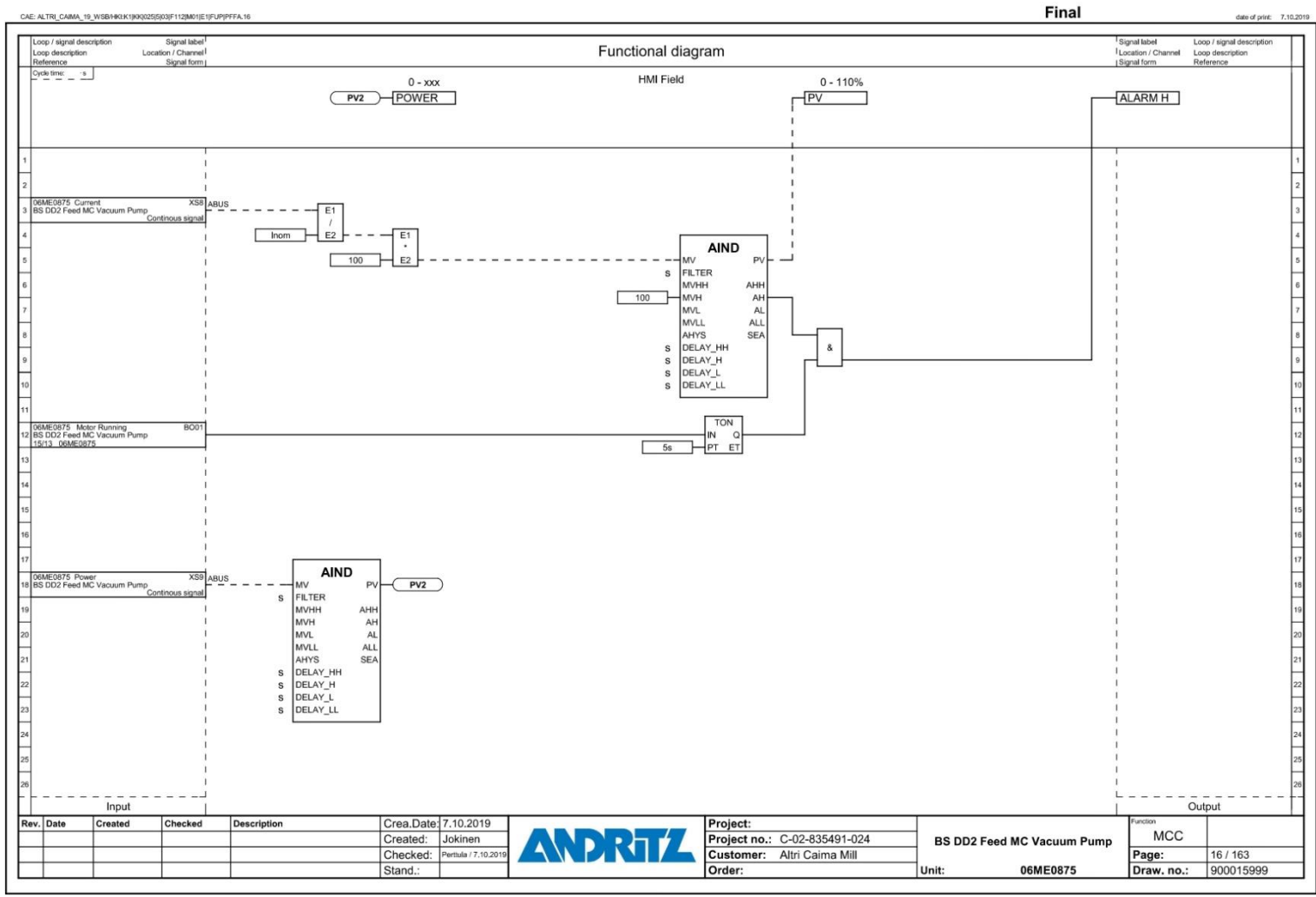


Figura 29 - Lógica Controlo de Motor (900015999)

Para garantir essas condições, a água de selagem 06FS1130 tem de estar ativa se o motor estiver parado mas, se já com o motor em funcionamento a mesma falhar por mais de trinta segundos seguidos, pára o motor. Também o *simocode* do motor deve estar em modo remoto para permitir o funcionamento do mesmo a partir do DCS. Numa segunda fase foram desenhados os *displays* de operação a implementar no sistema de controlo. Para tal, tive por base o P&ID do projeto e os *displays* já existentes no processo. Esses *displays* foram depois enviados à operação para comentários e alterações, as quais foram então incorporadas. Seguiu-se a criação dos *displays* para que pudessem ser utilizados durante o FAT (*Factory Acceptance Test*). Para a sua criação utilizei o software *HMI Display Builder*. A lista de *loops* a configurar foi enviada para a *Honeywell* para que todos os elementos presentes nos *displays* não tivessem ligações quebradas. O nome dado a esses elementos teve de ser respeitado, tanto pela *Honeywell* na criação das *loops* como por mim na criação dos *displays*. A maior dificuldade na realização dos *displays* é a de apresentar toda a informação indispensável à operação mantendo-se rápidos o suficiente para a sua abertura quando o operador navega entre os *displays* para que não crie entropia na condução da instalação. Na criação dos *displays* geral branqueamento, Figura 30 e Figura 31, o que tive em conta foi, que com apenas dois monitores disponíveis, qual era a informação necessária para monitorizar toda a instalação após a mesma já estar em funcionamento prolongado. Já os *displays* Ácido Sulfúrico (Figura 32), contêm toda a instalação de ácido sulfúrico do branqueamento para que se possa fazer a sua operação. No *display* Água de Selagem (Figura 33) pode-se ver todos os equipamentos que compõem o sistema de águas de selagem do branqueamento. O *display* Estágio A (Figura 34) permite operar todo o estágio bem como o DDW a ele pertencente. No *display* Estágio P (Figura 35) controlamos a DPB-921 e todos os equipamentos pertencentes a este estágio. Por último, o *display* Torre Pasta Branca (Figura 36) faz a interligação entre o branqueamento e a secagem e permite controlar a pasta que é enviada para a secagem. Estes *displays* mais específicos tiveram na sua génese permitir o arranque da instalação após uma paragem, bem como a inclusão de todos os elementos do processo necessários para que se possam fazer alterações de fundo.

De seguida foi definido o tipo de *hardware* a utilizar, tendo-se optado pela instalação de mais um FCE (*Field Controller Express*) e pela instalação das cartas ML200 da *Honeywell*. Foi também definido o endereçamento da rede *Profibus* (Tabela 2 - Endereçamento *Profibus*) e a sua topologia.

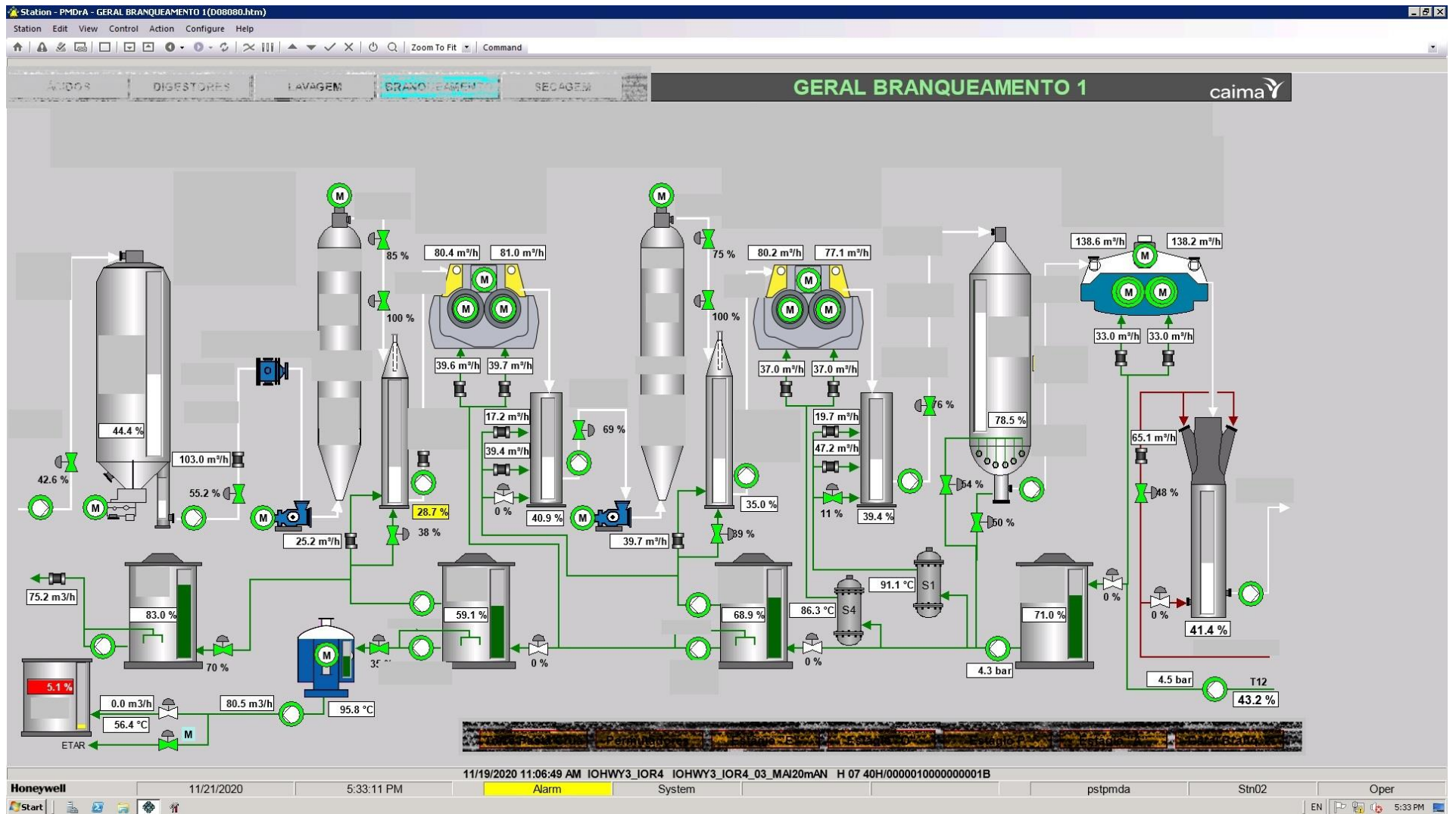


Figura 30 - Geral Branqueamento 1 (retirado do DCS)

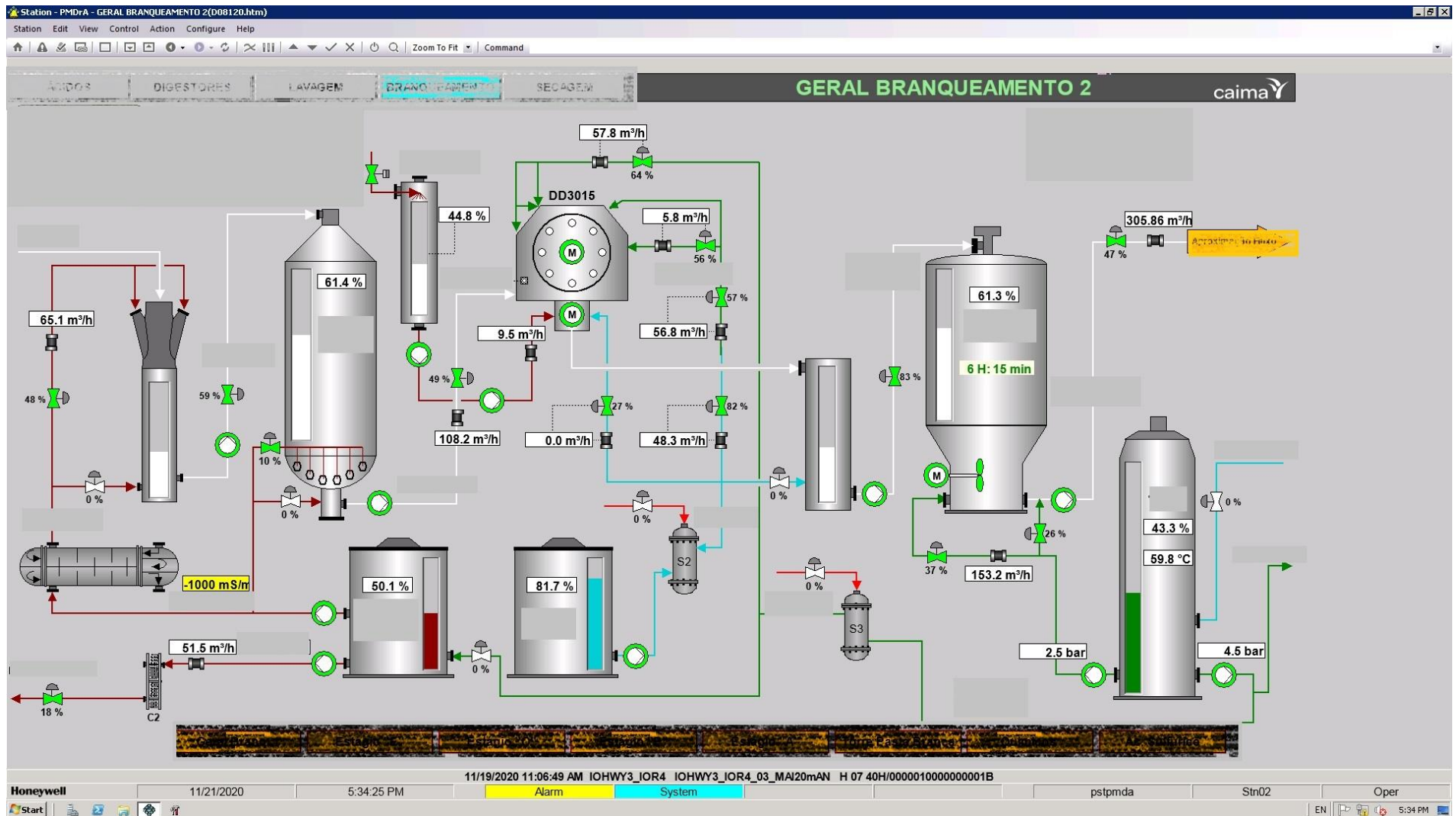


Figura 31 - Geral Branqueamento 2 (retirado do DCS)

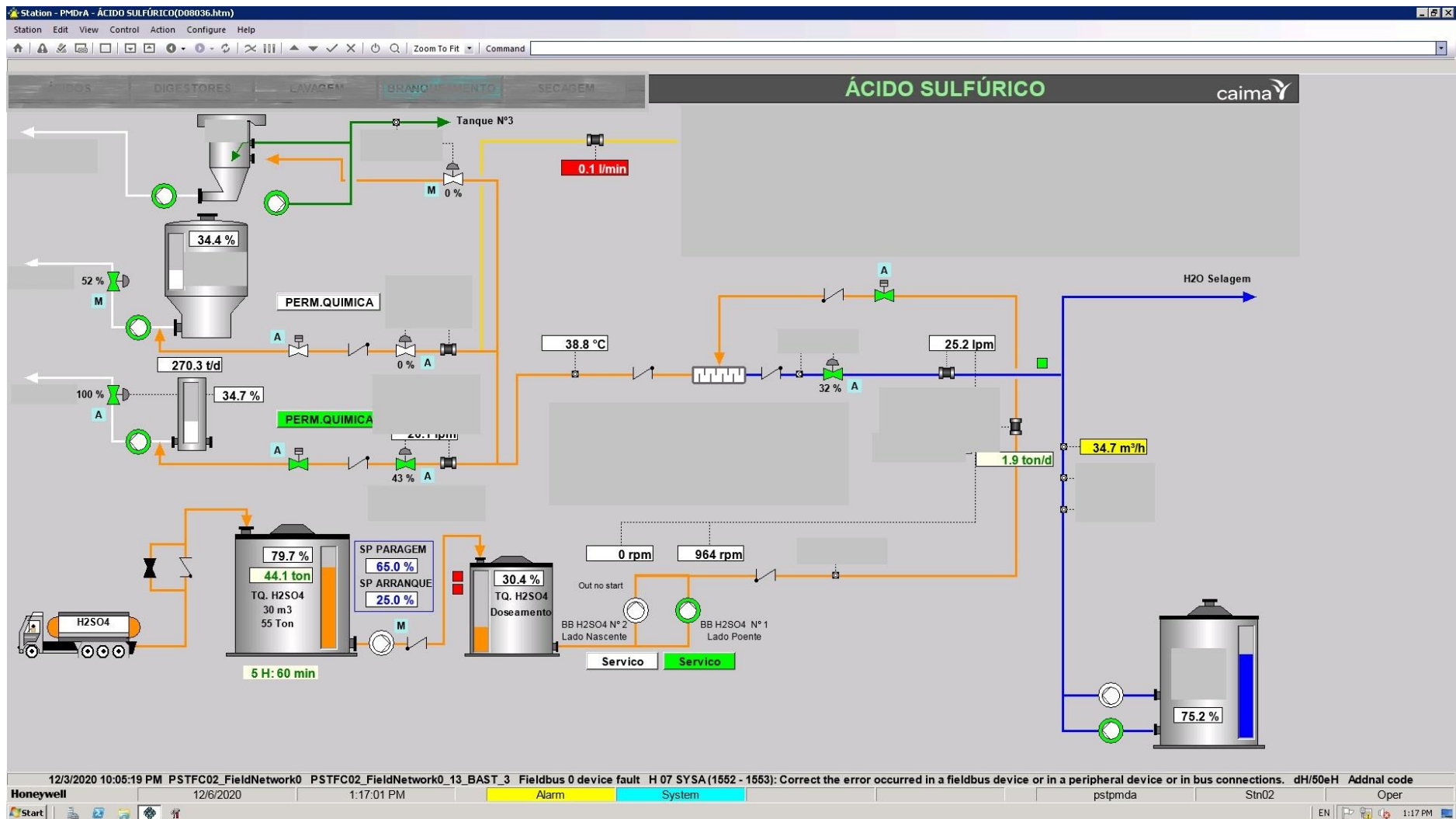


Figura 32 - Ácido Sulfúrico (retirado do DCS)

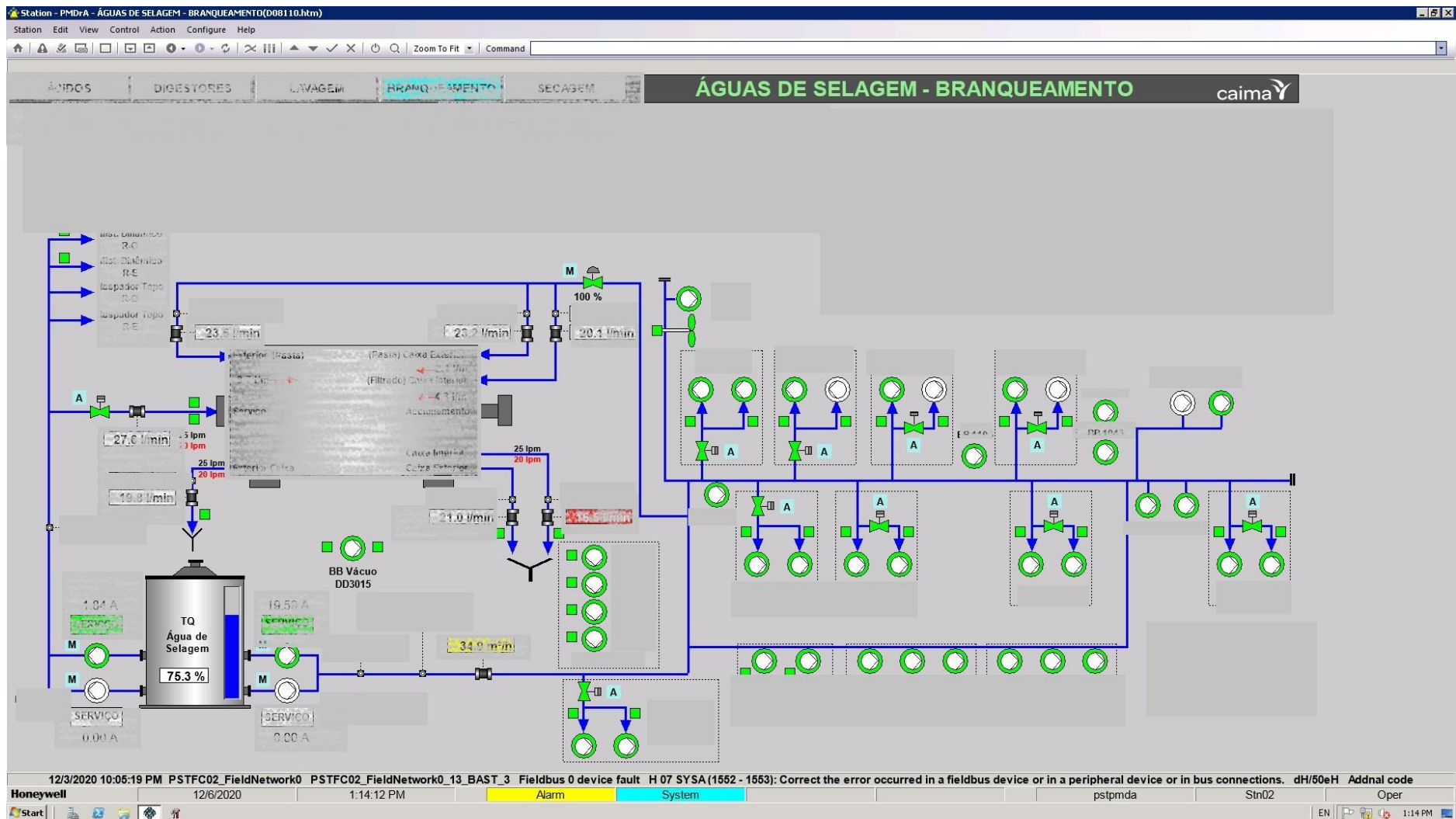


Figura 33 - Águas de Selagem (retirado do DCS)

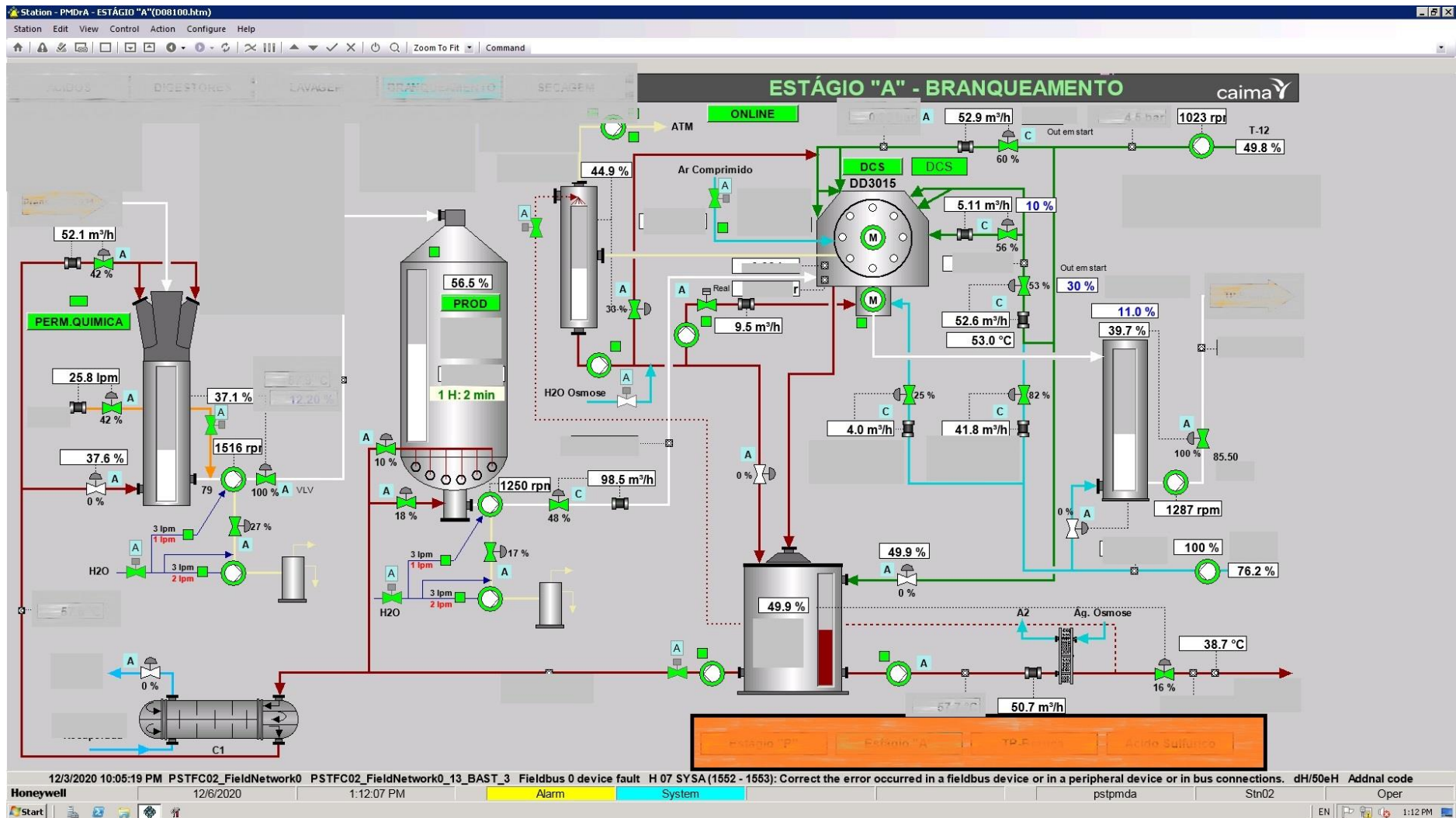


Figura 34 - Estágio A (retirado do DCS)

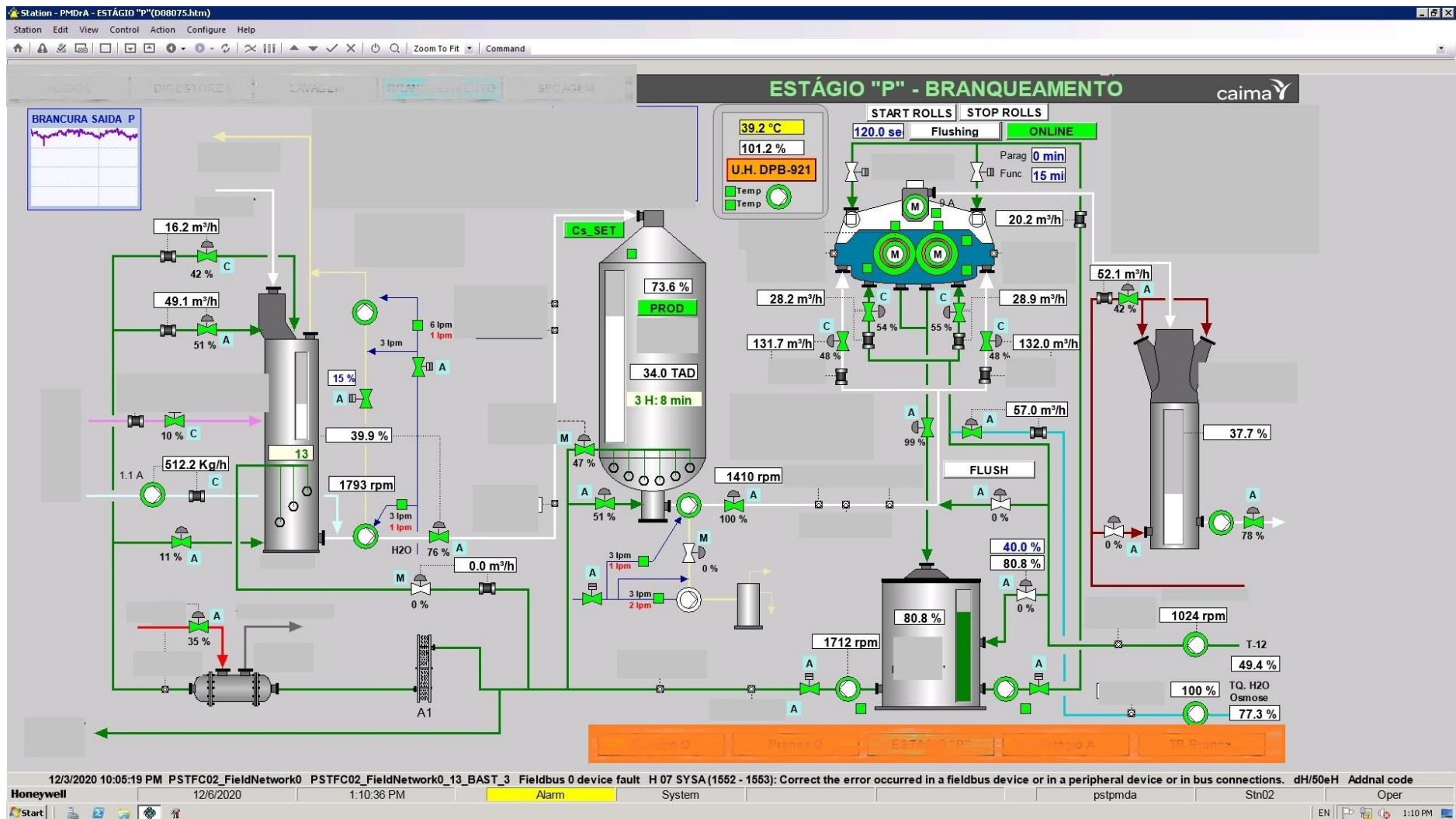


Figura 35 - Estágio P (retirado do DCS)

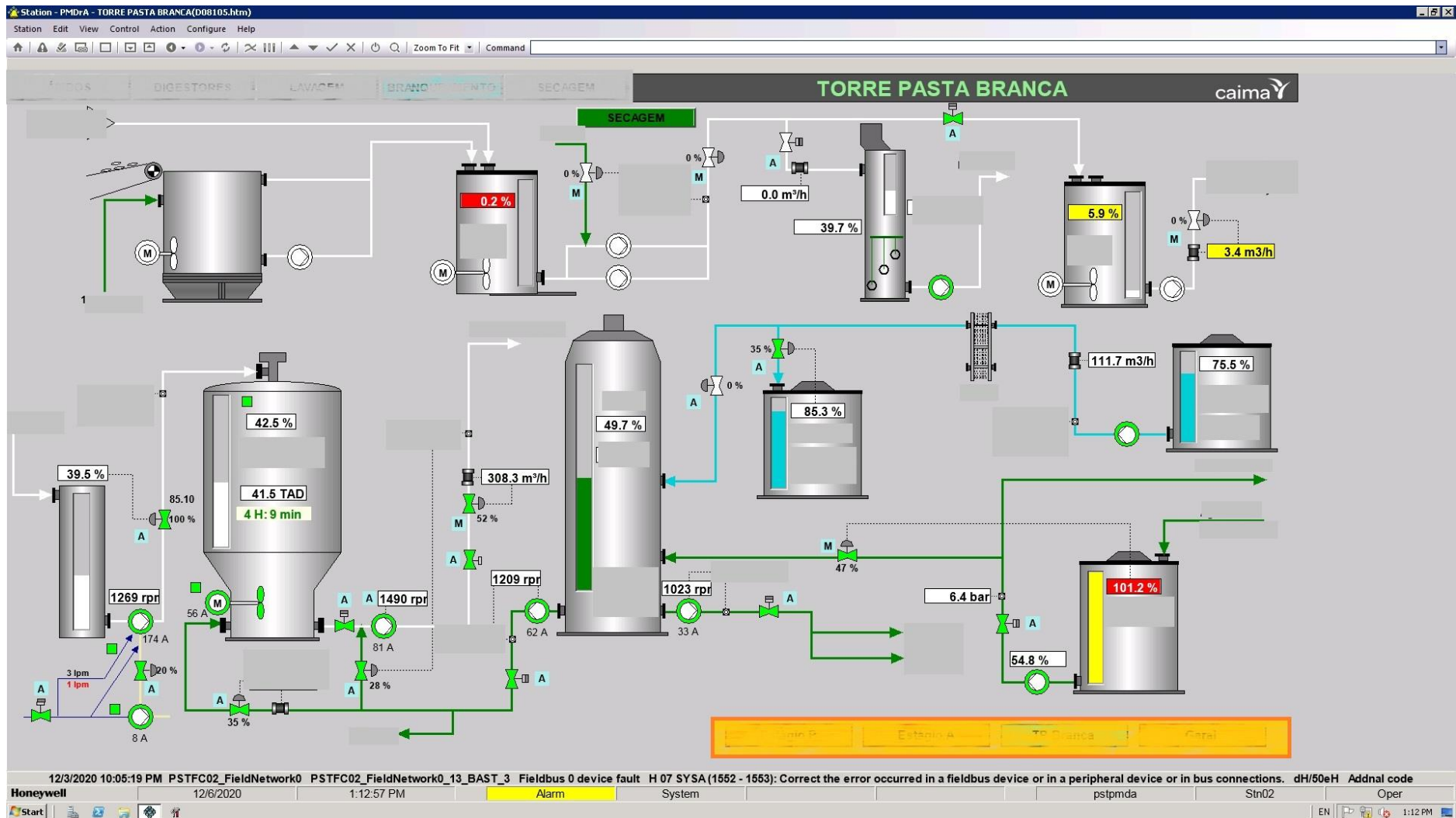


Figura 36 - Torre de Pasta Branca (retirado do DCS)

Tabela 1 - Comparação entre FCE e FC (Honeywell-Oy, 2015 e Honeywell, Field Controller User's Guide, 2015)

Specification	FCE	FC
Environmental classification:	G2 for air impurities (gas, corrosion) IEC 60721-3-3 class IE33 requirements where applicable. Refer to the <i>Experion PKS with PMD Controller Hardware Planning and Design Guide</i> .	N Normal
IP rating	IP43	IP20
Operating ambient temperature	+5 - +40°C	+5 to +50°C
Operating voltage	24 V ± 10%	24 V ± 10%
Heat dissipation	< 36 W	< 44 W
Dimensions:	220 mm x 67 mm x 220 mm	99 mm x 308 mm x 220 mm
Rack-mounting controller W x H x D	128x64 pixel LCD	4 ASCII characters
Function display		
EMC	EN61000-6-2 (immunity) EN61000-6-4 (emissions)	FIMKO EMC certification EN 50081-2 EN61000-6-2 AS/NZS 2064 + Am1 ICES-003 UL listed, Programmable Controllers, UL 508 Pentium III, 500 MHz or similar
Processor	Intel 32-bit processor or similar	
RAM memory	1 Gbits	64 MB
Application memory space	16 MB	16 MB
Non-volatile read memory	Compact Flash memory card >1GB	4 MB
Calendar clock accuracy	0.5 s / day	0.5 s / day
LCD display	128x64 pixel graphics LCD, FSTN technique, LED background light	NA
Press buttons	Three press buttons under the display for controlling the display menus	
Processor unit's terminal interface signaling	Service 20 mA passive current loop	TERM 20 mA passive current loop
cable interface	Modular connector	Modular connector
isolation tolerance	500 V rms ac, 1 min	500 V rms ac, 1 min.
System Net interface	Ethernet interfaces FTE A, FTE B	Ethernet interfaces ETH0, ETH1
Communication rate	10/100/1000 Mb/s	100 Mb/s
Interfaces	2 peices, RJ45 10/100/1000Base-TX (IEEE802.3)	2 units, RJ45 10/100Base-TX (IEEE802.3)
Indicator lights		
Green	The green light flashes whenever message is communicated.	The green light whenever any message is communicated
Yellow	When the yellow light is on, the communication rate of the bus is 1000 Mb/s	When the yellow light is on, the communication rate of the bus is 100 Mb/s
Redundancy interface		
Interface	Ethernet interface redundancy 10/100/1000 Mb/s One RJ45 10/100/1000Base-TX (IEEE 802.3)	RDN 10-pole RJ45 connector

Phased out since 2015

A opção de escolha entre programar o novo projeto nos controladores existentes ou programar em novos controladores e migrar a instalação existente para os mesmos recaiu sobre a instalação de novos controladores (FCE). Essa decisão teve como base a tabela 1. Nessa comparação os pontos de maior relevância para a decisão foram o grau de proteção IP, a capacidade de processamento e memória, a velocidade de comunicação na *ethernet* e, o mais importante de tudo, o aproveitar do projeto para se instalar novos controladores FCE uma vez que os controladores FC estão descontinuados no seu fabrico desde 2015. Já a escolha pelas cartas ML200 da *Honeywell* deveu-se a duas razões: a primeira, e mais importante, foi a monetária, pois a proposta era a melhor, e a segunda foi respeitar o standard da fábrica no que diz respeito a cartas de IO's.

Tabela 2 - Enderaçamento Profibus

Equipamento	Descrição	Endereço
08ME1541	ROLO FIXO DPB921	06.0.61
08ME1542	ROLO MÓVEL DPB921	06.0.62
08ME1543	BB SUBIR/DESCER CUBA DPB921	06.0.63
08ME1544	BB FECHAR NIP DPB921	06.0.64
08ME1545	PREBREAKER DPB921	06.0.65
08ME1552	BV DA MC PARA DPB921	06.0.66
08ME1553	BV DA MC P/ REACTOR "A"	06.0.67
08ME1554	MC PARA DPB921	06.0.68
08ME1555	BB AG. BRANCAS LAVAGEM	06.0.69
08ME1557	BB CHUVEIROS DPB921	06.0.70
08ME1558	BB FILTRADO TQ PRENSA "P"	06.0.71
08ME1559	MC PARA REACTOR "A"	06.1.52
08ME1563	ACCIONAMENTO DO DD3015	06.0.71
08ME1565	BV DA MC PARA DD3015	06.0.72
08ME1566	BVÁCUO DO DD3015	06.0.73
08ME1567	BV DA MC P/ TP_BRANCA	06.0.74
08ME1568	MC PARA DD3015	06.0.75
08ME1569	BB LAVAGEM CHAPA TAMBOR DDA	06.0.76
08ME1570	BB FILT. ACIDO DE DILUIÇÕES	06.0.77
08ME1571	BB FILT. ACIDO P/ EFLUENTE	06.0.78
08ME1572	BB MC P/ TP_BRANCA	06.0.79
08ME1644	BB ÓLEO REDUTOR ROLO FIXO DPB921	06.0.80
08ME1646	BB ÓLEO REDUTOR ROLO MÓVEL DPB921	06.0.81
08ME1862	DESINTEGRADOR DO DDA	06.0.82
08ME1873	BB LARGE PIPE DD3015	06.0.83
08BB338	BB TQ ÁGUA QUENTE T-10	06.0.84
08BB340	BB SODA CONCENTRADA N1	06.1.53
08BB341	BB SODA CONCENTRADA N2	06.1.54
08ME1582	BB DOSAGEM H2SO4 N1	06.1.56

08ME1583	BB DOSAGEM H2SO4 N2	06.1.57
06ME008	BB Pasta N2 Para Crivagem	07.1.10
06ME0889	BS High Pressure Wash Pump	07.1.11
06ME021	BB Transf. Shives	07.1.12
06ME014	BB Licor diluição Knotters/Raditrim	07.1.13
06ME027	Crivo Knotter N1	07.1.14
06ME030	Crivo Jonsson N1	07.1.15
06ME031	Sem Fim Regeitados Raditrim	07.1.16
06ME034	BB Oleo Hidraulica Tremonha Nós	07.1.17
06ME1274	Bomba ag. Selagem Lavagem	07.1.18
06ME055	Prensa dos Shives	07.1.19
06ME056	Filtro dos Shives	07.1.20
06ME057	Ventilador Extração Gases	07.1.21
06ME070	Crivo Knotter N2	07.1.22
06ME810	Fossa Blow Tank	07.1.23
06ME0869	Feed Tank Fluidizador 1 - Motor	07.1.24
06ME0870	Feed Tank Fluidizador 2 - Motor	07.1.25
06ME0872	BS DD2 Washer - Motor	07.1.26
06ME0873	BS DD Washer Screw - Motor	07.1.27
06ME0875	BS DD2 Feed MC Vacuum Pump - Motor	07.1.28
06ME0876	BB Pasta para DP921	07.1.29
06ME0877	BS DD2 Feed MC Pump - Motor	07.1.30
06ME0878	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 1 - Motor	07.1.31
06ME0879	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 2 - Motor	07.1.32
06ME0880	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 3 - Motor	07.1.33
06ME0881	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 4 - Motor	07.1.34
06ME0882	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 5 - Motor	07.1.35
06ME0883	BS DD2 Circulation Filtrate Pump 6 - Motor	07.1.36
06ME0884	BB Licor Lavagem Tambor DD2	07.1.37
06ME0885	BB Licor Large Pipe DD2	07.1.38
06ME0886	BB Licor TQ do DD2	07.1.39
06ME1214	BB Licor TQ da DPA921	07.1.40
06ME1220	DD2 Washer Screw - Motor	07.1.41
06ME1234	KW4R Washer Screw - Motor	07.1.42
06ME1235	Prensa - SP23	07.1.43
06ME1238	Fiber Filter M400 - Motor	07.1.44
06ME1273	Bomba selagem HP (12 bar)	07.1.45
06ME1270	Bomba selagem BP (6 bar)	07.1.46
06BB015	BB Licor Diluição Descargas	07.1.47
06BB017	BB licor linha Descarga Dig.	07.1.48
06BB079	BB Transf. Licor Fino TQ. 4	07.1.49

07ME022	Agitador Tanque Shives	07.1.50
07ME809	Tanque Derrames Fibras	07.1.51
07BB015	BB Água para Prep. Madeiras	07.1.52
07VT027	Torre Arrefecimento N2	07.1.53
07VT041	Torre Arrefecimento N3	07.1.54
07ME008	Crivo Delta Screen	07.1.56
07ME019	Crivo Sorter nº1	07.1.57
08ME371	BB Vácuo MC Entrada T. P. Crua	07.1.58
08ME401	Pre breaker DPA 921	07.1.59
08ME404	Parafuso Diluição N1 DPA921	07.1.60
08BB302	BB MC Entrada Torre Pasta Crua	07.1.61
08BB305	Bomba chuveiros da prensa dpa 921	07.1.62
08BB400	Bomba óleo Hidráulica Prensa DPA921	07.1.63
08BB402	BB óleo A.P. cilindros DPA921	07.1.64
08BB403	Bomba óleo ajuste Prensa DPA921	07.1.65

Para realizar o endereçamento da rede *profibus* foi tido em conta o endereço dos equipamentos existentes nas diversas redes que iriam ser incorporados nesta nova rede. Já a sua topologia teve em consideração a premissa que uma rede *profibus*, para comunicar a velocidades consideradas razoáveis, tem de respeitar alguns princípios base, sendo eles, que cada ramo de uma rede (*master*) não possa ter mais de trinta e dois escravos (*slaves*) e que a distância mínima de cabos entre eles deve ser de um metro. Para tal foram utilizados quatro *Profihub B5* para realizar a partição da rede em vários ramos com menos de trinta e dois escravos. Neste caso utilizamos os quatro *Profihub B5* para dividir os dois canais *profibus* existentes nos controladores FCE em dezassete canais, permitindo assim a instalação de cento e quarenta escravos no controlador: sessenta e um no *bus 0* (Figura 37 e Figura 38) e setenta e nove no *bus 1* (Figura 39 e Figura 40) do FCE06.

Os *Profihub B5* são equipamentos bastante avançados que permitem criar facilmente uma rede em estrela ou em árvore a partir de uma simples rede *Profibus DP* em linha. Para tal usa cinco isoladores galvânicos que criam cinco repetidores transparentes e possibilitam que uma rede com trinta e um escravos possa evoluir para uma rede com cento e cinquenta e cinco escravos, o que sabemos não ser possível pois um controlador FCE só possui 127 escravos por cada *bus*.

Para garantir um bom arranque e funcionamento do projeto realizou-se um FAT com a duração de treze dias que contou com a presença da Andritz, da Caima e da *Honeywell*.

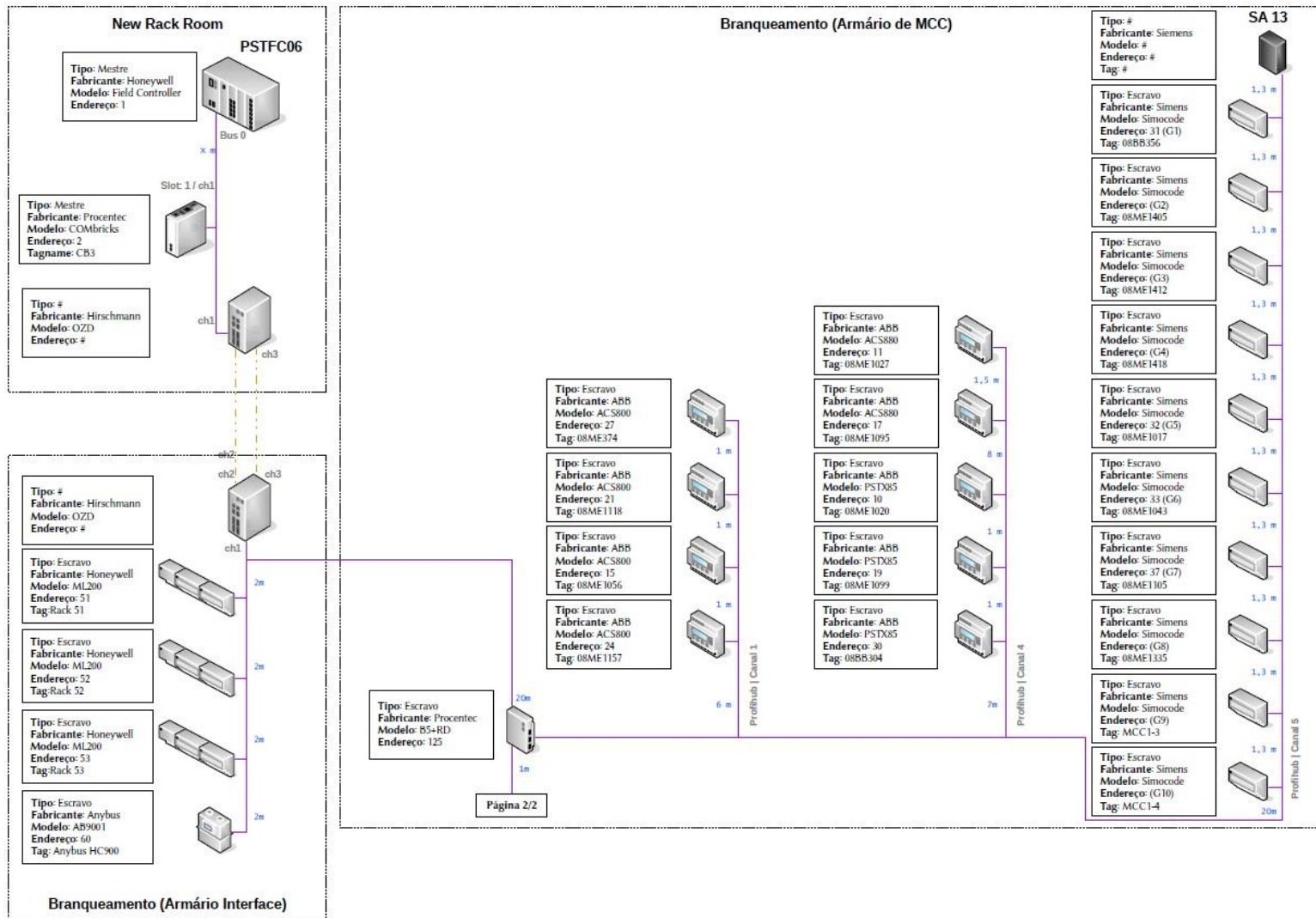


Figura 37 - Rede Profibus FC06

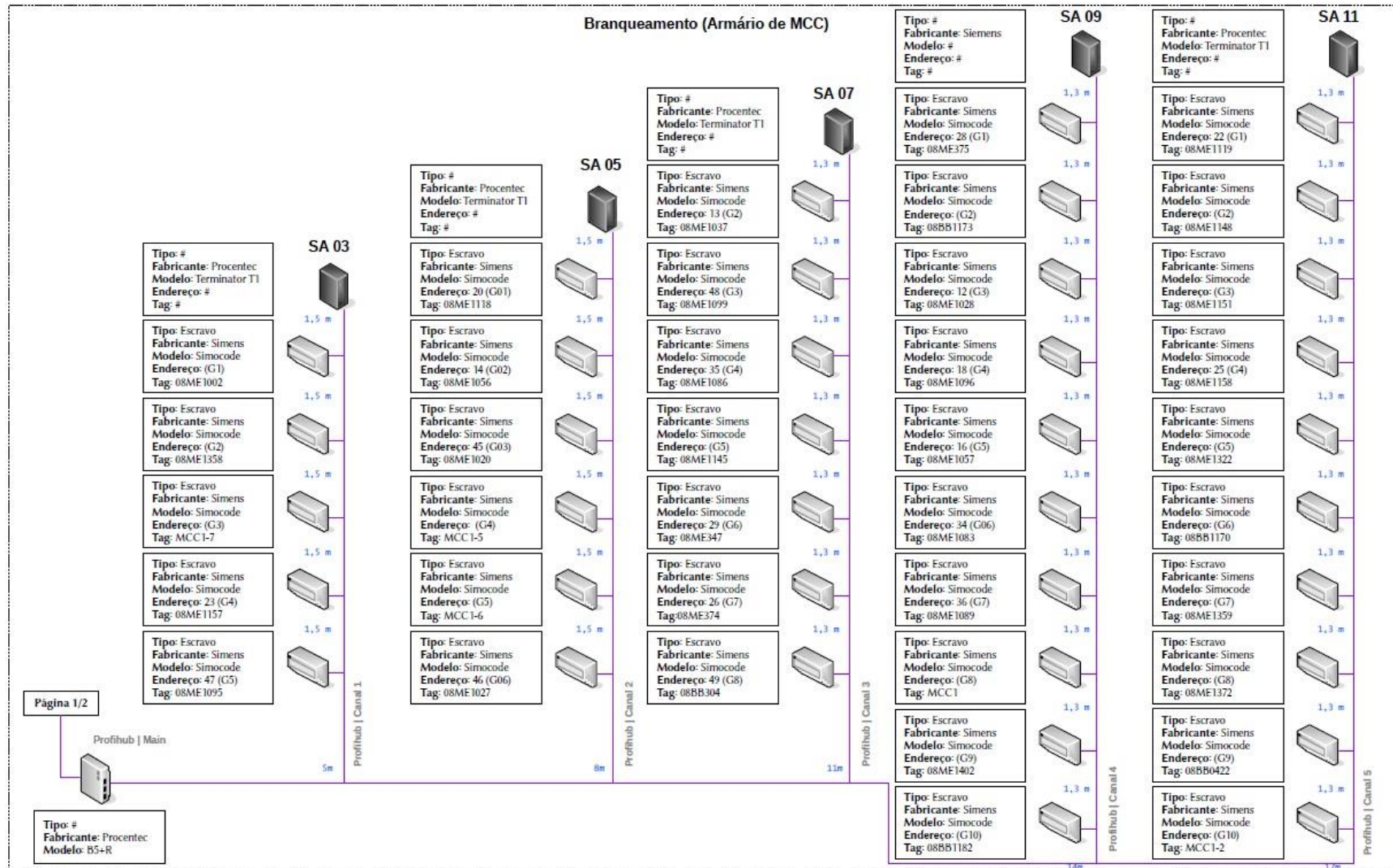


Figura 38 - Rede Profibus FC06

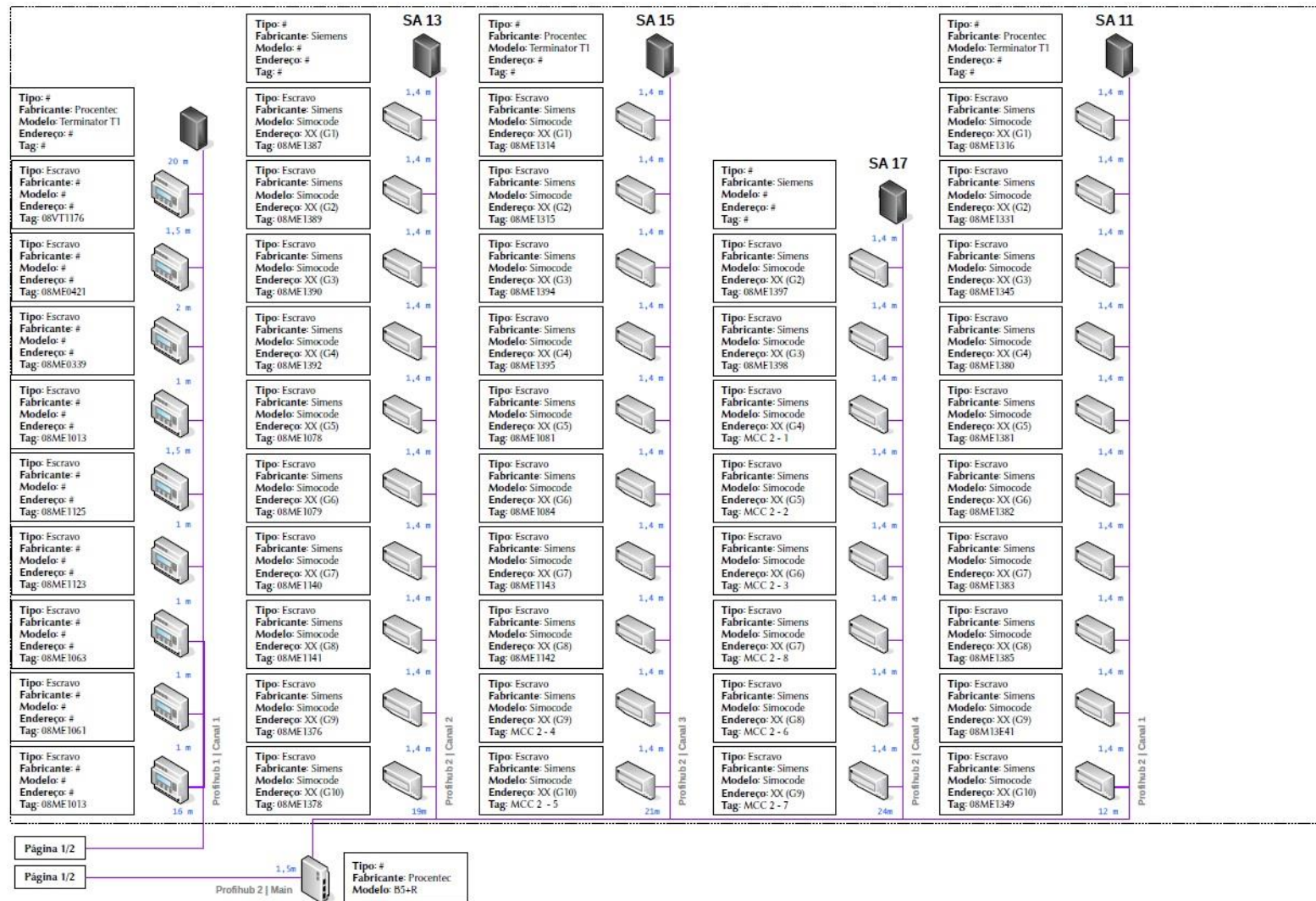


Figura 40 - Rede Profibus FC06

Este consistiu no teste de toda a lógica de controlo e dos *displays* e para tal recorreu-se a um sistema virtualizado. Iniciou-se testando se todas as *loops* criadas correspondiam ao criado nos *displays*; de seguida testaram-se todos os controlos das válvulas *on/off* e se as proteções das mesmas funcionavam corretamente. Passando depois para os controlos de caudal, nível, ph, condutividade e consistência, os testes passaram pelos encravamentos como os controlos faziam atuar as válvulas ou motores correspondentes variando a saída para o equipamento consoante a variação dos elementos primários desses controladores. Nos controlos de caudal verificou-se se quando o caudal medido baixava do valor de *set-point* o mesmo faria com que a válvula ou motor por si controlados abria mais ou acelerava. Já nos controlos de nível, a resposta das válvulas ou dos motores é exatamente o contrário: se o nível baixar do *set-point* os mesmos devem fechar ou desacelerar. Depois disso testaram-se as sequências de arranque das prensas e dos lavadores, nos quais se verificou se todos os equipamentos entravam em funcionamento no momento certo.

Algumas das *loops* inicialmente desenvolvidas para o processo sofreram alteração durante o FAT, tendo sido feita *red mark fup* (estratégias de controlo corrigidas) das mesmas (Figura 41) com a concordância tanto da Caima como da Andritz. As mesmas foram implementadas pela *Honeywell* logo que possível para voltarem a ser testadas durante o FAT. Todo este processo foi por mim gerido para que não se entrasse em testes sem fim a certos sistemas de controlo e depois aos restantes sistemas de controlo não lhes fosse dada a devida atenção. Para tal, criei uma lista de *loops* (Figura 42) com a sequência de testes a seguir para que não se perdesse o foco da quantidade de trabalho que se tinha pela frente. A parte mais complicada de gerir neste FAT foi a lógica de funcionamento da prensa DPB-921, pois já existiam na fábrica duas prensas DPA e como o seu funcionamento é exatamente igual, as pessoas da operação da Caima pretendiam uma lógica praticamente igual às existentes mas, ao invés, a Andritz pretendia implementar uma lógica um pouco disruptiva em relação às conhecidas por nós. Esta discussão tomou conta de alguns dias do FAT e teve de existir uma cedência de ambas as partes para realizar a sua lógica.

Terminado o FAT passou-se ao comissionamento da instalação. Esta fase consistiu na verificação de que todos os equipamentos estavam corretamente ligados e a comunicar com o DCS. Para garantir que todos os equipamentos eram testados fui incumbido de gerir todo o processo. Então tomei a decisão de realizar o teste segundo os P&ID's do

LOOP NO	DESCRIPTION	HANDLING WITH	SIGNAL					ADDRESS	PAGE	DRAW NO.		TESTED
			AI	AO	DI	DO	BUS					
08HI1536	P Filtrate to P Tower	DCS	0	1	0	0	0		49	900016000		
08QIC1600	P Tower Consistency	DCS	1	1	1	0	0		53	900016000		
08ME1554	P Wash Press Feed MC Pump	DCS	0	0	0	0	8		19/20/21	900016000		
08LIC1535	P Tower Level	DCS	1	0	0	0	0		48	900016000		
08GS1534	P Tower Overflow	DCS	0	0	1	0	0		47	900016000		
08HI1539	Pulp to P Wash Press	DCS	0	1	0	0	0		52	900016000		
08PDIC1604	P Wash Press Feed MC Pump Degassing	DCS	1	1	0	0	0		57	900016000		
08ME1552	P Wash Press Feed MC Vacuum Pump	DCS	0	0	0	0	6		15/16	900016000		
08QI1679	P Tower Kappa	DCS	0	0	0	0	1		38	900016000		
08QI1680	P Tower Brightness	DCS	1	0	0	0	0		39	900016000		
08ME1541	P Wash Press	DCS	0	0	2	0	8		5/6	900016000		
08ME1545	Discharge Screw	DCS	0	0	2	0	6		13/14	900016000		
08HS1533	Wash Press Filtrate	DCS	0	0	1	1	0		46	900016000		
08HS1673	Wash Press Filtrate	DCS	0	0	1	1	0		37	900016000		
08SS1898	Discharge Screw Speed	DCS	0	0	1	0	0		122	900016000		
08ME1542	P Wash Press	DCS	0	0	2	0	8		7/8	900016000		
08FIC1627	Wash Liquid 1:1	DCS	1	1	0	0	0		70	900016000		
08FIC1628	Wash Liquid 2:1	DCS	1	1	0	0	0		71	900016000		
08HI1643	DPB Flushing	DCS	0	1	0	0	0		81	900016000		
08FIC1615	Pulp to Drum 2	DCS	1	1	0	0	0		61	900016000		
08LIC1623	Filtrate from Press	DCS	1	1	0	0	0		67	900016000		
08F11624	Drum Sprays	DCS	1	0	0	0	0		68	900016000		
08ME1557	Press Spray Liquid Pump	DCS	0	0	0	0	6		24/25	900016000		
08HS1656	Press Spray Liquid Pump Closing	DCS	0	0	1	1	0		87	900016000		
08HS1657	Press Filtrate Pump Closing	DCS	0	0	1	1	0		88	900016000		
08ME1558	Press Filtrate Pump	DCS	0	0	0	0	8		26/27	900016000		

Figura 42 - Excerto da Tabela de Testes

do processo marcando nos mesmos os equipamentos que iam sendo testados. Começou-se por verificar se todas as válvulas do processo respondiam aos comandos enviados desde o DCS. Debatemo-nos com algumas dificuldades, pois na sua instalação algumas das válvulas *on/off* foram colocadas com os atuadores invertidos e algumas das válvulas de controlo necessitavam de calibragem para responderem corretamente aos comandos. Após a resolução destes problemas concluiu-se estes testes e avançou-se para os testes dos instrumentos. Nesta fase teve de se garantir que os sinais enviados pelos instrumentos para o DCS chegavam corretamente. Encontrou-se novamente algumas dificuldades pois alguns dos instrumentos, apesar de receberem alimentação externa de 230 *volts*, necessitavam ao mesmo tempo que o seu canal analógico de medição de corrente recebesse uma alimentação de 24 *volts*. Outra das dificuldades encontradas foi perceber se as medições de nível e caudal chegavam corretamente ao sistema, pois nesta fase todos os tanques e tubos estavam vazios. Para tal recorreu-se a um injetor de sinal de forma a testar os equipamentos. De seguida testou-se a comunicação *profibus* com os motores, fazendo arranque e paragem dos mesmos, tendo tudo corrido sem problemas.

Posteriormente passou-se aos *water runs*, o que consistiu em testar toda a nova instalação e a sua lógica de controlo, mas em vez de circular pasta, a mesma foi substituída por água. Para tal os tanques de filtrado foram cheios com água, que foi bombeada para os reatores A e P até atingirem um nível de cerca de 60%. Após isso, foram ligadas a prensa e os lavadores e iniciou-se a bombagem de água para os tanques. Ao serem simplesmente alimentados com água, tudo o que entra neles é rejeitado. Isto deve-se à função dos mesmos ser a de aumentar a consistência da pasta retirando água. Por isso existiram circuitos (Figura 43) separados de testes na prensa e nos lavadores, em que a água enviada pelos seus respetivos reatores era rejeitada para os seus tanques de filtrado e daí novamente enviada para os reatores. Estes testes duraram cerca de quinze dias e foi possível perceber se existiam problemas com os instrumentos de controlo ou mesmo com as tubagens.

Finalmente, foram feitas as ligações da nova instalação com a existente e a mesma arrancou sem grandes sobressaltos devido a todos os testes efetuados anteriormente.

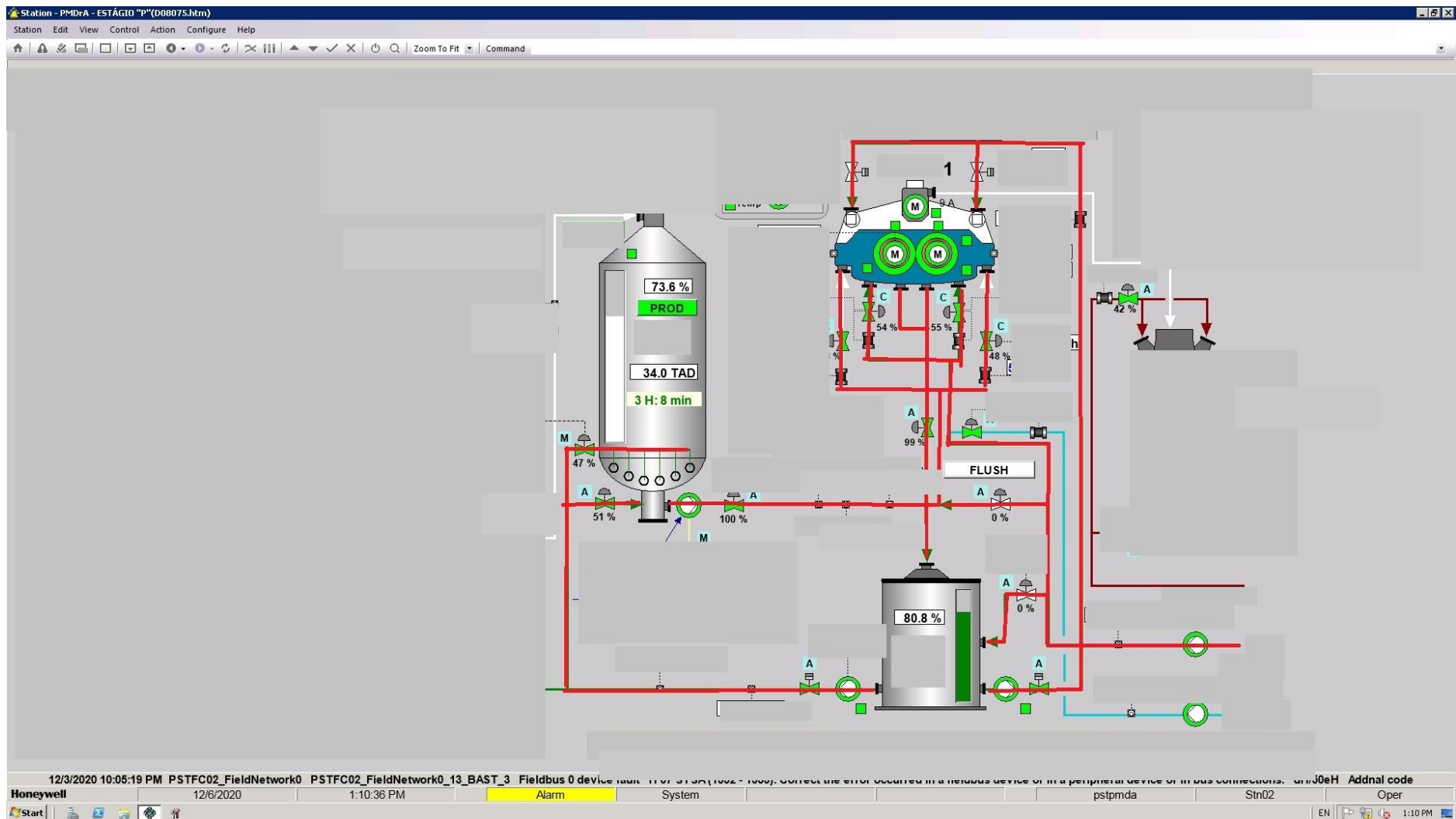


Figura 43 - Circuito Water Run Estágio P (Retirada do DCS)

5.2. Projetos de melhoria

Os projetos de melhoria visaram essencialmente a melhoria e a otimização das estratégias de controlo existentes. Consequentemente, isto abriu as portas a que se pudessem criar estratégias de controlo dos equipamentos que foram sendo instalados na fábrica.

5.2.1. Otimização do controlo das bombas MC

A necessidade de realização deste pequeno projeto surgiu na sequência do estudo efetuado para a eficiência energética (Figura 44) através do qual se detetou que todas as bombas MC (Média Consistência) estavam a funcionar contra válvulas praticamente fechadas. Isto queria dizer que se estava a gastar energia elétrica para vencer um obstáculo quando se poderia utilizar um método de controlo diferente. Foi então que defini uma nova metodologia para o funcionamento das bombas MC: como elas possuíam já um variador de velocidade instalado, mas que estava ajustado para funcionar sempre a uma velocidade fixa definida pelo operador, aproveitei esses variadores e criei uma lógica de controlo em cascata em que a bomba só acelerava após um valor de abertura de válvula mínimo, nunca inferior a 40%.

Para mais fácil perceção, vou explicar o exemplo apresentado na Figura 45. O que é importante controlar neste exemplo é o caudal que sai da torre de pasta crua. Para tal, antes da otimização o mesmo era feito exclusivamente pela válvula de controlo à saída da bomba MC. A abertura desta rondava quase sempre os 25%, ficando a bomba sempre com uma velocidade fixa de 1300 rpm. Após a otimização, definiu-se que a bomba iria ter uma velocidade mínima de 1100 rpm, para que não desferrasse, e que só aceleraria quando a válvula atingisse uma abertura de 50%. Com esta alteração conseguiu-se que a bomba funcionasse sempre a uma velocidade mais baixa ao mesmo tempo que a abertura da válvula subiu, o que se traduziu numa poupança de 3kw/tAD (kilowatt por tonelada de pasta).

Esta abordagem foi depois replicada em todas as bombas MC da fábrica, tendo-se obtido um comportamento e um ganho semelhante.

#1	TAG	DESCRIÇÃO	PN [kW]	VEL.NOM. [RPM]	U [V]	IN [A]	CARGA [%]	ABRT. VLV. [%]	CARGA FIM	ABRT. VLV. [%]	GANHOS ESTIMADC	GANHOS [kWh/tA]	COMENTÁRIOS
2	10.BB.003	Bomba 1º estágio hidrociclones	200	1500	400	345	69	40	61	51		2	Redução 1500, para 1400 (redução de 23kWh)
3	08.BB.1027	Bomba MC alimentação rector "E"	200	1000	400	365	75	36	60			2,3	Redução estimada de 20kWh, superado para 26kWh
5	08.BB.1095	Bomba MC alimentação rector "O"	160	1000	400	294	85	35	76,5	45		3	Redução de 15kWh
6	08.BB.302	Bomba de média consistência	160	1000	400	294	72	37	64,8	45		1,2	Redução de 15kWh

Figura 44 - Estudo de Eficiência Energética

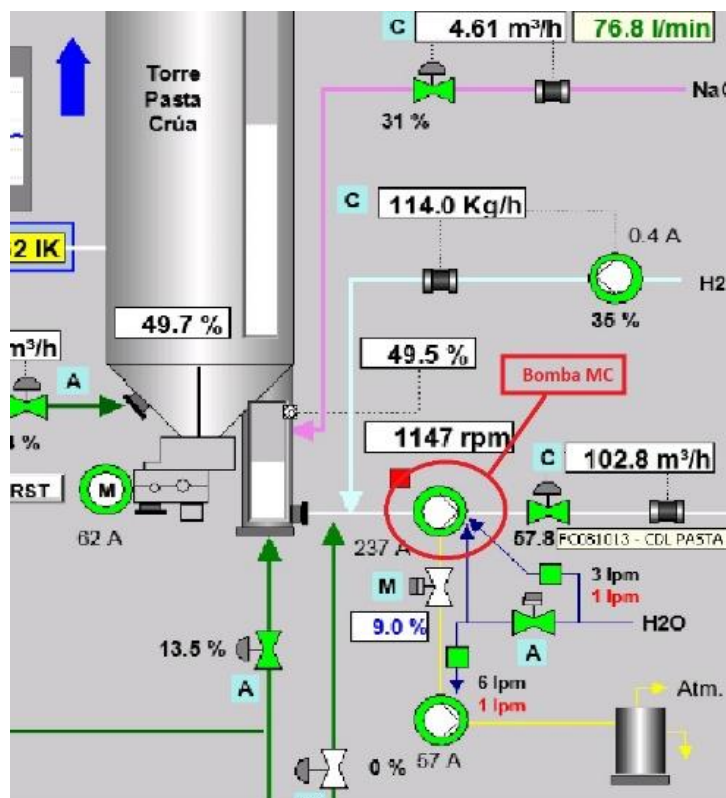


Figura 45 - Controlo da Bomba MC (Retirado do DCS)

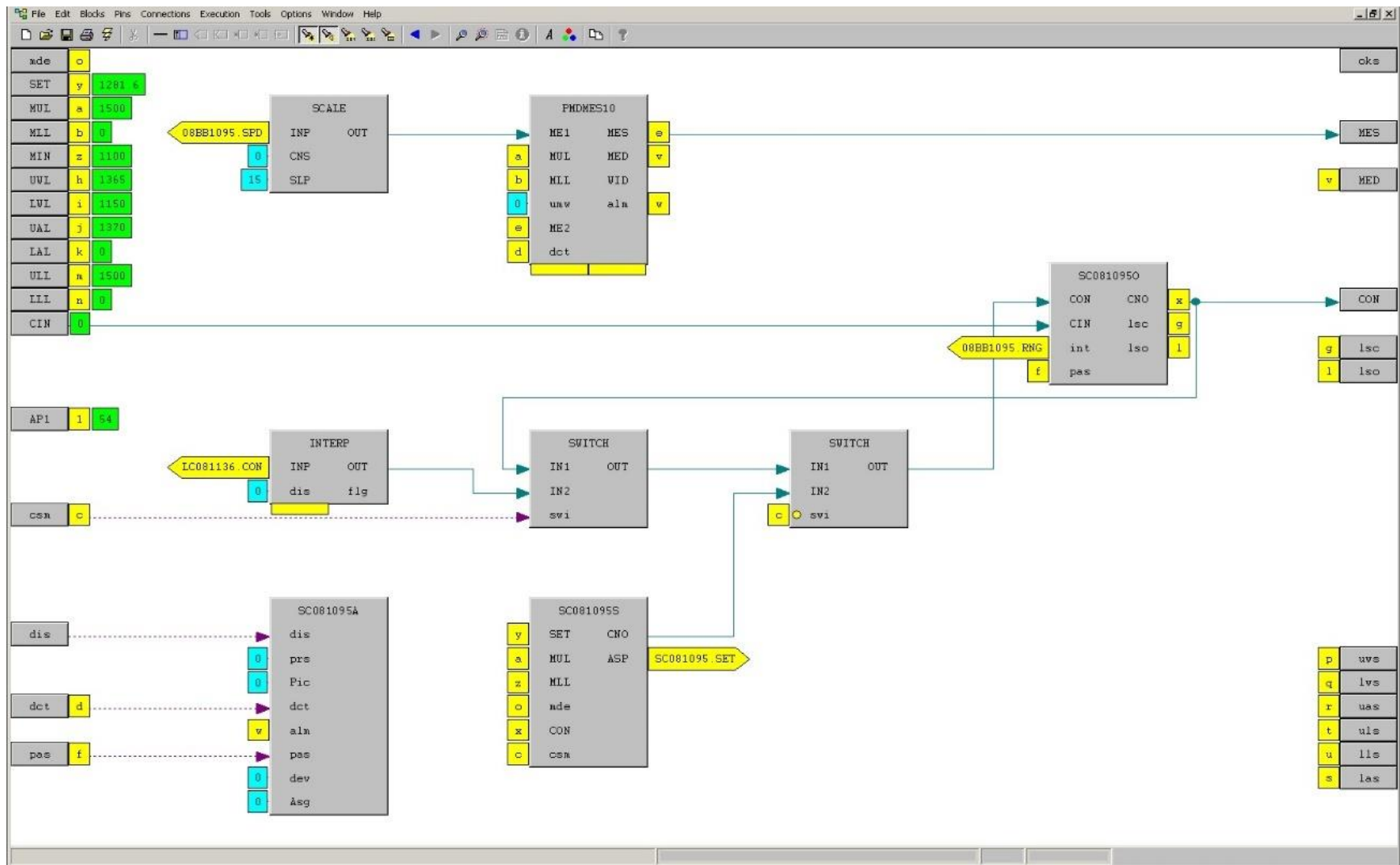


Figura 46 – Lógica de Controlo de Velocidade da Bomba MC (Retirado do DCS)

5.2.2. Digestor Piloto

Este projeto consistiu na modernização (*retrofitting*) dum sistema de ensaios de cozimento de estilha. Este equipamento já existente na Caima, estava parado à cerca de 10 anos. Mas a necessidade de se estudarem melhorias ao processo de cozimento, bem como a utilização de outras madeiras e matérias primas no processo de fabrico de pasta solúvel, levaram à recuperação deste equipamento. O sistema utilizava controladores locais, que liam a temperatura e pressão dos reatores e controlavam para os valores de *set-point* introduzidos manualmente nos controladores. Portanto, todo o processo de cozimento tinha de ser acompanhado por uma pessoa de forma a que as alterações processuais necessárias ao cozimento fossem realizadas. Tinha também o problema de que se existissem anomalias durante o cozimento não existia forma de perceber qual tinha sido a alteração ao processo que tinha provocado que tivesse sido realizado de forma errada.

Então comecei por analisar quais os equipamentos (Figura 48) que eram necessários e quais os instrumentos existentes que poderiam ser recuperados para levar a cabo esta modernização. Os equipamentos principais que tiveram de ser adquiridos foram:

- Sondas de temperatura
- Transmissores de pressão
- Medidores de pressão analógicos
- Fonte de alimentação 24 VDC
- Resistências de aquecimento
- Bombas de circulação
- *Rack* de cartas ET200M Siemens.

Também foi alterado todo o esquema de ligações elétricas (Figura 47), bem como os porta fusível, bornes de ligação e cablagem. De forma a que todo o processo fosse automatizado, o controlo de todo o equipamento passou a ser efetuado pelo DCS. Para tal ser possível, foi instalado um quadro elétrico contendo uma *rack* de ET200M composta por uma carta *profibus*, uma de entradas digitais, uma de saídas digitais, uma de entradas analógicas e uma de saídas analógicas. Na frente do equipamento (Figura 49) foram

retirados os controladores locais e os medidores de pressão existentes e foram substituídos apenas por dois medidores de pressão analógicos para informação local da pressão em cada reator. Do mesmo modo, foi também introduzido um comando local para as bombas de circulação de cada reator e ainda lâmpadas informativas da presença de tensão. Já no quadro elétrico (Figura 50 e Figura 51) existente foi removido o transformador 230V/110V, a fonte de alimentação 24VDC e o controlador das resistências de aquecimento. O transformador 230/110V foi retirado pois as novas bombas instaladas funcionam a 230V ao invés dos 110V das antigas. As resistências de aquecimento funcionavam em modo *on/off*, ou seja, a resistência ligava para atingir essa temperatura e após isso ia desligando e ligando de forma a mantê-la. Este tipo de controle tem o defeito da inércia da resistência ser elevada e mesmo quando a temperatura é atingida esta continua a aquecer o líquido. Então resolvemos substituir os mesmos por um transdutor de frequências modelo MINI MCR-SL-UI-F e por um relé de estado sólido modelo SSM1A430BD. O transdutor recebe o sinal 4-20mA enviado pelo DCS e transforma-o num sinal pulsado de 24VDC com uma frequência de pulso definida pelo valor de 4 a 20mA enviado pelo DCS. Este sinal é depois transformado em 230V, pelo relé de estado sólido mas como o sinal de entrada varia entre os 0 e os 24VDC a saída também varia entre os 0 e os 230V o que faz com que a resistência não esteja sempre ligada até atingir a temperatura desejada, fazendo assim, com que a sua inércia térmica seja muito menor.

Ao DCS foram ligados os sinais analógicos das sondas de temperatura (TT003 e TT005), dos transmissores de pressão (PT003 e PT006) e do caudalímetro (FI008) e ainda os sinais digitais de Local/Remoto e de Marcha das Bombas (BB001 e BB002). O DCS envia as ordens para arranque das bombas através das saídas digitais e envia o valor de controle das temperaturas através das saídas analógicas, disponibilizando uma saída de 4 a 20mA a cada um dos equipamentos. Foi também realizada uma melhoria no aspeto do equipamento, substituindo tubagens e pintando-o. Na Figura 53 pode-se ver o equipamento após todas as melhorias.

Este equipamento, como podemos ver no seu P&ID (Figura 54), é composto por dois reatores (D-001 e D-002), duas bombas de circulação (HS-001 e HS-004), duas resistências de aquecimento, um caudalímetro (FI-008), duas sondas de temperatura (TIC-002 e TIC-005), uma *rack* ET200M e dois transmissores de pressão (PI-003 e PIC-007).



Figura 48 - Equipamentos a substituir



Figura 49 - Digestor Piloto Frente

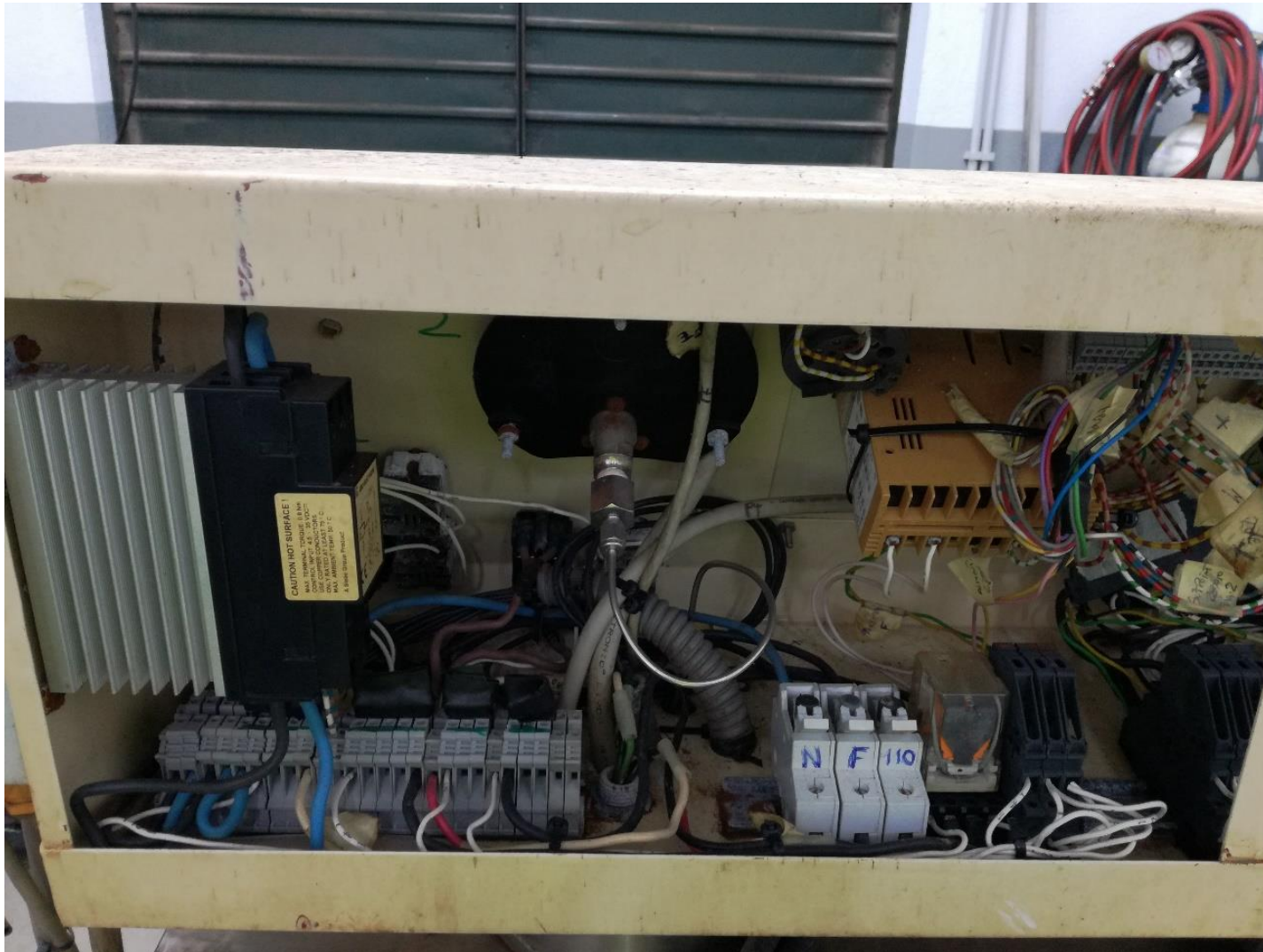


Figura 50 - Quadro Elétrico

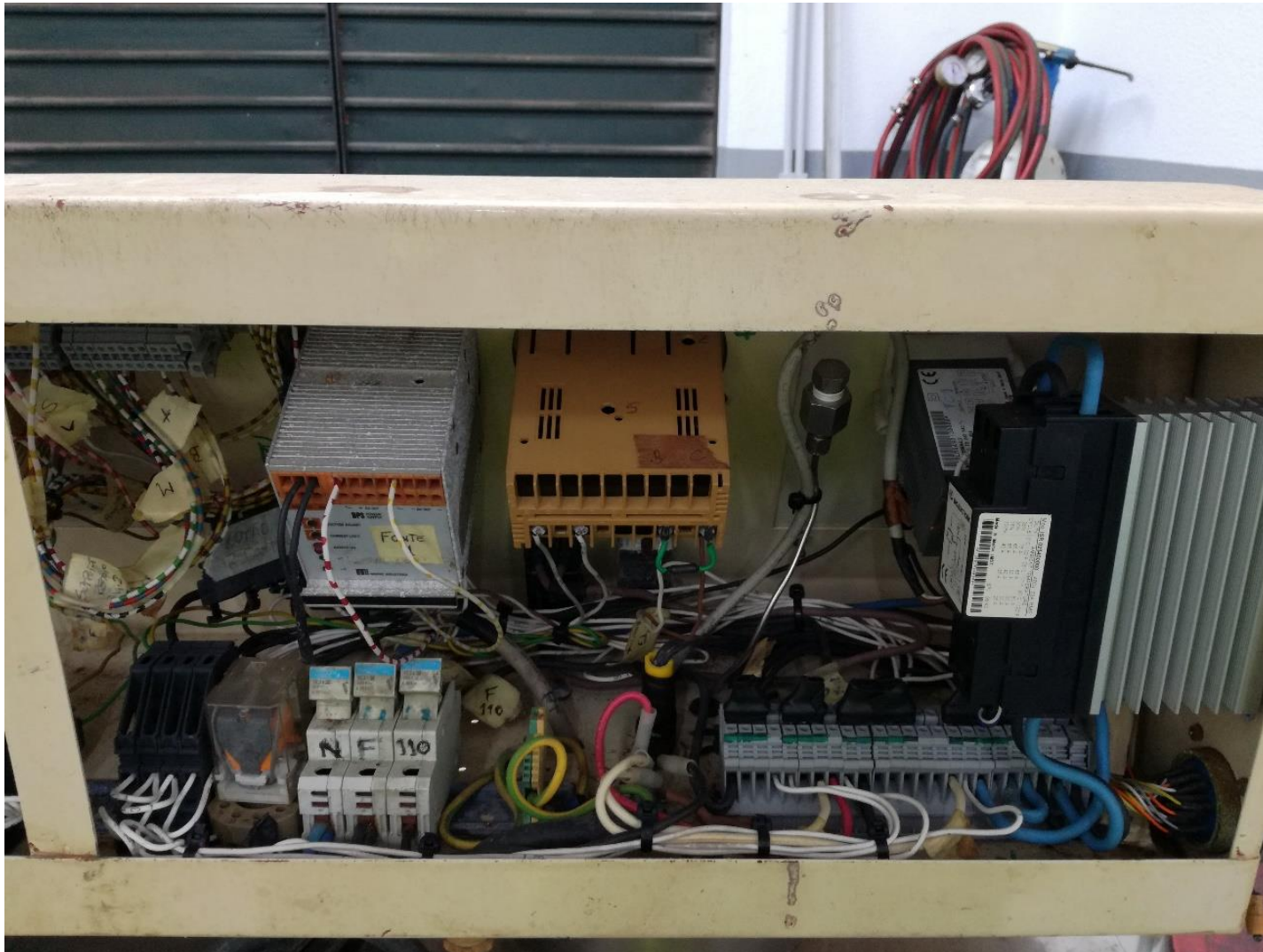


Figura 51 - Quadro Elétrico

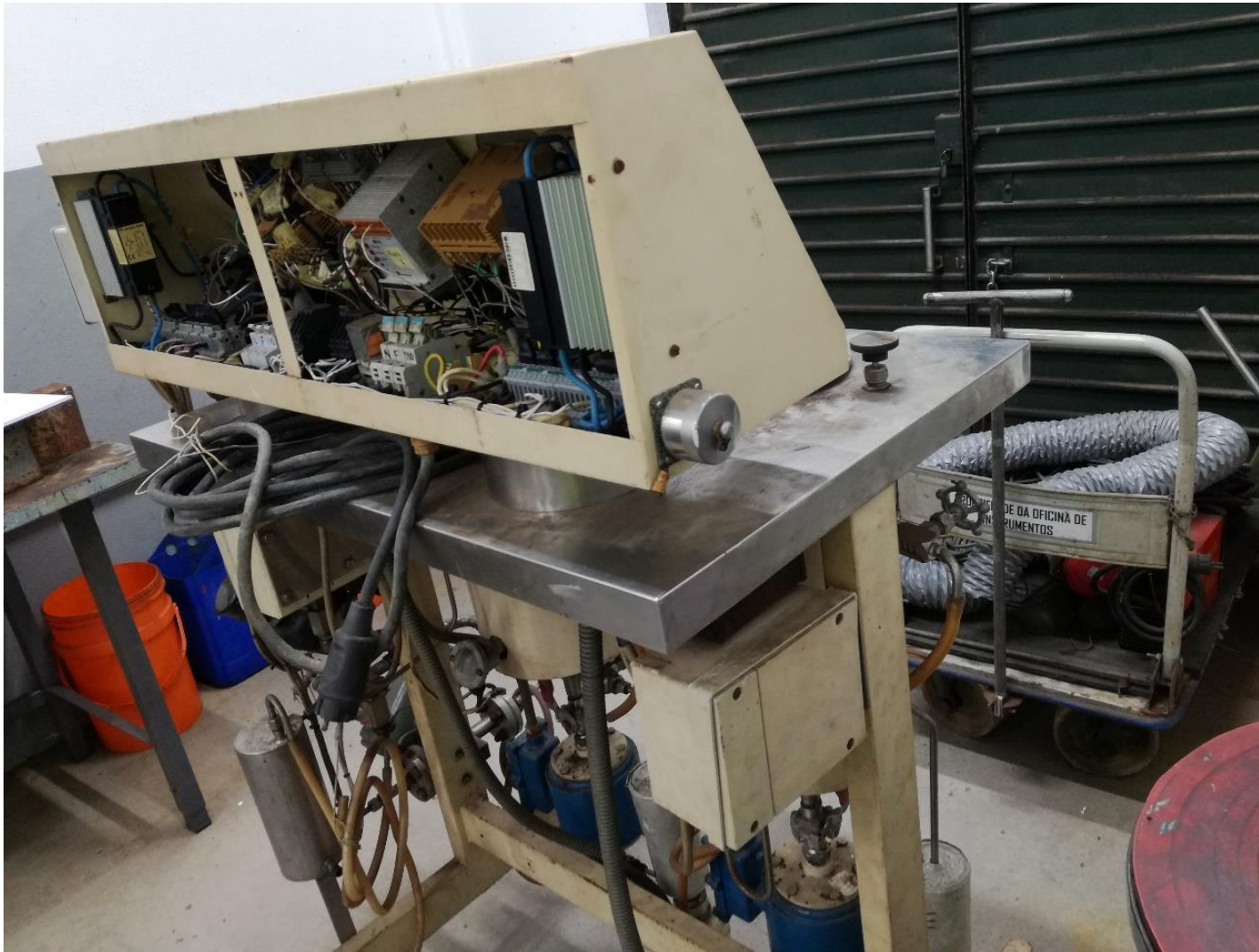


Figura 52 - Digestor Piloto Trás

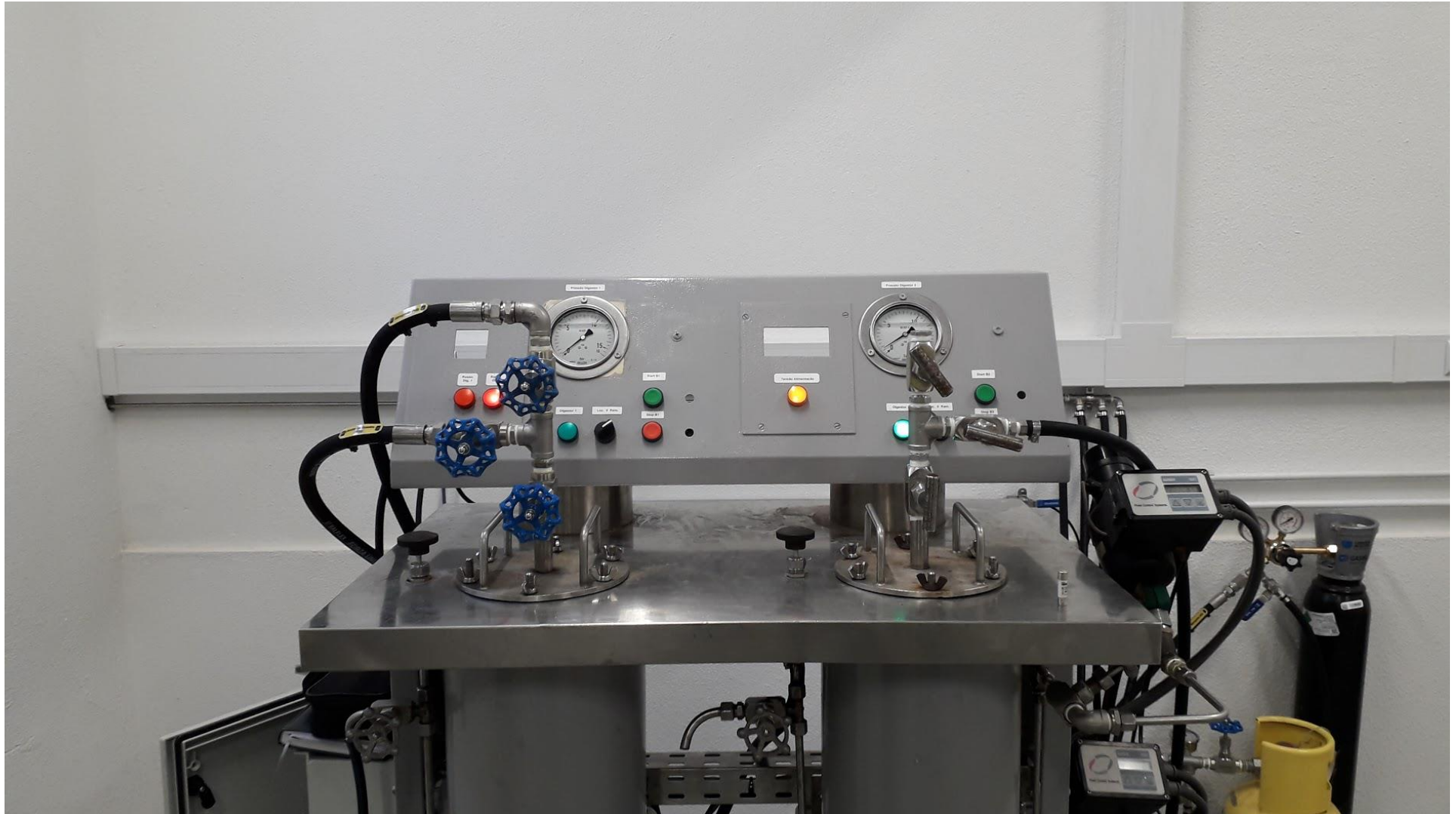


Figura 53 - Digestor Piloto após a Intervenção

O controlo do digester piloto era realizado por controladores locais e toda a sua operação era manual. Após o *retrofitting*, este passou a ser controlado via DCS. Para tal, foi criada uma lógica de controlo que consiste no seguinte: o reator D-001 é cheio de SO₂; de seguida, a bomba HS-001 arranca e o controlador de temperatura TIC-002 inicia a sua função até o SO₂ atingir uma temperatura, definida em *set-point*, normalmente de 60°C; após isso, é feita a transferência para o reator D-002; quando este recebe o SO₂, o reator já está cheio com estilha; aí, é dado o início à sequência de cozimento. Ao iniciar-se o cozimento arranca a bomba HS-004 (Figura 55), os blocos de controlo TIC-005 e o PIC-007. O bloco de controlo TIC-005 (Figura 56) recebe um *set-point*, normalmente de 90°C, e uma rampa de aquecimento, de 0.3°C/min; o bloco PIC-007 recebe um *set-point* de 9 bar e controla a pressão no interior do reator D-002 através da válvula FV-002. Após atingidos os 90°C, a TIC-005 recebe um novo *set-point* e uma nova rampa de aquecimento. Quando atingido o novo *set-point*, a resistência de aquecimento desliga e inicia a contagem do tempo de impregnação. Após este tempo, a TIC-005 recebe novo *set-point* e nova rampa de aquecimento, enquanto a PIC-007, recebe também novo *set-point*. Ao atingir o *set-point* da TIC-005, é iniciada a contagem do tempo de cozimento, usualmente 215 minutos, e recebe novo *set-point*. Após atingir este novo *set-point* é desligada a resistência de aquecimento. Ao atingir o tempo de cozimento, o PIC-007 recebe novo *set-point* com uma rampa de desgaseificação. Ao atingir-se esse *set-point* é efetuada a descarga do reator e no fim da descarga a bomba HS-004 pára e o equipamento está pronto para um novo ciclo.

Para que tudo fosse facilmente controlável, foi criado um *display* (Figura 57 e Figura 58) onde os equipamentos pudessem ser vistos e controlados, utilizando o *software HMI display Builder*.

Neste mesmo *software* definiu-se qual o bloco de controlo que está atribuído ao equipamento. Para tal, realizando um duplo clique em cima do equipamento que se pretende definir, abre-se uma janela de configuração (Figura 59).

A janela de configuração possui sete separadores ou *tab's*. Na *tab general* define-se o nome, o *tooltip* nome que é apresentado na imagem ao passar com o cursor por cima dos equipamentos, o tamanho e a posição do equipamento na imagem. A *tab behaviours* é onde se define o que mostra um equipamento ao clicar-se no mesmo. Neste caso, irá abrir um *faceplate*, janela que permite a interação com um equipamento de campo do sistema como válvulas ou motores, de um motor (Figura 60).

A *tab pmd data* é utilizada para indicar quais os pinos do bloco que vão estar acessíveis ao operador para manipular através do *faceplate*. A *tab pmd blocks* é onde se define o bloco que vai ser manipulado pelo operador. As *tab's color* e *lines* são usadas para definir o tipo de linha utilizado no desenho do equipamento e a cor da mesma. A *tab popup* é utilizada no caso de se querer abrir uma nova janela ao clicar num botão ou equipamento.

Após terminar a programação da sequência de funcionamento do digestor piloto, o mesmo foi entregue à operação para serem realizados testes, que resultaram muito bem, e ao segundo cozimento estava a produzir pasta já com a qualidade pretendida. Entre o primeiro e o segundo cozimento foi necessário fazer uma pequena alteração no projeto visto que a resistência de aquecimento que usualmente ficava sempre ligada, assim que se ligavam as bombas, revelava-se desnecessária. Na Figura 61 pode-se observar já a estilha após um cozimento e pronta a ser depurada para se verificar a sua qualidade.

Desde então já foram testados vários tipos de madeira neste equipamento tendo algumas delas sido utilizadas no processo fabril.

Após estes testes e para que o seu funcionamento fosse o mais fiel possível ao funcionamento do dos digestores reais foi criado um bloco de cálculo do factor SH que reproduz o seguinte cálculo matemático.

$$SH = R0 \int_0^t P(SO2)^a \times e^{(C-D/T)} dt$$

SH- Fator H

R0 – fator de correção do digestor – Alterável

P(SO2) – Pressão parcial do SO2

C, ^a e D- Constante

T- Temperatura de cozimento [K] (sonda de temperatura do Dig. Piloto)

Pressão parcial calculada por:

$$P(SO2) = P_{Total} - P(H2O) \quad P(H2O) = 10^{5,892-2198/T} \text{ bar}$$

T- Temperatura de cozimento [K] (sonda de temperatura do Dig. Piloto)

Ptotal – Pressão do Digestor [bar] (sonda de pressão do Dig. Piloto)

P(H2O) – Pressão parcial do vapor à temperatura de coz. [bar]

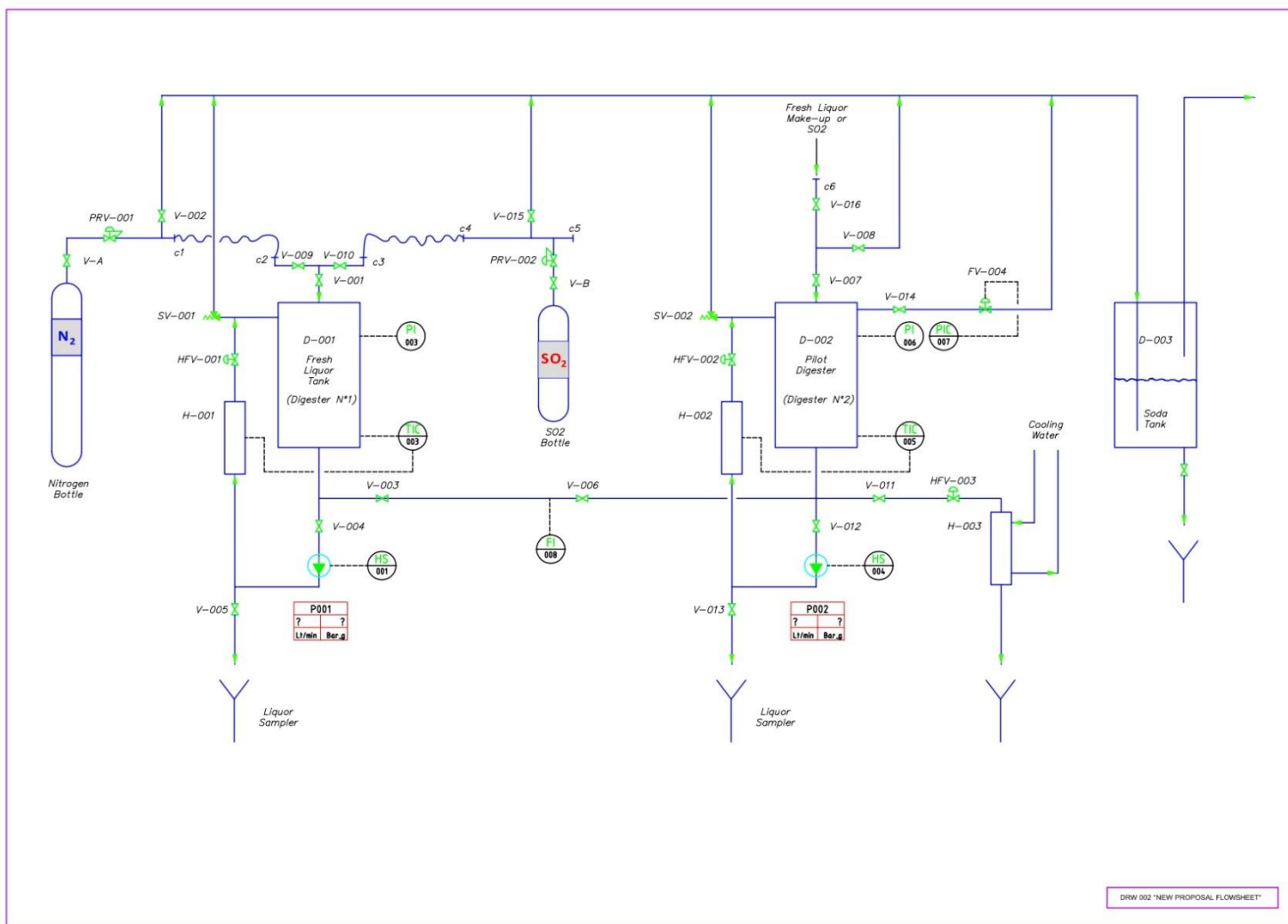


Figura 54 - P&ID Digester Pilot

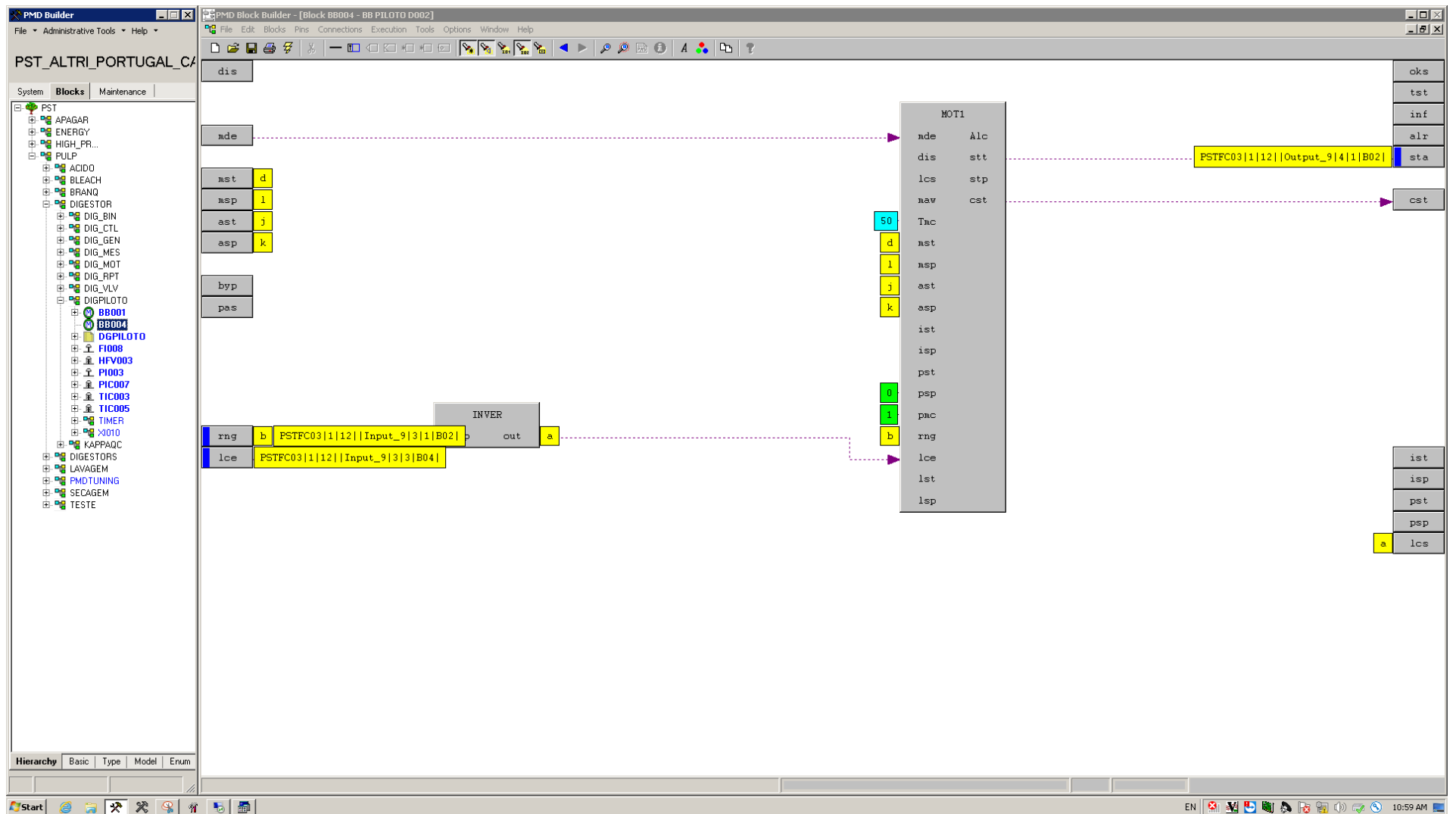


Figura 55 - Bloco Controle HS-004 (Retirado do DCS)

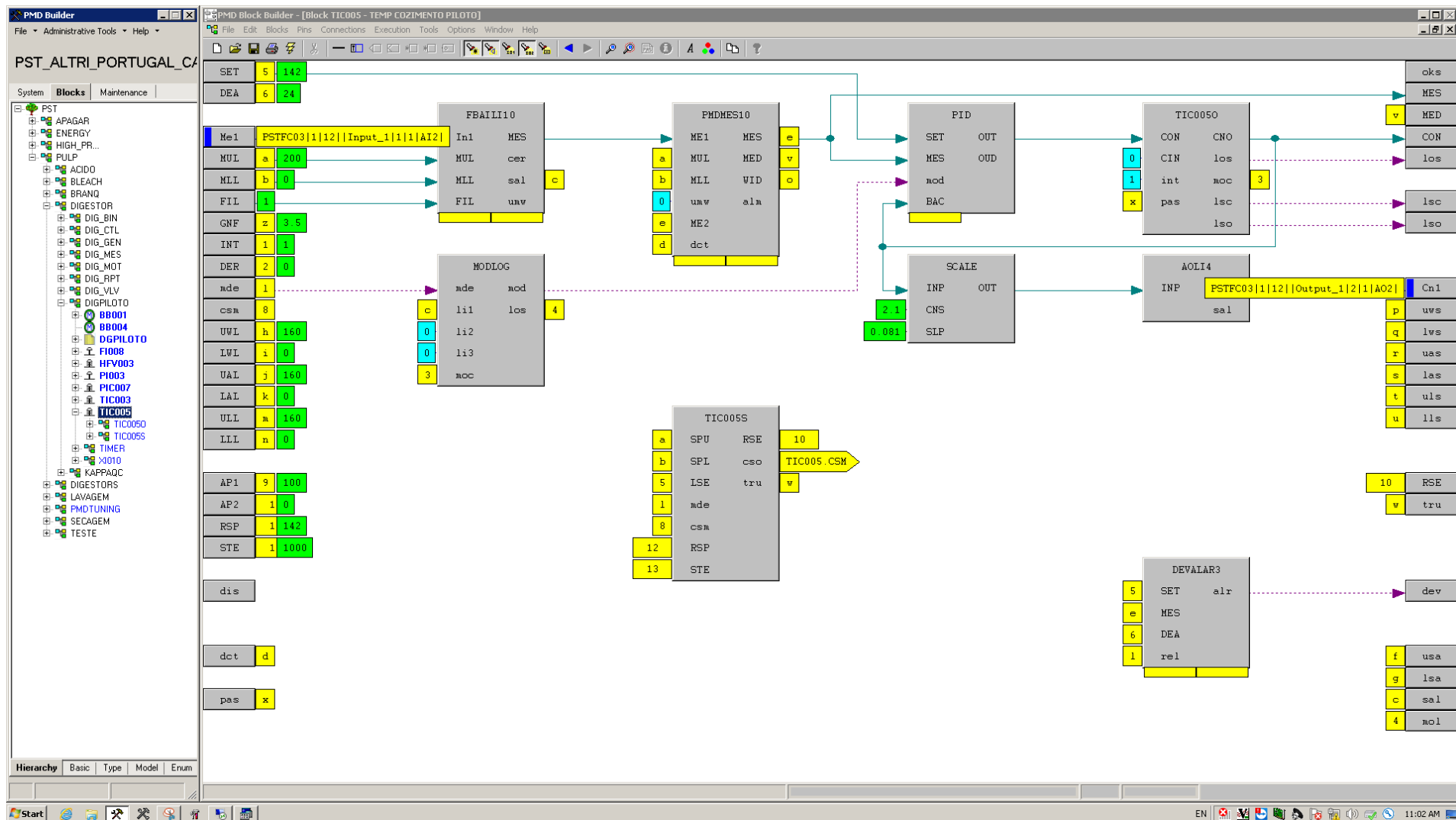


Figura 56 - Bloco de Controlo TIC005 (Retirado do DCS)

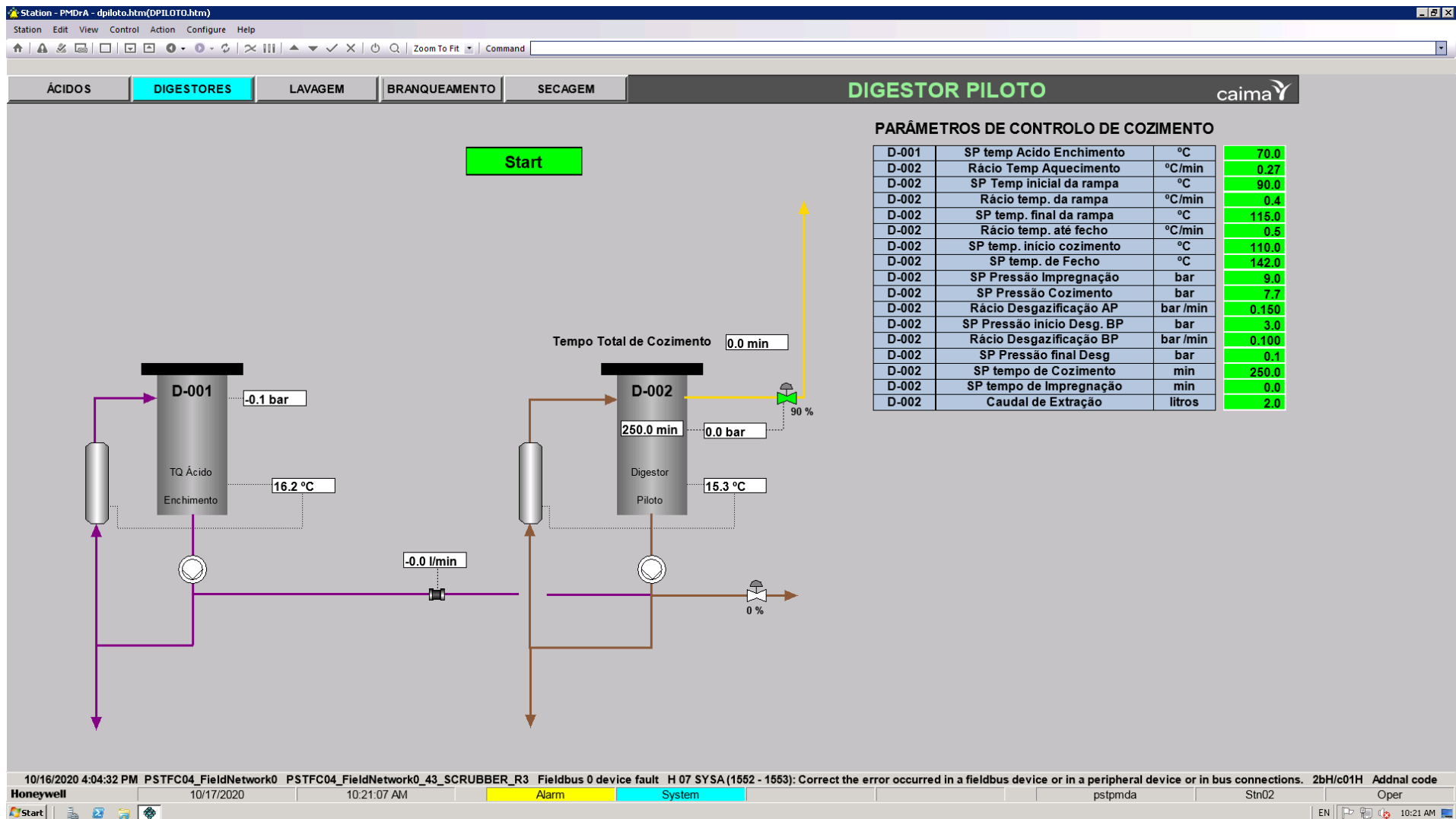


Figura 57 - Display de Controlo (Retirado do DCS)

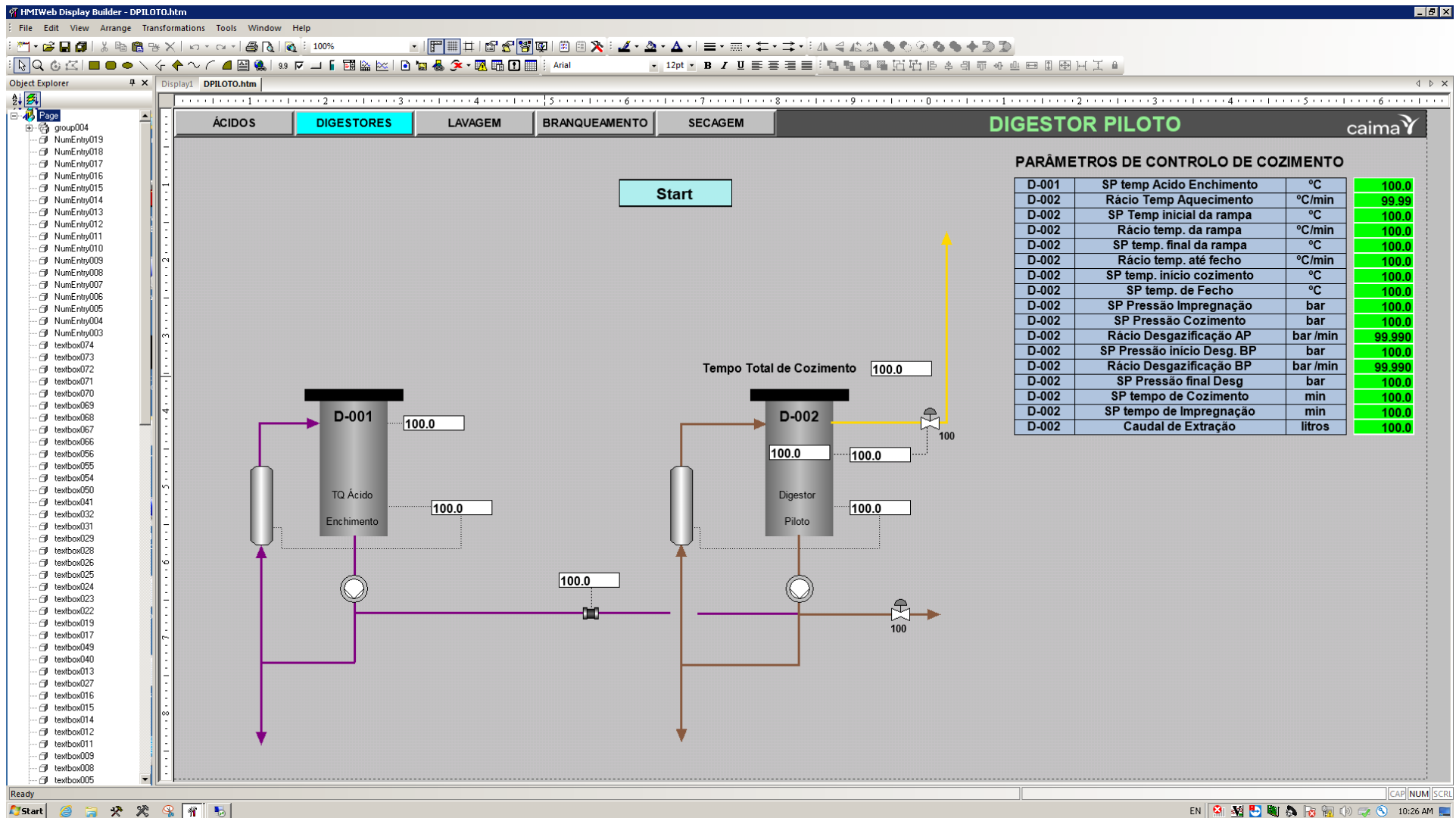


Figura 58 - HMI display builder (Retirado do DCS)

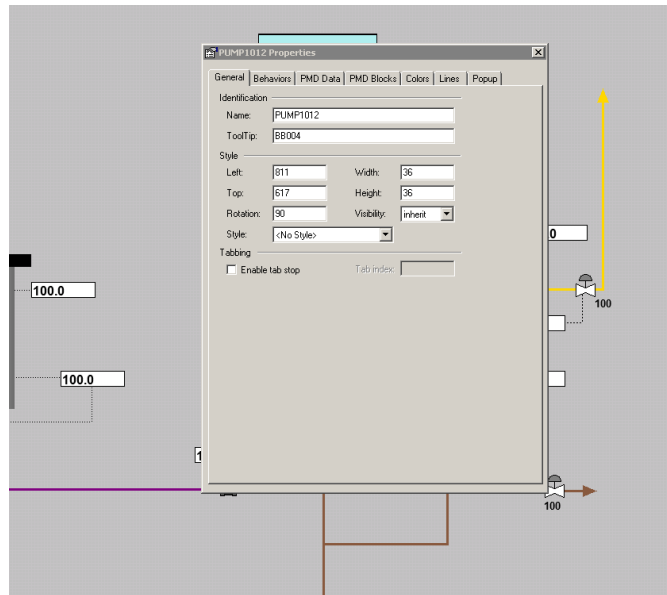


Figura 59 - Janela de Configuração (Retirado do DCS)

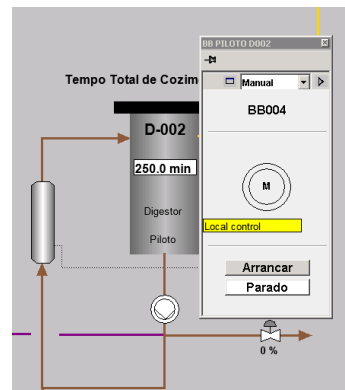


Figura 60 – Faceplate (Retirado do DCS)



Figura 61 - Estilha cozida

5.3. Manutenção

Durante o estágio as tarefas de manutenção consistiram essencialmente em dois tipos: Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva.

5.3.1. Manutenção Corretiva

Esta atividade de manutenção consistiu essencialmente na resolução das avarias, que iam acontecendo e que afetavam os sistemas de controlo, como por exemplo substituição de cartas de IO's, de controladores, reparação das estações de operação, substituição de OZD (*Fiberoptic Repeater*), entre outras. Nas avarias de cartas de IO's a minha tarefa primordial era garantir que ao substituí-las a instalação não sofria nenhuma paragem. Desta forma, muitas vezes isso passava por realizar *bypass* aos encravamentos que envolviam os sinais existentes nessas cartas; outras vezes, simplesmente forçando os sinais para que o sistema não notasse a falta deles. As avarias dos controladores são um pouco mais críticas visto que em alguns casos, mesmo existindo redundância nos controladores, a mesma não atuava. Isto verificava-se quando a avaria no controlador se centrava nas portas *profibus*, o que faz com que não se realize o *failover* para a redundância, visto que encarava isso como uma avaria externa e não interna. Nesse caso, primeiro tive de realizar um manual *failover* para o outro controlador e só depois iniciava a substituição do controlador existente. Para se substituir um controlador no sistema PMD é necessário verificar o *mac address* do mesmo, o qual se encontra presente na sua frente no caso dos FC (Figura 62) e no topo no caso dos FCE. Após esse passo, é necessário aceder ao servidor que está como primário, abrir o *software* DHCP (Figura 63) e depois seleccionar o FC que se pretende substituir, modificando o *mac address* que lhe está atribuído. Após isso, pode-se ligar o controlador e este sozinho realiza a sua sincronização.

As reparações das estações de operação consistiram em detetar qual a avaria e após isso contactar a empresa que realiza a assistência para o envio da nova peça de forma a substituí-la. Quando a avaria é de uma *mother board* ou de um processador a empresa envia um técnico com a peça para realizarem eles próprios a substituição. Já as avarias dos OZD criavam sempre paragens da instalação a que pertenciam, pois eles eram os

responsáveis pela comunicação *profibus* entre controladores e IO's remotas. A função do OZD é a de converter a comunicação *profibus* para fibra-ótica e vice-versa, logo qualquer avaria nestes equipamentos faz com que a *rack* a ele ligada deixe de comunicar. Neste caso, o importante é a sua rápida substituição.

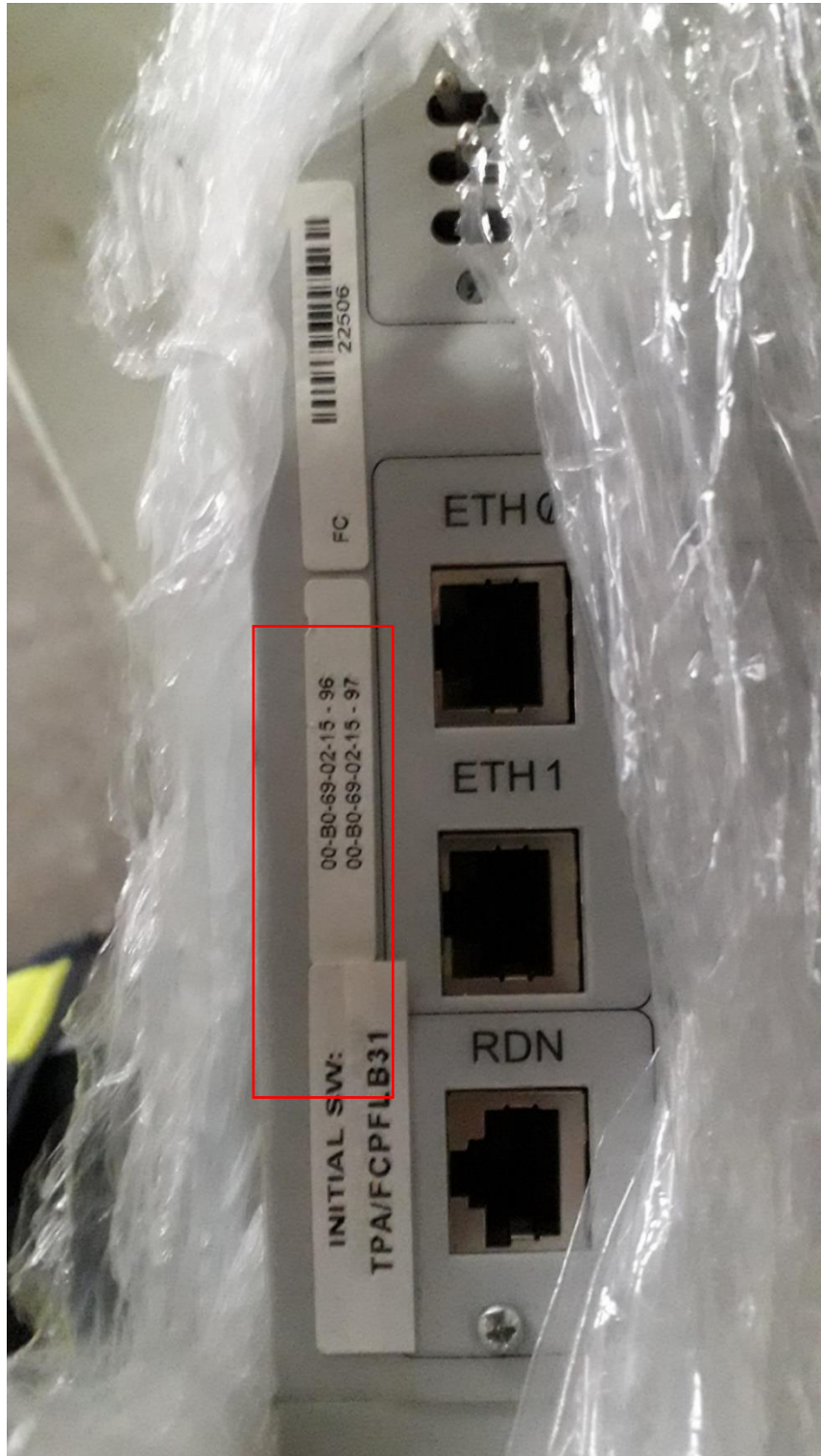


Figura 62 - Controlador FC

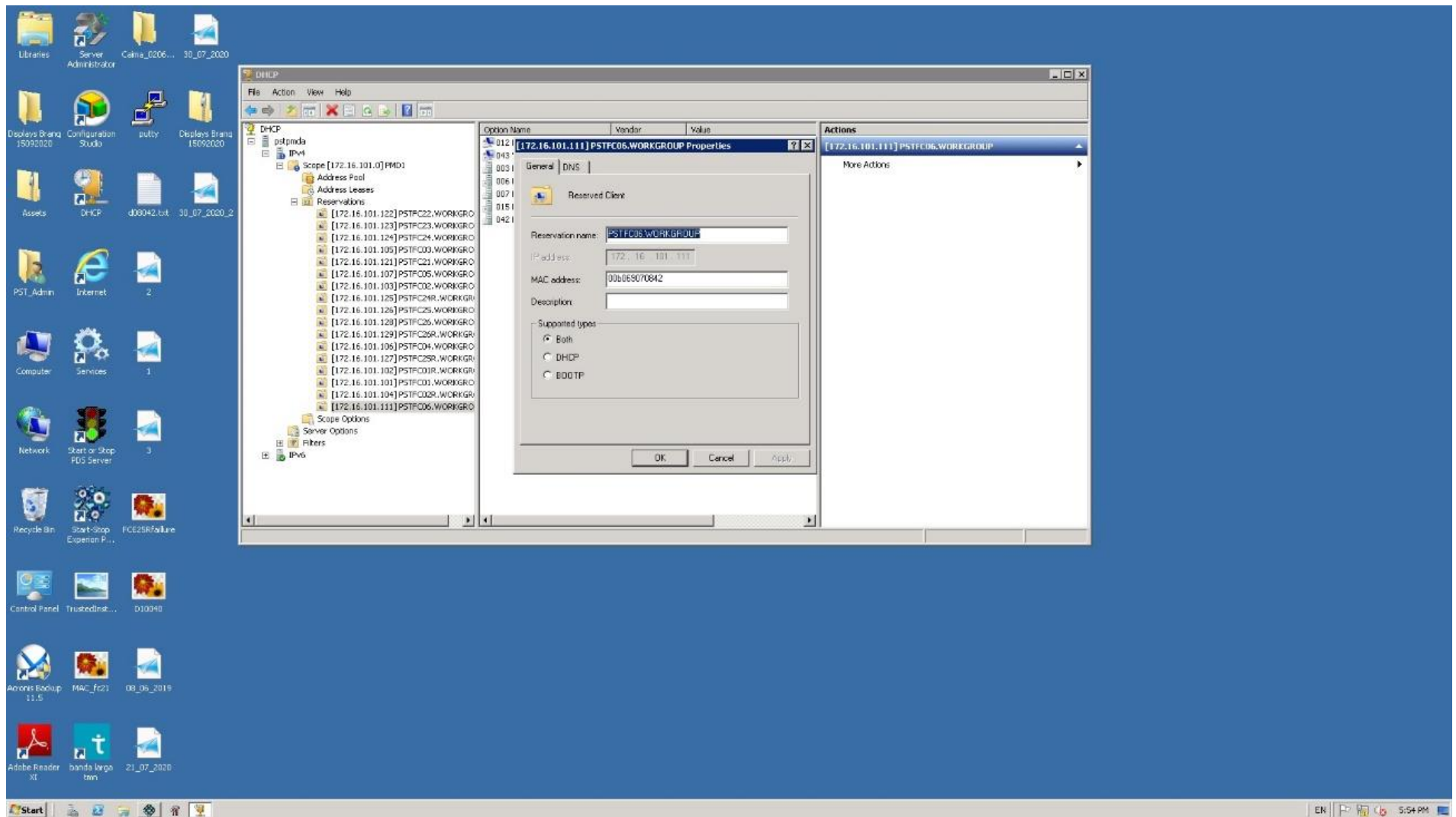


Figura 63 - DHCP

Muitas das avarias encontradas geram a criação de uma análise de causas para se perceber qual a principal razão das mesmas e para que possam ser criadas rotinas de manutenção que as possam prever ou mesmo evitar. Para tal é utilizada uma metodologia para essa análise chamada de três C's. O primeiro "C" refere-se ao caso, ou seja, a descrição do problema que ocorreu. O segundo "C" é onde se realiza a análise de causas e para isso é utilizado um diagrama de *ishikawa* e a análise dos cinco porquês (Figura 64). No diagrama de *ishikawa* é onde se colocam as várias hipóteses que levam a que uma avaria aconteça, por exemplo sobretensão, corrosão, fim de vida, má operação, etc. Logo, na análise dos cinco porquês é onde vamos perceber se essas várias hipóteses são realmente a causa, e se sim, o porquê de ela ter acontecido. Isto tudo leva-nos depois ao terceiro "C" que é a contramedida, i.e., o que foi realizado para combater o problema. Em alguns destes casos a contramedida levou a que fossem criadas algumas rotinas de manutenção e inspeção.

Coube-me a mim criar duas rotinas de inspeção, uma para todos os armários do sistema (Figura 65) e outra para a rede *ethernet* do sistema PMD (Figura 66). A realização destas rotinas deve ser desempenhada pela oficina de instrumentos.

A rotina de inspeção criada aos armários do sistema consiste na verificação da limpeza e oxidação do armário e também na verificação da existência de erros nos equipamentos nele existentes, e respetiva resolução se não estiverem conformes. Esta rotina surgiu depois de ter existido um *shutdown* geral na fábrica e um dos PLC ter perdido toda a sua programação, o que levou a que quando a potência elétrica foi reposta esse PLC não permitisse a comunicação das turbinas com a rede geral. Para resolver esta situação foi preciso voltar a carregar a programação no mesmo, o que levou a um aumento no atraso do arranque do processo.

A rotina para a rede *ethernet* consiste na verificação da comunicação entre todos os *switches* correndo o comando *ping* na estação de engenharia. Esta rotina teve origem numa falha de todas as estações de operação na sala de comando da energia, pois um dos *switches* já estava parado sem que se tivesse detetado e, para complicar a situação, existiu uma avaria no outro, fazendo com que fosse impossível a operação da instalação.

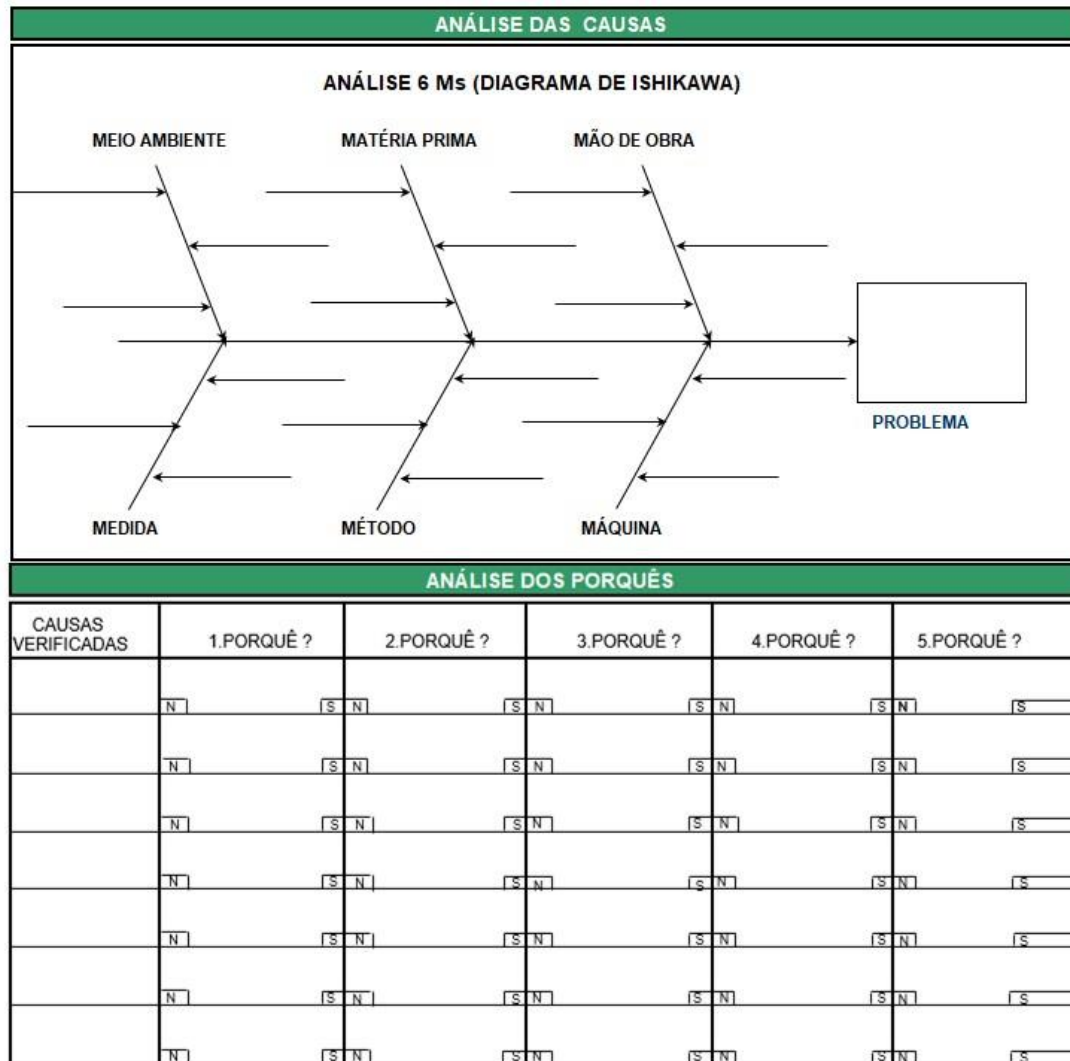


Figura 64 - Análise de Causa

Manutenção Preventiva Armários de Sistemas

Armário: _____

Actividades:

Verificar:

	C	NC	NA
A obstrução dos respiradores do armário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de sujidade e humidade no exterior e interior dos armários e seus equipamentos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pontos de oxidação das peças das estruturas do bastidor interno dos armários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de identificação de armário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de versão atualizada de esquemas no armário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funcionamento da refrigeração do armário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Existência de erros:			
PLC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IO Rack	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fontes de Alimentção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FC/FCE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Switchs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outros: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Limpeza:

Limpeza interior e exterior do armário e seus equipamentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Legenda: C - Conforme; NC - Não conforme; NA - Não aplicável

Observações:



Perigo de electrocussão

Responsáveis:

Executado por: _____
 Data : _____

Figura 65 - Rotina armários

Manutenção Preventiva Rede de Sistemas

Actividades:

Aceder à estação de engenharia honeywell.

USER: PST_Engr1

PASSWORD: SID2906_PST

Abrir Linha de Comandos

Pingar os IP's listados abaixo

ex. ping 172.16.101.71

Lista de IP's:

	C	NC
172.16.101.11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
172.16.101.37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda: C - Conforme; NC - Não conforme

Observações:

Responsáveis:

Executado por: _____

Data: _____

Figura 66 - Rotina redes

5.3.2. Manutenção Preventiva

Esta atividade de manutenção consiste numa série de ações a realizar em paragem fabril. Entre elas insere-se a manutenção geral ao sistema de controlo PMD. Esta é realizada pela *Honeywell* e cabe-me a gestão do trabalho por eles realizado e a sua inserção em todas as outras atividades de paragem para que a sua realização não prejudique o seu bom desenrolar. A *Honeywell*, durante este tempo de manutenção, verifica o funcionamento de todos os equipamentos, o estado das redes, a realização dos *backups* de todas as estações de operação, das estações de engenharia e dos servidores, a limpeza de armários e a substituição de alguns elementos de desgaste do sistema. Outra das atividades que realizo durante a paragem é a realização de *backups* a todos os PLCs da fábrica e também a realização de *backups* das estações de operação dos outros sistemas, de modo a que, em caso de avaria, seja possível rapidamente repor o seu funcionamento.

Outra atividade de manutenção preventiva que realizo é a de verificar o preenchimento das rotinas de manutenção referidas anteriormente e atuar em conformidade em caso de existir uma avaria detetada num desses equipamentos.



6. Conclusão

Este estágio abriu-me as portas a um mundo completamente desconhecido. O conhecimento adquirido no decorrer do estágio foi enorme e permitiu-me evoluir tanto a nível profissional como pessoal.

A oportunidade de realizar estágio curricular na Caima, Indústria de Celulose, S.A., foi deveras gratificante e enriquecedora.

Graças à equipa experiente e qualificada nas áreas de manutenção e projetos, a minha integração foi de certo modo simplificada: foram-me facultados conhecimentos teóricos e práticos que vieram complementar a minha formação académica e adquiri novos conhecimentos que permitiram alargar os horizontes.

A realização do estágio de mestrado permitiu aprofundar os conhecimentos sobre diversos elementos que integram a automação industrial. Em relação a esta, o estágio foi maioritariamente orientado para a implementação de estratégias de controlo, mas também para o desenvolvimento de rotinas de manutenção.

Em relação aos projetos que foram realizados pela empresa durante o decorrer do estágio e nos quais tive a oportunidade de estar envolvido, todos foram de imensa importância e de carácter de conhecimento elevado. Após algumas atividades realizadas com acompanhamento, começou-me a ser requerido que gerisse as equipas de automação afetas aos projetos e coordenasse os trabalhos de automação com as outras especialidades envolvidas nesses projetos.

Analisando o trabalho realizado durante este estágio, relativamente aos novos projetos o mesmo revelou-se gratificante pois as soluções escolhidas para a realização dos projetos revelaram-se acertadas, visto o objetivo ter sido atingido. No projeto DP2.0 as opções tomadas pela instalação de novos controladores e pela instalação das *racks* ML200 revelaram-se as mais acertadas. Estas permitiram a realização de todos os testes de funcionamento da instalação antes da entrada ao serviço, sem que a instalação existente sofresse qualquer paragem inesperada e, também, mantendo o *standard* da fábrica no que respeita aos IO's permitiu que os erros de ligação que foram ocorrendo durante as montagens fossem facilmente detetados. Na solução proposta da criação da nova sala de sistemas também mostrou ser a solução mais acertada, tendo como comparação a

necessidade de instalação de equipamentos novos com resistência a ambientes que provocam muita corrosão. Após a criação da sala, alguns equipamentos já existentes na fábrica e que não houve a possibilidade de serem mudados para a nova sala foram substituídos por equipamentos mais resistentes, incrementando a fiabilidade, mas mesmo assim a resistência e a durabilidade não foi a desejada para uma fábrica de laboração continua. A juntar a isto, é de salientar que em todos os equipamentos migrados para a nova sala ainda não ocorreu qualquer avaria.

No que diz respeito aos projetos de melhoria contínua, as soluções tomadas também se revelaram acertadas uma vez que a redução do consumo elétrico nas bombas de média consistência é uma realidade: desde então, e está em otimização constante para que possa ser cada vez mais efetiva.

No projeto do digestor piloto, todas as alterações efetuadas se revelaram um sucesso, pois logo ao segundo teste este estava a realizar um cozimento dentro dos parâmetros de qualidade, o que permitiu a realização de testes de cozimento com outras matérias primas e esses testes já foram replicados e introduzidos no funcionamento normal da fábrica, tendo-se produzido já pasta recorrendo a outras matérias primas sem ser a madeira de eucalipto.

Em suma, posso concluir que a diversidade de atividades realizadas durante o estágio permitiu adquirir novos conhecimentos, o que me leva a concluir que o balanço final é bastante positivo. Foi possível aprofundar e colocar em prática os conhecimentos já adquiridos na teoria, permitindo expandir as competências técnicas e práticas. Foi sem dúvida um estágio muito produtivo e gratificante por ter realizado projetos que têm como finalidade a sua aplicação.

A supervisão e acompanhamento por parte dos colaboradores da empresa foi sempre baseada no profissionalismo e entajuda, permitindo que o estágio se revelasse numa enorme oportunidade e uma mais valia a nível profissional e pessoal. Na empresa é notório o grande espírito de equipa com relações interpessoais baseadas na confiança e respeito pelo outro. Todos estes aspetos conduziram para o sucesso e para que todos os objetivos propostos para o estágio fossem cumpridos.

Referências

- ALTRI. (2020). *ALTRI - CAIMA*. Obtido de <http://www.altri.pt/pt/what-we-do/pulp/caima>
- CAIMA. (2008). Manual de Integração. *Processo de Gestão interna 60/2008*. CAIMA.
- CAIMA. (2016). Manual Introdutório ao Processo de Produção. DPP.
- CAIMA. (2018). Manual de Gestão. Constancia : DCTSG.
- CAIMA. (2020). Obtido de <http://www.caima.pt/pt/contactos>
- CAIMA. (2020). *InfoCAIMA*. Obtido de <http://caimainfo/caimainfo/index.php?id=empresa>
- HONEYWELL. (2007). Experion PKS - Automation System. KUOPIO, FINLAND: HONEYWELL.
- HONEYWELL. (2015). CAIMA - Pulp Line & Energy Routemap. Varkaus, Finlândia: HONEYWELL.
- Honeywell. (2015). *Experion PKS with PMD Controller R831.1 System Documentation*. Kuopio, Finland: Honeywell Oy.
- Honeywell. (2015). Field Controller User's Guide. Finlândia: Honeywell.
- Honeywell. (2015). Getting Started User's Guide. Finlândia: Honeywell.
- Honeywell. (2015). HMIWeb Display Building Guide. Finlândia: Honeywell.
- HONEYWELL. (2015). Network Planning and Design Guide. KUOPIO, FINLANDIA: Honeywell.
- HONEYWELL. (2017). Sistem Architectur. KUOPIO, FINLANDIA: HONEYWELL.
- Honeywell-Oy. (2015). Field Controller Express User's Guide. Finlândia: Honeywell .
- Mehta, B. R., & Reddy, J. (2014). *Industrial Process Automation Systems*. Butterworth-Heinemann.
- Phoenix Contact. (2020). Obtido de <https://www.phoenixcontact.com/online/portal/us?uri=pxc-oc-itemdetail:pid=2904601&library=usen&tab=1>

Tonitrus. (2020). Obtido de <https://www.tonitrus.com/en/ups/apc/smart-ups-c/10122862-003-apc-ap7553-basic-rack-pdu-zero-u-steckdosenleiste-rack-montierbar-wechselstrom-230-v/>

Anexos

Anexo A – FCE (PMD) Controller

Product Information Note



FCE (PMD) Controller



Honeywell's FCE (PMD) Controller is used in process, machinery and drives (PMD) technology to control fieldbus-based processes and process equipment. It has all the features required for controlling continuous and batch processes, machines and standalone and coordinated line drives. Its control tools support the conventional controls and logic, plus the advanced control methods such as fuzzy logic, neural net, optimization, multivariable controls and statistical process control.

The FCE Controller includes two Profibus fieldbus interfaces that support the Profibus standard EN50170 and interface DP/VO, V1, V2, Class 1 and 2 Master. It has a multi-speed UPLINE/IOLINE highway interface that allows the TotalPlant Alcont rack-based I/O (IOLINE) and the XPR-A based process modules (UPLINE) to be connected to the system. The FCE Controller connects to the automation system's network through an Ethernet interface. It includes a control application execution environment for direct control of the process and any fieldbus-resident devices beyond the fieldbus.

The FCE Controller's control functions and fieldbus interfaces, and the functions of fieldbus-connected devices, are defined with the Experion PKS with PMD controller automation system's standard definition tools. Consequently, data is displayed in an identical form by the application, regardless of the device and the fieldbus in use.

Due to its high capacity, fieldbus interfaces and functions, the FCE Controller meets the diverse control needs of various industries, offering:

- Ready-made solutions for flexibility and convenience
- Integrated tools to manage applications and system and field device definitions
- Centralized fieldbus maintenance and alarm and diagnostics management

- Profibus fieldbuses that can be easily extended and distributed

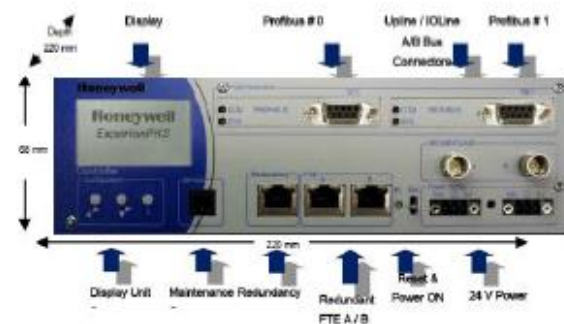
Features

High Control Capacity

Up to 750 devices with I/O data, in total, can be connected to one FCE Controller through Profibus fieldbuses, I/O Web Link devices and the IOLINE highway. One FCE Controller can control as many as 7,000 I/O channels. The maximum number of devices connected to each bus depends on the capacity of the bus. Since the FCE Controller also includes the control application execution environment, the control response times are very short, resulting in high control capacity. The controller functions as the host for the integrated fieldbus, supervising the fieldbus functions.

Embedded Fieldbus Data

The data generated by and relayed from a FCE Controller-Profibus or I/O Web Link-connected fieldbus will be available in the automation system in the same way as any other system data. The fieldbus data is defined by the automation system's fieldbus definition tool (PMD Builder) showing the fieldbus I/O data as standard I/O data items in the application's I/O pins. Separate display programming is not required. The diagnostic and alarm data are displayed in the control room as system alarms and application alarms on the user interface and as fieldbus-specific data management displays and diagnostic displays.



Honeywell's Experion Process Knowledge System's device support blocks facilitate the matching of fieldbus data with the automation system application. The interface is modified by the device support blocks in such a manner that the various manufacturers' devices controlling the same function can be connected to the application without modifications. Device support blocks are available for a wide range of devices. Each manufacturer's device requires a specific support block.

Fieldbus Interface Configuration

The automation system's fieldbus interface configuration or the setting of the fieldbus interface parameters (defining the fieldbus addresses and the transferable data) takes place using the fieldbus definition software. This software package is located in the Experion system's Design Module and integrated as part of the module's application tools.

Design Modules are provided with a direct interface to the automation system's network. This interface enables fieldbus management in such a manner that all the fieldbus interfaces of any single system department can be configured, diagnosed and monitored through a single workstation over the system's network, without having to separately connect the workstation to each of the fieldbus channels involved.

Users can define and test fieldbus system configuration even during the automation project's definition stage by means of the fieldbus software. The defined fieldbus I/O data can be easily linked to the Experion system definitions. The combination of the data forms and information entity will be used automatically at a later stage to match the fieldbus I/O data items with the application in the application execution environment. In other words, the fieldbus I/O data will be embedded in the system's normal I/O world without specific awareness of a fieldbus being present.

Maintaining and Diagnosing Fieldbus

In addition to the normal I/O channel data, the FCE Controller produces channel-specific diagnostic and status data pertaining to each I/O unit connected to it. The collection of I/O channel-specific diagnostic and status data enables accurate observation of field device faults and the location of process malfunctions. These diagnostic and status data items can be automatically used by the automation system applications.

In addition, the automation system's user interface features a diagnostic display which displays the diagnostic data in the

same way as any other system control variables or process values. This function enables the monitoring and diagnosis of a single device without the use of fieldbus-specific tools.

Any alarm data generated by the fieldbus interface and the devices connected to the system through the fieldbus will also be automatically routed to the automation system's alarm system. The alarm system will present the alarms in displays just like any other system alarms. Any alarms created by the interface and the fieldbus devices will also be available to the supervising automation application, in addition to the measurement status data.

Construction and Functions

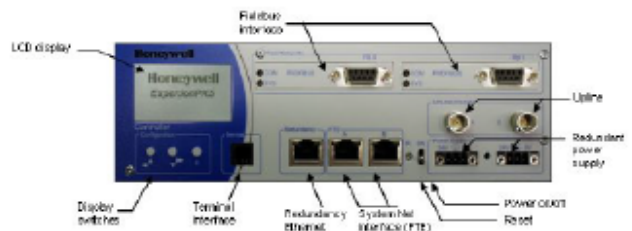
Processor unit

The heart of the processor unit is a 32-bit 1,06 GHz Celeron processor or equivalent. Excellent processor performance is ensured by a module-supported direct 64-bit RAM memory interface with a clock frequency of 533 MHz. The COM Express module also supports the PCI express bus, to which the Ethernet chips are connected.

Rugged Industrial Housing

- The FCE controller meets demanding process industry needs:
 - Tolerates corrosive gases and dust
 - Tolerates wide temperature range
- A compact steel box with cooling fins at the back side of the controller eliminates the need for a fan
- Resistance to vibration and shock
- Conformance with EMC regulations
- Embedded systems circuitry inside

FCE Controller front panel interfaces and switches.



System Net interface

The FCE Controller connects to the System Net through the Ethernet interface (FTE). The Ethernet mode (full or half-

duplex) and speed 10/100/1000 Mbit/s can be selected automatically or manually through the display menu for all three Ethernet connections.

System Net Cabling

There are two RJ45 connectors on the FCE Controller's front plate for the Ethernet connection. The A connector is used for the System Net's A side connection and B connector for the B side connection. In a non redundant network the connection can be either A or B.

Terminal Interface

The FCE Controller is provided with a terminal interface for maintenance and software development needs. The terminal interface is a passive galvanically isolated current loop interface.

Power Supply

Feeding power is fed through the 3-pin screw-locked connector. When using a non-redundant power supply power feeding can be connected to either one of the connectors.

Reset

By using the reset button, you can boot the FCE Controller in two different ways:

- Pressing the reset button longer than 1 second but less than 4 seconds, the FCE Controller will "warm boot", then only the FCE Controller's operating system restarts. The memory content will not be erased.
- Pressing the reset button longer than 4 seconds, the FCE Controller cold boots erasing the memory content.

Power on/off

FCE Controller has a separate power switch located beside the power supply connectors.

FCE Controller Redundancy Interface

The FCE Controller redundancy is implemented with the Redundancy Ethernet interface.

CompactFlash and Upline interface

CompactFlash Interface

FCE Controller's system software is saved into the CompactFlash memory sized a minimum of 1 GB. If necessary, the CompactFlash memory card can be replaced from the front of the device by removing first the front cover.

Upline/I/Oline Interface

The controller features a multi-speed Upline/I/Oline highway interface. It can be used to connect TotalPlant Alcont I/O extension racks (I/Oline highway) and TotalPlant Alcont XPR-A-based process modules (Upline highway). The highway data transmission rate can be selected as 1 Mbit/s, 2 Mbit/s or 4 Mbit/s.

Profibus Interfaces

Both Profibus interfaces have their own processor for data transmission. The COM Express processor communicates with the processors by using a dual port memory.

Display

FCE Controller is provided with a 128x164 sized LCD display to indicate various card states. The display is a black and white model based on the FSTN techniques and equipped with a LED background light. The display response time is 150 ms.



Installation

Installing the FCE Controller in the Mounting Shelf

In the mounting shelf assembly the FCE Controller is assembled in a metal enclosure (houses two FCE controllers) which in turn is furnished in a 19" rack. The metal enclosure is provided with the sliding side bars for the FCE controller attachment.



The mounting shelf goes inside the PMD Controller cabinet. There is room for 10 FCE Controller shelves per PMD controller cabinet, therefore a maximum of 20 FCE controllers per cabinet.



The FCE Controller mounting shelf is 19" wide and 2U high. One mounting shelf accommodates two FCE Controllers side by side.

The process interfaces are connected to the FCE Controller through fieldbuses and Upline/Ioline (TPA rack-I/O). All interfaces are connected through the connectors located on the controller's front panel.

The FCE Controller Process Interface Options

The following process interface options are provided for the non-redundant FCE Controller.

	Non-redundant FCE Controller and Profibus	Non-redundant FCE Controller and IOC interface (non-redundant or redundant) for TPA I/O extension racks	Non-redundant FCE Controller and non-redundant XPR-A-based process modules
Controlling processor	FCE Controller: processor unit	FCE Controller: processor unit	FCE Controller: processor unit Process module: XPR-A/FST
Fieldbus interfaces	Profibus FCE Controller: 2 Profibus interfaces	Profibus FCE Controller: 2 Profibus interfaces	Profibus FCE Controller: 2 Profibus interfaces
Highway interface		IOLINE FCE Controller: Upline/IOLINE interface I/O extension rack: IOC/FST/N	UPLINE FCE Controller: Upline/IOLINE interface Process module: XPR-A/FST
Power supply	FCE Controller: external 24 V Field devices: external 24 V	FCE Controller: external 24 V Field devices: external 24 V I/O extension rack: IOPS	FCE Controller: external 24 V Field devices: external 24 V Process module: LPS-A or MPS
Process interface devices /cards	FCE Controller: supported devices for Profibus	FCE Controller: supported devices for Profibus I/O extension rack: All TPA process interface cards	FCE Controller: supported devices for Profibus Process module: All TPA process interface cards, limited functionality for PFI and SCI cards

Standards and approvals

EMC	EN61000-6-2 :2005 (immunity) EN61000-6-4 :2007 (emissions)
------------	---

Processor unit

Processor	Intel Celeron 1,06GHz or similar
RAM memory	512 Mega bytes
Application memory space	16 Mega bytes
Nonvolatile read memory	CompactFlash memory card >1GB
Calendar clock accuracy	0.5 s / day
LCD display	128x64 pixel graphics LCD, FSTN technique, led background light
push buttons	Three push buttons under the display for controlling the display menus

Interface unit

System Net interface	Ethernet interfaces FTE A, FTE B
Communication rate	10/100/1000 Mbit/s
Interfaces	2 pcs, RJ45 10/100/1000Base-TX (IEEE802.3)
Indicator lights	
Green	The green light flashes in phase with the message communication.
Yellow	When the yellow light is on, the bus communication rate is 1000 Mbit/s
Redundancy interface	Ethernet interface Redundancy
Interface	10/100/1000 Mbit/s 1 pcs RJ45 10/100/1000Base-TX (IEEE 802.3)
UPLINE interface	
Data transmission rate	1 Mbit/s, 2 Mbit/s, 4 Mbit/s
Cable matching	High-impedance reception, transmission 75 Ω , reflection attenuation above 20 dB
Cable interface	BNC connectors
Maximum highway length	Depends on data transmission rate and number of connected modules. See the document <i>Upline/IOLINE highway</i> .
Profibus Interfaces	PB
Number of interfaces	Max. 2
Connectors	9-pin D-connector, female
Fieldbus changeability	Profibus interfaces can be changed by removing the front panel
PROFIBUS comm. standards	RS485 and EN 50170

Experion® is a registered trademark of Honeywell International Inc.

More Information

For more information on the FCE (PMD) Controller, visit www.honeywell.com/ps, or contact your Honeywell account manager.

Automation & Control Solutions

Process Solutions
Honeywell

1250 West Sam Houston Parkway South
Houston, TX 77042

Lovelace Road, Southern Industrial Estate
Bracknell, Berkshire, England RG12 8WD

Shanghai City Centre, 100 Junyi Road
Shanghai, China 20051

April 2011
© 2011 Honeywell International Inc.

Honeywell

Anexo B – Experion PMD Release 800

Process Solutions



Product Information Note

Experion PMD Release 800



Manufacturing production plants require process, machinery, and advanced controls at all plant levels. Honeywell's process, machinery and drives (PMD) technology integrated with Experion Process Knowledge System (PKS) enables production plants to have a single, integrated automation solution.

Experion PMD R800 now integrates with native peer-to-peer connectivity with Safety Manager, Experion MX, the Experion PKS controller family and SCADA systems through parameter connection and a single point of data entry. It also includes Experion Alarm Management, Experion Integrated Historian, OneWireless™ and Digital Video Manager solutions.

Release 800 adds a new Field Controller Express (FCE) controller with over 60 percent more controller point capacity, with integrated Profibus and TotalPlant Alcont UPLINE/IOLINE highway interface.

Experion PMD Controller is easily configurable and makes maintenance easy and cost effective. It comes with a wide range of plant control methods and high control capacity to meet the diverse needs of various industries, including pulp and paper, metals, chemicals, pharmaceuticals and food and beverage. PMD controller improves performance and ensures effective management as well as safer operation of the production line.

The new release is fully scalable and continues to support migration from Honeywell's TotalPlant Alcont (TPA) systems. Customers migrating to Experion PMD are able to reuse many existing TotalPlant Alcont assets to minimize costs, and commissioning and start-up times. Existing TotalPlant Alcont application solutions are converted to Experion using existing cabinets, I/O and wiring so the costs of implementation can be minimized while significantly extending the life of assets.

Benefits

- Windows 2008-based server technique, Windows 7-based user interface technique and Ethernet-based network architecture allows flexible standard interfacing between the automation system's components.

- Fault Tolerant Ethernet (FTE) in Experion PKS control network provides fault tolerance for better performance and security of industrial control applications.
- Integrated Human Machine Interfaces (HMI) for alarm and history data process, production and business data integration.
- Field Controller (FC) and Field Controller Express (FCE) with integrated Profibus and TotalPlant Alcont UPLINE/IOLINE highway interface enables the control of continuous and batch processes, and high speed rotating machines and standalone and coordinated line drives.
- Inter-department communication.

Key Features

- Experion integrated Historian.
- Experion Alarm Management.
- Ethernet-based System Net.
- Common application engineering tools for PMD applications.
- Experion native peer-to-peer communication via parameter connection and single point of data entry. Integration with:
 - C300 and C200E.
 - Advanced PMD R800.
 - Advanced Safety Manager.
 - Advanced OneWireless R210.
 - Advanced SCADA Points.
- Process History Data (PHD) integration and PHD automatic history configuration.
- Digital Video Manager integration.
- Asset Management solutions.

PMD Controllers Support Peer Control Data Interface (CDA) for Peer Device Data Exchange

Experion PMD R800 controllers communicate with Honeywell's C300 and C200E controllers, Safety Manager and Programmable Logic Controllers, whilst the CDA communicates over Honeywell's FTE network. There are several benefits with a dedicated, direct communication path between the Experion controllers and Safety Manager. For example, the same transmitter could be used both in Safety Manager and as a transmitter for use in a control strategy in the PMD and C300 controller. The end result is that one transmitter can be removed.

Reliable Fault Tolerant Data Transmission

The FTE leverages commercial Ethernet technology to lower the costs of the FTE network infrastructure, connections to IT networks, connections to third-party Ethernet devices and ongoing maintenance and support.

Benefits

- Single FTE network is simpler to manage due to its configuration and performance. Analytical, diagnostic and security tools can access all equipment in the network from a single connection and can readily provide a perspective of the entire communication system.
- PMD and C300 controllers, the HMIWeb user interfaces, Design Module, Experion PKS Server and the safety system each connect directly to the System Net for reliable data transmissions between department components.
- In an Ethernet-based System Net, each operating station and operator has a high-speed, direct line of communication with the PMD and C300 controllers and other system stations.
- The Ethernet-based Transmission Control Protocol (TCP)/Internet Protocol (IP) network solution enables easy connection of third-party equipment to the common network.
- Communication in the System Net takes place using protocols of the TCP/IP family. The IP is used as the net layer and TCP or the User Datagram Protocol (UDP) as the transport layer. The data link layer is implemented using the Ethernet technique.

Key Features

- Four communication paths between FTE nodes.
- Tolerates multiple failures in cables, communication interface electronics and network's active devices.
- Rapid fault detection and recovery.

- Transparent to PC applications.
- Allows normal (non-FTE) Ethernet nodes.
- Online addition/removal of nodes.
- No proprietary hardware.
- Minimal overhead—no duplicate messages.
- Fully distributed—no master node.
- Easy configuration.
- Fast 100 Mbps performance.
- Fiber optic or shielded copper cable for noise protection.
- CE-Mark compliant.
- Full suite of services available for network engineering installation and management.

PMD Controllers

In addition to traditional process control functions, PMD R800 also manages smart motor center controls, hydraulic and pneumatic controls of machinery and coordinated line drive control solutions. Fast functions, such as machine element controls and coordinated line drives can be executed at a 20 millisecond cycle.

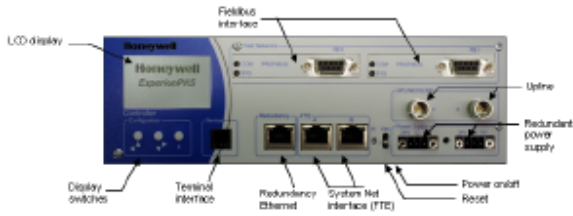
The control solutions are implemented with graphic model block structures that enable the use of conventional controls, logic and advanced control methods. The advanced control methods are based on type block functions, such as hydraulic and pneumatic controls, neural nets, fuzzy logic, optimization, predictive multivariable control and statistical process control.

Profibus Fieldbus Interface

The PMD controllers features two Profibus interfaces implemented in accordance with the standard EN50170 and interface DP/VO, V1, V2, Class 1 and 2 Master.

The PMD controllers include an application execution environment, which enables direct control of the process beyond the Fieldbus and any equipment installed along the Fieldbus. The Profibus Fieldbuses that are connected to the PMD controllers, as well as any associated Fieldbus devices, are configured and maintained with the standard automation system tool that also supports FDT/DDT functions.

The controllers are provided with a multi-speed TotalPlant Alcont UPLINE / IOLINE highway interface that enables the connection of TotalPlant Alcont departments and TPA rack-based I/O to the system. The PMD controllers connect to the System Net through its Ethernet interface.



Common Application Tools

By using Experion, the same graphic application tools are used to create, test, monitor and maintain control strategies for the PMD. The application tools cover both the conventional control methods and the advanced solutions.

The application tools used for system definitions, application definitions and system maintenance are located under the PMD Builder program in the Design Module, so they may be used through one window. These programs are used to determine, for example, the system structure, process control and logic functions and peer to peer data connections with the C300 controller, Safety System and SCADA systems.

The Fieldbus that is connected to the automation system and any associated Fieldbus devices are also configured and maintained with the system definitions tool.

The HMIWeb Display Builder is also available at the Design Module to create displays and pictures required for process control and operating purposes.

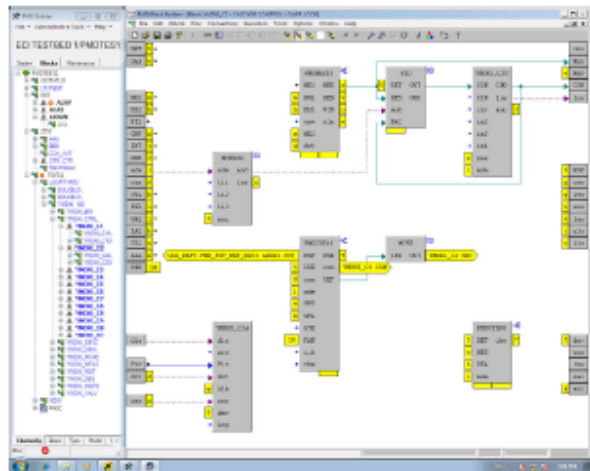
Hierarchical Open Application Structure

Creating an application solution is based on a hierarchical approach. This means that a process entity or a problem to be controlled is broken down into smaller parts. This kind of hierarchical top-down application structure also gives a clear picture of comprehensive complex control solutions.

The entire process can be viewed as a single complete structure, with the possibility of viewing each block with its sub-blocks separately. Ready-made extendable block libraries that are available in the system can be used for application definitions.

The application can be tested in the form of a block diagram through simulation on the design module screen. Simulation is possible by using the Design Module as a standalone device, or the application can be tested with the rest of the system and the process. This means that real-time process values can be displayed from the blocks being executed in the system. This is

an efficient means to ensure that the designed application functions correctly before actual commissioning. All application modifications can also be made and tested online with the Design Module without disturbing the system and the process being controlled.



HMIWeb User Interface for Process, Alarm and History Data Integration

The Experion PKS HMIWeb user interface provides a uniform environment for process operation and process data presentation for various system processes.

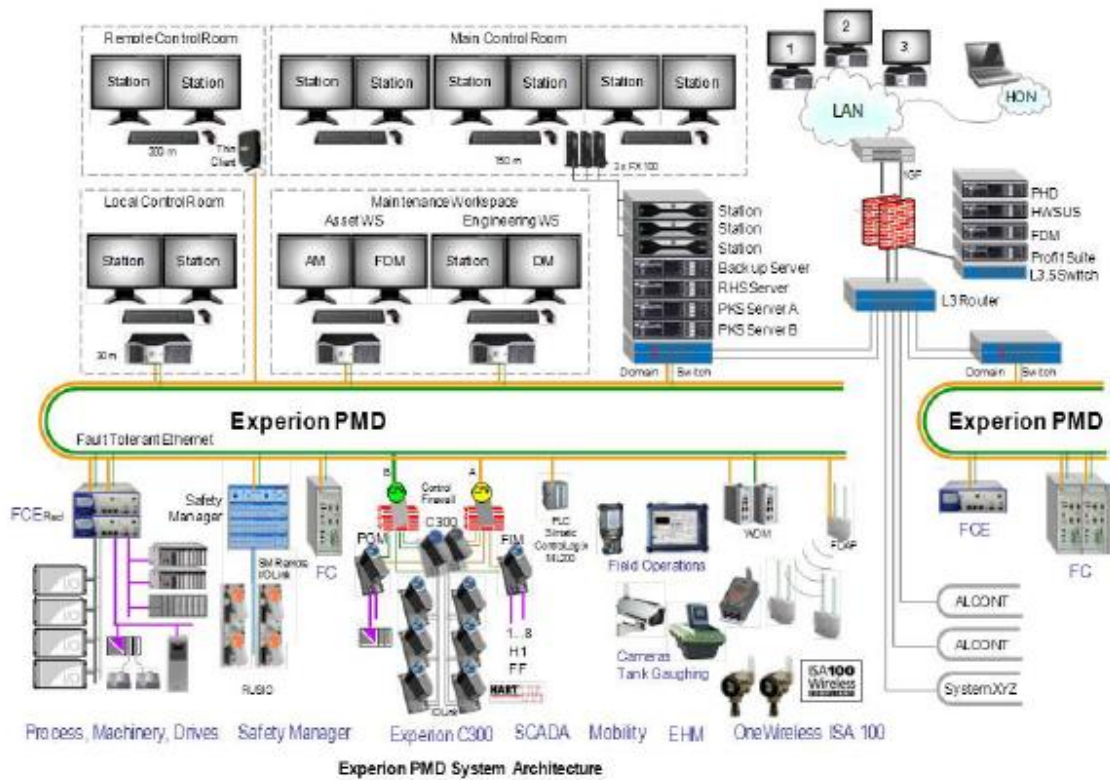
The user interface transmits real-time and historical data from the process and the system, and provides tools for operating process control applications. Experion PKS's process control applications are operated through the Experion Station Flex or Console window. The user can call up various displays and pictures (system and custom displays, pop-ups, faceplates) into the window and use them to monitor the process and change set values and other parameters.

The Station window size is easily scaled and its location can be freely moved around the screen, allowing several Station windows to be opened on the user interface simultaneously. The Station window's upper and lower parts include the tools to operate and monitor the system.

The following benefits and features are available with each Experion Station:

- The Experion HMI utilizes Honeywell's HMIWeb technology, a Web-based architecture that allows HMIs, application data and business data to be integrated.

Archived history may be accessed automatically by simply scrolling to, or directly entering, the appropriate time and date.



For More Information

Learn more about Honeywell's Experion PMD Release 800, visit our website www.honeywellprocess.com or contact your Honeywell account manager.

Honeywell Process Solutions

Honeywell
1250 West Sam Houston Parkway South
Houston, TX 77042

Honeywell House, Arlington Business Park
Bracknell, Berkshire, England RG12 1EB

Shanghai City Centre, 100 Junyi Road
Shanghai, China 20051

www.honeywellprocess.com

PN-12-47-ENG
November 2012
© 2012 Honeywell International Inc.



PROCENTEC



ProfiHub B5+R

5 Channel PROFIBUS Hub with redundancy option

The ProfiHub B5+R is an easy and robust network component to design reliable, flexible and object oriented networks. It allows wide-ranging star/tree segments and long spur lines for PROFIBUS DP installations in IP 20 environments. The ProfiHub B5 is essential to obtain better control during maintenance and upgrading of the network. The use ProfiHub results in lower operational costs and the optimization of the entire production process.

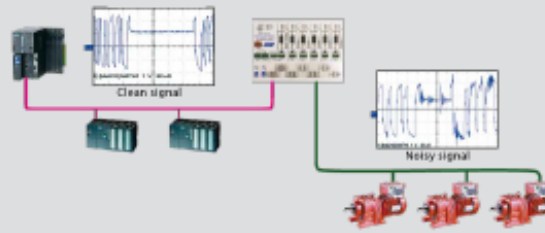
The ProfiHub B5+R is a perfect economic solution to bridge user's requirements and creates reliable star networks in RS 485 networks.

To save costs on plugs and offer flexibility, it contains screw terminals as well as DB9 connectors. The DB9 connectors are also perfect measurement points for ProfiTrace to quickly measure all segments. If bus redundancy is enabled, two segments will form a redundant pair. This creates an even more reliable network. An alarm contact is linked to events based on the status of the power supply and the bus redundancy if this is enabled.



Application areas

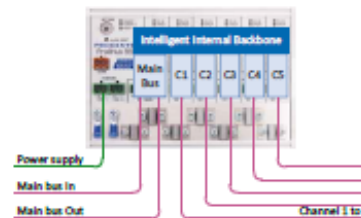
- Dynamic spur lines to devices
- Star, tree and bus structured networks
- Removable drives and motors
- Pull/Plug motor control centers
- EMC sensitive applications
- Barrier for non-galvanic isolated equipment



Example of the barrier function of the ProfiHub. Noise and EMC disturbances will not affect the backbone or the other channels.

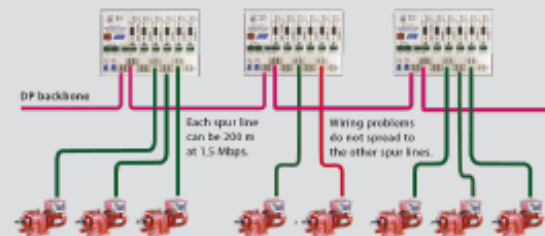
Your benefits

- Hot slave insertion/removal during operation
- Short circuit protection on each channel
- Compact and robust construction
- Screw terminals and DB9 connectors can be mixed
- Conveniently arranged networks
- Extendable installations
- Cost saving



Product features

- 5 Isolated channels
- Transparent for all PROFIBUS DP protocols in Hub
- Suitable for PROFIsafe and MPI in Hub
- 31 Devices per channel
- Max. 1200 m spur line length (depends on baudrate)
- 9.6 Kbps - 12 Mbps selectable per channel
- Screw terminals and DB9 connectors
- Configurable grounding system
- Integrated termination facilities
- IP 20 classification
- Redundant power supply
- Bus redundancy option in Hub mode



Example of dynamic spur lines to instruments. The devices can be added and removed during operation.



Anexo D – Basic Rack PDU AP7553



Basic Rack PDU

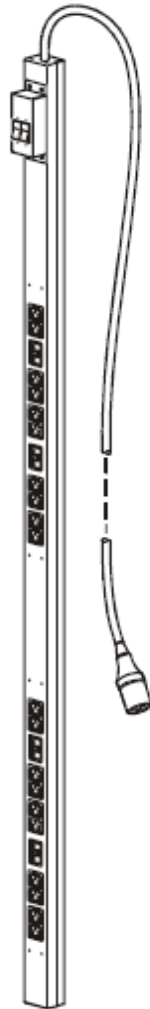
Overview

The American Power Conversion® Basic Rack PDU distributes power to devices in the rack.

Outlets. The Rack PDU has twenty IEC-320-C13 outlets, and four IEC-320-C19 outlets.

Power cord. The 10-foot (3.05-meter) power cord terminates with a IEC-309 32 A connector.

AP7553



Specifications for AP7553

Electrical

Input connector	IEC-309 32 A plug
Output connectors	20 – IEC-320-C13, 4 – IEC-320-C19 outlets
Nominal input voltage	230 VAC
Acceptable input voltage	± 10% of normal voltage
Input frequency	49–63 Hz

Physical

Size (H × W × D)	63.75 × 2.19 × 1.73 in (161.92 × 5.56 × 4.39 cm)
Shipping Dimensions (H × W × D)	84.00 × 6.00 × 5.00 in (213.36 × 15.24 × 12.7 cm)
Weight	12.25 lb (5.56 kg)
Shipping weight	14.25 lb (6.46 kg)

Environmental

Elevation (above MSL)	
Operating	0–15,000 ft (0–4500 m)
Storage	0–50,000 ft (0–15 000 m)
Temperature	
Operating	–5 to 45° C (23 to 115° F)
Storage	–25 to 65° C (–13 to 149° F)
Humidity	
Operating	5–95% RH non-condensing
Storage	5–95% RH non-condensing

Compliance

Safety verification	VDE, CE
---------------------	---------

990-1895-001

06/2004



Anexo E – Power supply – QUINT4-PS

<https://www.phoenixcontact.com/us/products/2904601>



Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Please be informed that the data shown in this PDF Document is generated from our Online Catalog. Please find the complete data in the user's documentation. Our General Terms of Use for Downloads are valid (<http://phoenixcontact.com/download>)



Primary-switched QUINT POWER power supply with free choice of output characteristic curve, SFB(selective fuse breaking) technology, and NFC interface, input: 1-phase,output:24VDC/10 A

Product Description

The fourth generation of the high-performance QUINTPOWER power supplies ensures superior system availability by means of new functions. Signaling thresholds and characteristic curves can be individually adjusted via the NFC interface.

The unique SFB technology and preventive function monitoring of the QUINTPOWER power supply increase the availability of your application.

Your advantages


- SFB technology trips standard circuit breakers selectively, loads that are connected in parallel continue working
- Preventive function monitoring indicates critical operating states before errors occur
- Signaling thresholds and characteristic curves that can be adjusted via NFC maximize system availability
- Easy system extension thanks to static boost; starting of difficult loads thanks to dynamic boost
- High degree of immunity, thanks to integrated gas-filled surge arrester and mains failure bridging time of more than 20 milliseconds
- Robust design thanks to metal housing and wide temperature range from -40°C to +70°C
- Worldwide use thanks to the wide range input and international approval package



COMPLETE line SFB Technology



Key Commercial Data

Packing unit	1 pc
GTIN	 4 046356 985338
GTIN	4046356985338
Weight per Piece (excluding packing)	1,120.000 g
Custom tariff number	85044030
Country of origin	Thailand

01/03/2021 Page 1 / 11

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

Dimensions

Width	50 mm
Height	130 mm
Depth	125 mm
Width with alternative assembly	122 mm
Height with alternative assembly	130 mm
Depth with alternative assembly	53 mm
Installation distance right/left	5 mm / 5 mm
Installation distance top/bottom	50 mm / 50 mm

Ambient conditions

Degree of protection	IP20
Inflammability class in acc. with UL 94 (housing / terminal blocks)	V0
Ambient temperature (operation)	-25 °C ... 70 °C (> 60 °C Derating: 2.5 %/K)
Ambient temperature (start-up type tested)	-40 °C
Ambient temperature (storage/transport)	-40 °C ... 85 °C
Max. permissible relative humidity (operation)	≤ 95 % (at 25 °C, non-condensing)
Climatic class	3K3 (in acc. with EN 60721)
Degree of pollution	2
Installation height	≤ 5000 m (> 2000 m, observe derating)

Input data

Nominal input voltage range	100 VAC ... 240 VAC
	110 VDC ... 250 VDC
Input voltage range	100 VAC ... 240 VAC -15%...+10%
	110 VDC ... 250 VDC -18% ... +40%
Dielectric strength maximum	300 VAC 60 s
AC frequency range	50 Hz ... 60 Hz -10% ... +10%
Frequency range (f_n)	50 Hz ... 60 Hz -10% ... +10%
	16.7 Hz (acc. to EN 50163)
Discharge current to PE	< 3.5 mA
Current consumption	3.4 A (100VAC)
	2.8 A (120VAC)
	1.5 A (230 V AC)
	1.5 A (240VAC)
Nominal power consumption	274 VA
Inrush current	typ. 12 A (at 25 °C)
Mains buffering time	typ. 42 ms (120VAC)

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

Input data

	typ. 44 ms (230 V AC)
Input fuse	8 A (slow-blow, internal)
Recommended breaker for input protection	10 A ... 16 A (Characteristic B, C, D, K or comparable)
Power factor (cos phi)	0.94
Type of protection	Transient surge protection
Protective circuit/component	Varistor, gas-filled surge arrester

Output data

Nominal output voltage	24 VDC
Setting range of the output voltage (U_{set})	24 VDC ... 29.5 VDC (constant capacity)
Nominal output current (I_N)	10 A
Static Boost ($I_{stat.Boost}$)	12.5 A
Dynamic Boost ($I_{dyn.Boost}$)	20 A (5 s)
Selective Fuse Breaking (I_{SPB})	60 A (15 ms)
Derating	> 60 °C ... 70 °C (2.5%/K)
Connection in parallel	Yes, for redundancy and increased capacity
Connection in series	yes
Feedback voltage resistance	≤ 35 VDC
Protection against overvoltage at the output (OVP)	≤ 32 VDC
Control deviation	< 0.5 % (Static load change 10% ... 90%)
	< 4 % (Dynamic load change 10% ... 90%, (10 Hz))
	< 0.25 % (change in input voltage ±10 %)
Residual ripple	< 80 mV _{pp} (with nominal values)
Output power	240 W
Typical response time	300 ms (from SLEEP MODE)
Maximum power dissipation in no-load condition	< 3 W (120VAC)
	< 3 W (230 V AC)
Power loss nominal load max.	< 20 W (120VAC)
	< 17 W (230 V AC)

General

Net weight	0.9 kg
Environmental protection directive	RoHS Directive 2011/65/EU
	WEEE
	Reach
Efficiency	typ. 92.5 % (120VAC)
	typ. 93.4 % (230 V AC)
MTBF (IEC 61709, SN 29500)	> 1251000 h (25°C)

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

General

	> 783000 h (40°C)
	> 377000 h (60°C)
Insulation voltage input/output	4 kV AC (type test)
	2 kV AC (routine test)
Insulation voltage input / PE	3.5 kV AC (type test)
	2.4 kV AC (routine test)
Insulation voltage output / PE	0.5 kV DC (type test)
	0.5 kV DC (routine test)
Degree of protection	IP20
Protection class	I
Inflammability class in acc. with UL 94 (housing / terminal blocks)	V0
Mounting position	horizontal DIN rail NS 35, EN 60715
Assembly instructions	alignable: $P_N \geq 50\%$, 5mm horizontally, 15mm next to active components, 50mm vertically alignable: $P_N < 50\%$, 0mm horizontally, 40mm vertically top, 20 mm vertically bottom

Connection data, input

Connection method	Screw connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section flexible min.	0.2 mm ²
Conductor cross section flexible max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG min.	24
Conductor cross section AWG max.	14
Stripping length	6.5 mm

Connection data, output

Connection method	Screw connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²
Conductor cross section solid max.	2.5 mm ²
Conductor cross section flexible min.	0.2 mm ²
Conductor cross section flexible max.	2.5 mm ²
Conductor cross section AWG min.	24
Conductor cross section AWG max.	14
Stripping length	6.5 mm

Connection data for signaling

Connection method	Push-in connection
Conductor cross section solid min.	0.2 mm ²

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

Connection data for signaling

Conductor cross section solid max.	1 mm ²
Conductor cross section flexible min.	0.2 mm ²
Conductor cross section flexible max.	1.5 mm ²
Conductor cross section AWG min.	24
Conductor cross section AWG max.	16
Stripping length	8 mm

Standards

EMC requirements for noise immunity	EN61000-6-1
	EN61000-6-2
EMC requirements for noise emission	EN61000-6-3
	EN61000-6-4
EMC requirements, power plant	IEC61850-3
	EN61000-6-5
HART FSK Physical Layer Test Specification Compliance	Output voltage U_{out} compliant
Standard - Safety of transformers	EN 61558-2-16 (air clearances and creepage distances only)
Standard - Electrical safety	IEC60950-1/VDE0805 (SELV)
Standard - safety for equipment for measurement, control, and laboratory use	IEC61010-1
Standard - Safety extra-low voltage	IEC60950-1 (SELV)
	EN60204-1 (PELV)
Standard - power supply devices for low voltage with DC output	EN61204-3
Standard - Limitation of mains harmonic currents	EN61000-3-2
Mains variation/undervoltage	SEMIF47-0706, EN61000-4-11
Rail applications	EN50121-3-2
	EN50121-4
	EN50121-5
	EN50163
	IEC62236-3-2
	IEC62236-4
	IEC62236-5

Conformance/approvals

UL approvals	UL Listed UL508
	UL/C-UL Recognized UL 60950-1
	UL ANSI/ISA-12.12.01 Class I, Division 2, Groups A, B, C, D (Hazardous Location)
CSA	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-07
	CSA-C22.2 No.107.1-01

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

Conformance/approvals

SIQ	BG (type approved)
Shipbuilding approval	DNV GL, PRS, BV, LR, ABS

EMC data

Electromagnetic compatibility	Conformance with EMC Directive 2014/30/EU
Low Voltage Directive	Conformance with Low Voltage Directive 2014/35/EC
Conducted noise emission	EN 55016
	EN 61000-6-3 (Class B)
Noise emission	EN 55016
	EN 61000-6-3 (Class B)
Harmonic currents	EN61000-3-2
	EN 61000-3-2 (Class A)
Flicker	EN 61000-3-3
	EN 61000-3-3
DNV GL conducted interference	Class A
Additional text	Area power distribution
DNV GL noise radiation	Class B
Additional text	Bridge and deck area
Electrostatic discharge	EN 61000-4-2
Contact discharge	8 kV (Test Level 4)
Discharge in air	15 kV (Test Level 4)
Electromagnetic HF field	EN61000-4-3
Frequency range	80 MHz ... 1 GHz
Test field strength	20 V/m (Test Level 3)
Frequency range	1 GHz ... 6 GHz
Test field strength	10 V/m (Test Level 3)
Comments	Criterion A
Fast transients (burst)	EN61000-4-4
Input	4 kV (Test Level 4 - asymmetrical)
Output	4 kV (Test Level 4 - asymmetrical)
Signal	4 kV (Test Level 4 - asymmetrical)
Comments	Criterion A
Surge voltage load (surge)	EN61000-4-5
Input	typ. 3 kV (Test Level 4 - symmetrical)
	typ. 6 kV (Test Level 4 - asymmetrical)
Output	1 kV (Test Level 3 - symmetrical)
	2 kV (Test Level 3 - asymmetrical)
Signal	4 kV (Test Level 4 - asymmetrical)

01/03/2021 Page 6 / 11

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

EMC data

Comments	Criterion A
Conducted interference	EN61000-4-6
I/O/S	asymmetrical
Frequency range	0.15 MHz ... 80 MHz
Voltage	10 V (Test Level 3)
Comments	Criterion A
Power frequency magnetic field	EN 61000-4-8
Frequency	16.7 Hz
	50 Hz
	60 Hz
Test field strength	100 A/m
Additional text	60 s
Comments	Criterion A
Frequency	50 Hz
	60 Hz
Frequency range	50 Hz ... 60 Hz
Test field strength	1 kA/m
Additional text	3 s
Frequency	0 Hz
Test field strength	300 A/m
Additional text	DC, 60 s
Voltage dips	EN 61000-4-11
Voltage	230 VAC
Frequency	50 Hz
Voltage dip	70 %
Number of periods	0.5 / 1 / 25 / 30 periods
Additional text	Test Level 2
Comments	Criterion A: 0.5 / 1 / 25 / 30 periods
Voltage dip	40 %
Number of periods	5 / 10 / 50 periods
Additional text	Test Level 2
Comments	Criterion A
Voltage dip	0 %
Number of periods	0,5 / 1 / 5 / 50 / 250 periods
Additional text	Test Level 2
Comments	Criterion A: 0.5 / 1 period Criterion B: 5 / 50 / 250 periods

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

EMC data

Pulse-shape magnetic field	EN 61000-4-9
Test field strength	1000 A/m
Comments	Criterion A
Damped oscillating magnetic field	EN61000-4-10
Test field strength	110 A/m
Test level 1	100 kHz
Test field strength	110 A/m
Test level 2	1 MHz
Comments	Criterion A
Attenuated sinusoidal oscillations (ring wave)	EN 61000-4-12
Input	2 kV (Test Level 4 - symmetrical)
	4 kV (Test Level 4 - asymmetrical)
Comments	Criterion A
Asymmetrical conducted disturbance variables	EN 61000-4-16
Test level 1	15 Hz 150 Hz (Test Level 4)
Voltage	30 V 3 V
Test level 2	150 Hz 1.5 kHz (Test Level 4)
Voltage	3 V
Test level 3	1.5 kHz 15 kHz (Test Level 4)
Voltage	3 V 30 V
Test level 4	15 kHz 150 kHz (Test Level 4)
Voltage	30 V
Test level 5	16.7 Hz 50 Hz 60 Hz (Test Level 4)
Voltage	30 V (Permanent)
Test level 6	150 Hz 180 Hz (Test Level 4)
Voltage	30 V (Permanent)
Test level 7	16.7 Hz 50 Hz 60 Hz (Test Level 4)
Voltage	300 V (1 s)
Comments	Criterion A
Attenuated oscillating wave	EN 61000-4-18
Input, output (test level 1)	100 kHz 1 MHz (Test Level 3 - symmetrical)
Voltage	1 kV
Input, output (test level 2)	10 MHz
Voltage	1 kV
Input, output (test level 3)	100 kHz 1 MHz (Test Level 3 - asymmetrical)
Voltage	2.5 kV
Signals (test level 1)	100 kHz 1 MHz (Test Level 3 - symmetrical)

Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

Technical data

EMC data

Voltage	1 kV
Signals (test level 2)	100 kHz 1 MHz (Test Level 3 - asymmetrical)
Voltage	2.5 kV
Comments	Criterion A
Criterion A	Normal operating behavior within the specified limits.
Criterion B	Temporary impairment to operational behavior that is corrected by the device itself.
Criterion C	Temporary adverse effects on the operating behavior, which the device corrects automatically or which can be restored by actuating the operating elements.

Environmental Product Compliance

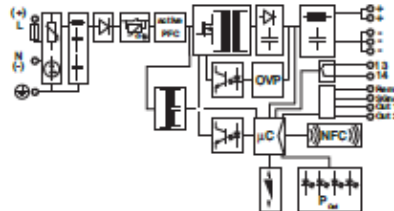
REACH SVHC	Lead 7439-92-1
China RoHS	Environmentally Friendly Use Period = 25;
	For details about hazardous substances go to tab "Downloads", Category "Manufacturer's declaration"

Drawings

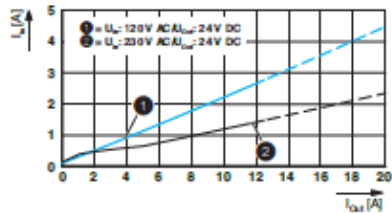
Pictogram



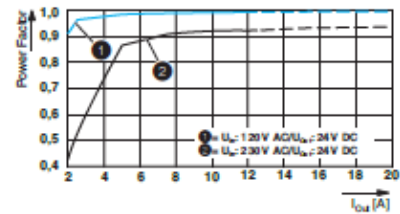
Block diagram



Diagram

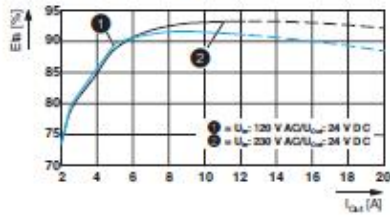


Diagram

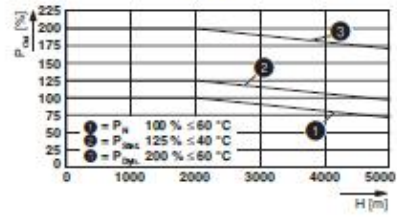


Power supply unit - QUINT4-PS/1AC/24DC/10 - 2904601

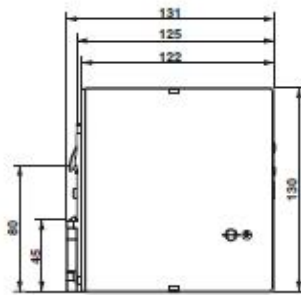
Diagram



Diagram



Dimensional drawing



Schematic diagram

