

Conceção/Desenvolvimento de Aplicações de Domótica

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em Automação e
Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Pedro Nuno da Costa Sacramento

Orientadores

Doutor Fernando José Pimentel Lopes

Doutor Inácio Sousa Adelino da Fonseca

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Engenheiro Daniel Palhares Afonso

Projedomus

Coimbra, julho, 2015

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado à família, aos amigos e a todos os que apoiaram e proporcionaram a força e motivação para que pudesse ser elaborado.

Um agradecimento em especial aos orientadores de estágio do MEE (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica), Doutores Fernando Lopes e Inácio Fonseca, bem como a toda equipa da empresa Projedomus, em especial aos Engenheiros Daniel Afonso, Rui Nunes e Artur Figueiredo pela oportunidade oferecida.

Agradeço também a todos que, de alguma forma, impulsionaram esta experiência e proporcionaram o sucesso deste estágio curricular.

O mais sentido agradecimento vai para todos os meus amigos e colegas de curso por todas as vivências, experiências e momentos que me proporcionaram ao longo de todo este tempo.

RESUMO

Este Relatório de Estágio tem como objetivo a apresentação e exposição do estudo, atividades, projetos e outros trabalhos elaborados ao longo de um período de nove meses, entre 14 de outubro de 2013 e 13 de junho de 2014, na empresa Projedomus, enquadrados no Mestrado em Engenharia Eletrotécnica - Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

A Projedomus é uma empresa sediada na Avenida Elísio de Moura, Coimbra, que se encontra em plena atividade há mais de nove anos e que tem vindo a executar projetos elétricos e instalações de domótica com eficiência e excelência.

Os trabalhos desenvolvidos tiveram cariz maioritariamente prático e focaram-se na conceção de projetos elétricos e de domótica, bem como na programação de *hardware* (módulos KNX) utilizados para a implementação física desses mesmos projetos, em ambiente de desenvolvimento e em obra. Todos eles resultaram num trabalho de aprendizagem contínua e progressiva que veio a dar os seus frutos em termos de conhecimentos adquiridos e experiência no final do estágio curricular frequentado.

Ao longo deste documento serão abordados e explicados os principais protocolos que deram origem ao protocolo KNX assim como os principais protocolos que com ele podem comunicar e concorrentes com o mesmo. Além de apresentar estes protocolos, serão também abordados, de modo geral e funcional, os equipamentos KNX mais utilizados em obra ao longo deste estágio curricular.

Do conjunto de projetos desenvolvidos e implementados em obra são selecionados cinco para apresentar detalhadamente: Uma Fábrica de Plásticos, uma Fábrica de Detergentes, um Centro de Atividades Ocupacionais, um Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências e um Edifício de Seguros. São apresentados os desafios e as soluções desenvolvidas para equipar e programar vários edifícios com a tecnologia KNX e de acordo com as especificações dos clientes.

Devido à sua versatilidade, as tecnologias no âmbito da domótica conseguem ser aplicadas em todo o tipo de edifícios sejam eles industriais, habitações ou escritórios. Para cada edifício existe uma solução ideal e a Projedomus especializa-se em aplicar todo o seu conhecimento e experiência que adquiriu durante a sua existência para entregar aos seus clientes todo o conforto e versatilidade que a tecnologia KNX tem para oferecer.

Palavras-chave: KNX; Domótica; Sistemas de Gestão Inteligentes.

ABSTRACT

This Internship Report aims the presentation and exhibition of the study, activities, projects and other works developed over a period of nine months, between October 14, 2013 and June 13, 2014, at the company Projedomus, in the context of the Master in Electrical Engineering - Automation and Communications in Industrial Systems Specialization Area, taught at the Coimbra Institute of Engineering.

This Internship Report aims the presentation and exhibition of the study, activities, projects and other works developed over a period of nine months, between October 14, 2013 and June 13, 2014, at the company Projedomus, in the context of the Master in Electrical Engineering - Automation and Communications in Industrial Systems Specialization Area, taught at the Coimbra Institute of Engineering.

Projedomus is a Portuguese company located in Avenida Elísio de Moura, Coimbra, and has been in activity for the past nine years, executing electrical projects, as well as home and building automation installations with excellence and efficiency.

Developed work was mainly practical oriented and focused on electrical and home automation project development. It included the hardware programming (KNX modules), required for the physical implementations of projects, both in laboratory and in the actual buildings. All projects were a continuous and progressive learning cycle that came to bear fruit in terms of acquired knowledge and experience at the end of the internship.

Throughout this document, the main protocols that were in the origin of the KNX protocol, as well as the main protocols that can communicate with it, and also competing with it, will be discussed. In addition to presenting these protocols, the KNX devices most commonly used in the projects implemented during this internship, will also be addressed in general and functional terms.

From the set of developed and implemented projects, five are chosen to be detailed: a Plastic Factory, a Detergent Factory, an Occupational Activity Center, a Nursing Center / Shelter for People with Disabilities and an Insurance Building. The challenges and the developed solutions, to install and program several buildings with the KNX technology according to customer specifications, are presented.

Due to its versatility, domotics (or home automation) can be applied to all kinds of buildings, whether industrial, residential or offices. For each building there is an ideal solution and Projedomus specializes in applying all the knowledge and experience gathered throughout its existence, to deliver to its customers all the comfort and versatility that the KNX technology has to offer.

Keywords: KNX; Home Automation; Domotics; Intelligent Managing Systems.

Índice

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
Índice	vii
Índice de figuras	ix
SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS.....	xiii
1 Introdução.....	1
1.1 Motivação e contexto	2
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Organização do documento	3
2 A empresa Projedomus.....	5
3 A Tecnologia KNX	7
3.1 Sistema EHS	7
3.2 Sistema BatiBus	10
3.3 Sistema EIB/KNX	11
3.3.1 Endereços Individuais de equipamentos.....	15
3.3.2 Endereços de grupo	16
3.3.3 Objetos de grupo/comunicação de equipamentos.....	18
3.3.4 Telegramas KNX	20
4 Principais sistemas e protocolos comunicantes com KNX	23
4.1 DALI.....	23
4.2 MODBUS.....	26
4.3 BACnet	28
5 Equipamentos KNX	31
5.1 Fontes de alimentação	31
5.2 Acopladores de linha	32
5.3 Gateways KNX/IP.....	32
5.4 Gateway KNX-DALI.....	33
5.5 Atuadores binários.....	33
5.6 Atuadores de regulação de fluxo.....	34
5.7 Atuadores de estores	34
5.8 Contadores de energia KNX	35
5.9 Contadores de água e gás KNX.....	36
5.10 Detetores de presença/movimento	37

5.11	Detetores de CO2, humidade e temperatura	37
5.12	Entradas/Botões	37
5.13	Sistemas de visualização	38
6	Trabalhos elaborados durante o estágio.....	41
6.1	Fábrica de Plásticos	42
6.2	Fábrica de Detergentes.....	44
6.3	Centro de Atividades Ocupacionais	47
6.4	Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências.....	52
6.5	Edifício de Seguros	58
7	Conclusões.....	67
	Bibliografia.....	69
	Anexo I – Comparação entre uso de iluminação convencional <i>versus</i> iluminação com balastos DALI	71
	Anexo II – Exemplo de uma interligação de módulos de quadro KNX	73
	Anexo III – Ambiente de programação do <i>software</i> ETS 4.....	74
	Anexo IV – Projeto de iluminação da Fábrica de Plásticos	82
	Anexo V – Projeto KNX da Fábrica de Detergentes	83
	Anexo VI – Projeto de Iluminação, estores, KNX e um dos quadros elétricos do Centro de Atividades Ocupacionais.....	84
	Anexo VII – Projeto KNX e esquema de BUS KNX entre pisos referente ao Edifício de Seguros	87
	Anexo VIII – Aplicação Siemens LOGO! para o quadro de desenfumagem	89
	Anexo IX – Apresentação sintética do sistema de visualização Gira Homeserver	93

Índice de figuras

Figura 3.1 – Datagrama de comunicação EHS	7
Figura 3.2 - Exemplo de uma rede EHS	9
Figura 3.3 - Exemplo de uma rede EIB	12
Figura 3.4 - Topologia KNX	13
Figura 3.5 - Cabo J-Y e condutores do mesmo	13
Figura 3.6 - Exemplo de uma linha KNX (DVC= <i>Device</i>)	14
Figura 3.7 - Distâncias entre cabos KNX	14
Figura 3.8 - Quadro elétrico com vários equipamentos KNX interligados através de BUS.....	15
Figura 3.9 - Estrutura de um endereço individual de um equipamento KNX	16
Figura 3.10 - Estrutura dos dois tipos de endereços de grupo	16
Figura 3.11 - Endereços de grupo no <i>software</i> ETS.....	17
Figura 3.12 - Conteúdo de um endereço de grupo.....	18
Figura 3.13 - Exemplo de comunicação entre equipamentos numa rede KNX	19
Figura 3.14 - Constituição de um Telegrama EIB / KNX	20
Figura 3.15 - Telegrama KNX	21
Figura 3.16 - Correspondência entre o tipo de dados DPT e EIB	22
Figura 4.1 - Cabo de ligação de um balastro DALI	24
Figura 4.3 - Utilização típica do sistema DALI em conjunto com um sistema KNX.....	25
Figura 4.4 - <i>Frame</i> MODBUS ASCII	26
Figura 4.5 - <i>Frame</i> MODBUS RTU	27
Figura 4.6 - <i>Frame</i> MODBUS TCP	27
Figura 4.7 - Tipo de dados BACnet	28
Figura 4.8 - Formato de uma <i>frame</i> BACnet	29
Figura 5.1 - Fonte de alimentação KNX	31
Figura 5.2 - Acoplador de linha KNX	32
Figura 5.3 - Gateway KNX/IP	32
Figura 5.4 - Gateway KNX-DALI	33
Figura 5.5 - Atuador binário	33
Figura 5.6 - Módulo de regulação de fluxo luminoso	34
Figura 5.7 - Módulo atuador de estores	34
Figura 5.8 - Atuador misto (estores e iluminação)	35
Figura 5.10 - Contador de água KNX	36
Figura 5.11 - Contador de gás KNX	36

Figura 5.12 - Detetor de movimento KNX	37
Figura 5.13 - Detetor de CO ₂ , humidade e temperatura	37
Figura 5.14 – Botão KNX e Termostato KNX	38
Figura 5.15 - Painel KNX com visualização integrada de todo o sistema	38
Figura 5.16 - Configuração de endereços de grupo importados	39
Figura 6.1 - Projeto de iluminação da Fábrica de Plásticos.....	42
Figura 6.2 - Topologia KNX dos equipamentos da Fábrica de Plásticos	43
Figura 6.3 - Menus de parametrização de um módulo de entradas binárias (digitais) no <i>software</i> ETS	43
Figura 6.4 - Associação entre objetos de comunicação e endereços de grupo de um equipamento ..	44
Figura 6.5 - Divisão das áreas de controlo da instalação no projeto de iluminação DALI.....	44
Figura 6.6 - Projeto KNX da Fábrica de Detergentes	45
Figura 6.7 - Objetos de comunicação do sensor de luminosidade	46
Figura 6.8 - Menu principal do ecrã tátil.....	46
Figura 6.9 - Menu de controlo da Zona Direita e menu de controlo da iluminação exterior	47
Figura 6.11 - Projeto parcial KNX do Centro de Atividades Ocupacionais	48
Figura 6.12 - Projeto parcial de estores do Centro de Atividades Ocupacionais	49
Figura 6.13 - Projeto parcial de iluminação do Centro de Atividades Ocupacionais	49
Figura 6.14 - Menu inicial do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais	50
Figura 6.15 - Página do controlo de iluminação do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais	50
Figura 6.16 - Página do controlo de estores do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais	51
Figura 6.17 - Página de consumos do Centro de Atividades Ocupacionais.....	51
Figura 6.18 - Página de alarmes do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais.	52
Figura 6.19 - Piso -1 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências.....	52
Figura 6.20 - Piso 0 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências.....	53
Figura 6.21 - Piso 1 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências.....	53
Figura 6.22 - Siemens LOGO! com dois módulos de expansão e interface KNX montados em calha DIN	54
Figura 6.23 - Ambiente de programação do <i>software</i> do autómato LOGO!	54
Figura 6.24 - Esquema de princípio do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências	55
Figura 6.25 - Página de uma UTAN e da bomba de calor.....	56
Figura 6.26 - Página de mapeamento de registos corta-fogo.....	57
Figura 6.27 - Siemens Synco da série RMU.....	57
Figura 6.29 - Projeto KNX do Edifício de Seguros em pormenor	59
Figura 6.30 - Menu inicial de acesso ao sistema.....	60
Figura 6.31 - Menu principal.....	61
Figura 6.32 - Barra de acesso rápido.....	61

Figura 6.34 - Página de climatização e submenus do Edifício de Seguros.....	63
Figura 6.35 - Esquema de princípio do edifício de seguros.....	63
Figura 6.36 - Menus de controlo de uma bomba de calor e de uma UTAN do Edifício de Seguros....	64
Figura 6.37 - Menu de alarmes do sistema de visualização do Edifício de Seguros	64
Figura 6.38 - Menu de definição de mensagens de alarme.....	65
Figura 6.39 - Menu de criação de alarmes	65
Figura 6.40 - Página de consumos do <i>software</i> de visualização do Edifício de Seguros.	66
Figura 0.1 - Consumos elétricos para caso de estudo.....	71
Figura 0.2 - Custo de energia anual para os dois sistemas.....	72
Figura 0.3 - Custo de energia anual para os dois sistemas.....	72
Figura 0.4 - Menu principal do <i>software</i> ETS.....	74
Figura 0.5 - Vista por edifício	75
Figura 0.6 - Visão completa da vista de edifício do <i>software</i> ETS.....	75
Figura 0.7 - Estruturação de endereços de grupo	76
Figura 0.8 - Objetos associados a um endereço de grupo	76
Figura 0.9 - <i>Flags</i> dos objetos de comunicação	77
Figura 0.10 - Linhas KNX e equipamentos associados às mesmas.....	78
Figura 0.11 - Visão geral dos objetos de grupo de um equipamento	78
Figura 0.12 - Vista dos objetos de grupo em pormenor.....	79
Figura 0.13 - Menu de parametrização de um equipamento KNX.....	79
Figura 0.14 - Como descarregar a aplicação de um equipamento KNX	80
Figura 0.15 - Exportação de ficheiro ETS	80
Figura 0.16 - Ficheiro de um projeto exportado pelo <i>software</i> ETS	80
Figura 0.17 - Ficheiro ETS importando no sistema de visualização GIRA Homeserver	81
Figura 0.18 - Grelhas de desenfumagem 1	90
Figura 0.19 - Grelhas de Desenfumagem 2.....	90
Figura 0.20 - <i>Input</i> digital I12 (CEH P1_1) a acionar as grelhas de desenfumagem do piso 1 e piso 0	91
Figura 0.21 - Funcionamento da <i>hotte</i>	91
Figura 0.22 - Configuração do display LOGO.....	92
Figura 0.23 - Ficheiro ETS importando no sistema de visualização GIRA Homeserver	93
Figura 0.24 - Definições do projeto	94
Figura 0.26 – Menu de programação de ícones	95
Figura 0.27 - Editor de lógica	96
Figura 0.28 - Menu de transferência de projeto.....	97

Simbologia e Abreviaturas

AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
BACnet	<i>Building Automation Control Networks</i>
CRC	<i>Cyclic Redundancy Check</i>
CSMA-CA	<i>Carrier Sense Multiple Access – Collision Avoidance</i>
CSMA-CD	<i>Carrier Sense Multiple Access – Collision</i>
CCTV	<i>Closed Circuit Television</i>
DALI	<i>Digital Addressable Lighting Interface</i>
DD	<i>Device Descriptor</i>
DPT	<i>Data pointer</i>
EHS	<i>European Home Systems</i>
EIB	<i>European Installation Bus</i>
EIS	<i>EIB InterStandard</i>
ETS	Engineering Tool Software
GTC	Gestão Técnica Centralizada
ITED	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
OSI	<i>Open Standard Interconnection</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i>
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo

1 Introdução

Num mundo em que tempo é dinheiro, a necessidade de tecnologias que permitam a rapidez e a facilidade na execução de tarefas encontra-se em rápido e contínuo desenvolvimento e com mais procura do que nunca. Em contraste com este facto o tempo de lazer, a segurança e o descanso são cada vez mais valorizados devido à sua escassez. Para facilitar o dia-a-dia os sistemas domóticos encontram-se cada vez mais presentes em moradias, apartamentos ou até grandes instituições, sejam elas industriais ou de serviços.

As soluções de automação para habitações percorreram um longo caminho, vindo a maturar com o tempo e a ficar cada vez mais diversificadas. Hoje em dia é possível controlar todo o funcionamento de uma habitação através de um sistema único, estendendo o controlo a, por exemplo, equipamentos/sistemas AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), equipamentos/sistemas de vigilância e possibilitando ainda a tomada de ação do sistema em função de variáveis como temperatura, luminosidade, tempo, etc. Estas são só algumas possibilidades das soluções de domótica atuais. Ao longo deste documento serão abordadas estas e muitas outras possíveis.

A evolução das tecnologias e a procura de mais funcionalidades integradas na domótica são constantes. Por esta razão, é seguro afirmar que a domótica se encontra em franco e inevitável crescimento nos mercados mundiais. Hoje, todo o processo de monitorização e controlo aposta no conforto e na acessibilidade, o que pode ser feito através não só de computadores mas também através de *tablets* ou *smartphones*.

Por vezes esta tecnologia apresenta-se dispendiosa no investimento inicial. Contudo, num mundo que caminha proactivamente no sentido da eficiência energética e da proteção do ambiente, também as tecnologias e as grandes empresas na área da domótica apostaram em baixos consumos energéticos, permitindo a recuperação rápida do investimento feito em edifícios ao longo do tempo.

A maioria da procura desta tecnologia deve-se aos benefícios das suas funcionalidades. No entanto, para algumas pessoas, o interesse nesta tecnologia está associado ao *status* obtido ao possuir uma casa “inteligente” e com tecnologia de vanguarda em automação.

Seja qual for a razão, é seguro afirmar que, com a sociedade atual cada vez mais exigente, é de extrema utilidade que uma habitação ou edifício “pense por si próprio”.

1.1 Motivação e contexto

Estagiar numa empresa que lida com soluções que visam estar sempre um passo à frente é sempre gratificante. Ao trabalhar com equipamentos que, quando programados, formam um sistema de gestão centralizado onde tudo se consegue à distância de um toque, é impossível não sentir uma sensação de satisfação e uma sensação de que se está a apostar no futuro dos sistemas automatizados.

A Projedomus tem a motivação para ser uma empresa de domótica que apresente as soluções mais competitivas e inovadoras no mercado nacional e internacional na área da domótica e edifícios inteligentes. Trabalhar num ambiente competitivo em que há constantemente a vontade de impulsionar a equipa para que se faça sempre melhor que no dia anterior leva a que haja sempre algo pelo que lutar.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste estágio curricular de mestrado foi a conceção, desenvolvimento e implementação de projetos de domótica usando o sistema KNX [1]. Houve um processo de familiarização com o sistema KNX bem como com o *software* de programação do equipamento KNX chamado de ETS (*Engineering Tool Software*).

Além da familiarização com o funcionamento da tecnologia e com as ferramentas de trabalho foi também essencial perceber o *modus operandi* da empresa perante as obras que realiza, bem como entender profundamente o funcionamento dos vários tipos de equipamento a programar.

Para desempenhar a função proposta é imperativo ter como objetivo a perceção integral de todos os aspetos referidos assim como fomentar a criatividade, mantendo a mente aberta em relação à criação de potenciais soluções para clientes uma vez que cada edifício tem a sua solução individual.

Aliada à criatividade foca-se também a importância do desenvolvimento de soluções inexistentes no mercado. Tanto a fusão de tecnologias alheias ao protocolo KNX como o próprio desenvolvimento deste, são imperativos para uma empresa como a Projedomus para que esta se mantenha competitiva no mercado permitindo que se possa encontrar um passo à frente na aplicação e evolução da tecnologia KNX.

1.3 Organização do documento

Este Relatório de Estágio está dividido em sete capítulos, uma secção de referências bibliográficas e nove anexos.

No Capítulo 1 (o presente capítulo) é apresentada uma introdução à monografia, incluindo uma motivação para o trabalho realizado, uma contextualização e os objetivos e as metas a atingir com a realização do estágio, assim como esta organização do documento;

O Capítulo 2 constitui uma apresentação resumida à Projedomus, destacando as suas áreas de competência e o rigor e excelência que coloca em todas as suas atividades.

No Capítulo 3 é desenvolvida uma apresentação detalhada da Tecnologia EHS/KNX que inclui uma perspetiva histórica, assim como uma descrição detalhada do seu funcionamento a nível protocolar.

O Capítulo 4 tem como objetivo explicar o funcionamento de alguns protocolos utilizados atualmente em conjunto com o sistema KNX e que permitem complementar as soluções KNX quando é necessária a interligação com outras tecnologias. São descritos os exemplos mais comuns dos protocolos DALI, MODBUS e Bacnet.

O Capítulo 5 tem como objetivo apresentar e descrever sucintamente vários tipos de equipamentos KNX que são usados em vários projetos na área da domótica. Inclui fontes de alimentação, *gateways*, atuadores binários e de regulação de fluxo, contadores, detetores, dispositivos de entradas e sistemas de visualização.

No Capítulo 6 são apresentados detalhadamente cinco projetos específicos, selecionados a partir do conjunto de projetos desenvolvidos e implementados em obra: Uma Fábrica de Plásticos, uma Fábrica de Detergentes, um Centro de Atividades Ocupacionais, um Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências e um Edifício de Seguros. São apresentados os desafios e as soluções desenvolvidas para equipar e programar os vários edifícios com a tecnologia KNX.

Finalmente, o Capítulo 7 contém as conclusões que se puderam retirar da frequência deste estágio curricular, em termos pessoais e profissionais.

Nos anexos (Anexo I a Anexo IX) encontram-se vários documentos técnicos comentados, que permitem complementar os projetos e dispositivos apresentados no corpo principal do documento.

2 A empresa Projedomus

Criada em 2005, a Projedomus é uma empresa atual, sólida, financeiramente estável e com forte presença no mercado que elabora projetos de iluminação, som, estores, segurança, entre outros. Esta empresa tem ainda como foco a conceção de projetos de domótica (KNX) e a execução dos mesmos, fazendo disto a sua principal atividade no mercado e o seu ponto forte.

O estágio curricular foi realizado na sede da empresa, Avenida Elísio de Moura, 443, loja 1,3030-183, iniciando-se no dia 14 de outubro de 2013 e terminado no dia 13 de junho de 2014. Durante este período foram elaborados diversos projetos dentro da área de atividade da empresa, sempre com o intuito de prover uma aprendizagem progressiva sobre o *modus operandi* da mesma e sem menosprezar todo o rigor e excelência a que os clientes estão habituados.

Todos os projetos desenvolvidos e propostos para obra focaram-se em várias especialidades. As áreas de atuação da empresa abrangem projetos elétricos, ITED (Infraestruturas de Comunicação em Edifícios), gás, segurança, CCTV (*Closed Circuit Television*), Rede Informática, videoporteiro, som ambiente, gestão e controlo de acessos, sistemas fotovoltaicos, segurança contra incêndio, AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), GTC (Gestão Técnica Centralizada) de edifícios, instalação de sistemas de domótica, auditorias energéticas e, por fim, fiscalização e acompanhamento das obras.

A empresa visa criar soluções participando nas obras, sempre que possível, desde a fase de projeto. Após elaborada e aprovada a fase de projeto, inicializar-se-á a fase de obra onde tudo o que foi projetado será implementado.

Toda a participação em obra, seja na execução da parametrização do equipamento como nos testes feitos em obra, acarreta sempre as suas dificuldades, sendo necessárias por vezes retificações nas soluções projetadas. É no sentido de prever antecipadamente problemas que a Projedomus sempre investiu muito do seu trabalho. Por isso, esta empresa valoriza o trabalho bem feito e impulsiona a investigação para descobrir novas formas de integrar diversas tecnologias na gestão de todo o tipo de edifícios, sempre que estas sejam rentáveis e tiverem potencial sucesso no mercado.

Devido à atual crise económica as soluções apresentadas visam não só apostar no conforto e *status* do cliente como também ser uma solução viável para controlar, monitorizar e, sobretudo, diminuir custos energéticos.

3 A Tecnologia KNX

No âmbito deste projeto, um sistema de gestão pode ser visto, de forma generalizada, como um conjunto de equipamentos interligados através de um canal comum de informação, usado para permitir a comunicação entre os mesmos.

Segundo o portal oficial da Konnex [1], o sistema KNX permite a intercomunicação entre vários equipamentos responsáveis pelo controlo de iluminação, estores, sistemas de segurança, controlo remoto, monitorização de consumos, sistemas AVAC e áudio/vídeo. Este sistema caracteriza-se por aliar a simplicidade e conforto na sua utilização à sua eficiência energética uma vez que reduz o consumo elétrico. Em 1999, a *European Installation Bus Association*, a *European Home Systems Association* e o *BatiBUS Club International* fundaram o sistema KNX. O sistema surgiu através da evolução e junção dos sistemas EIB (*European Installation Bus*), EHS (*European Home Systems*) e BatiBUS [1].

Uma vez que o sistema KNX assenta maioritariamente no seu predecessor EIB estes dois protocolos são usualmente considerados como um só.

3.1 Sistema EHS

O sistema EHS foi criado com o objetivo de facilitar a partilha de recursos e informação entre equipamentos e aplicações de domótica que partilhem a mesma ligação a uma rede. Este princípio é comum com o princípio do sistema KNX [2].

Este sistema promove a comunicação entre dispositivos através do envio de datagramas pela rede da instalação. A Figura 3.1 representa um datagrama de comunicação típico enviado por um equipamento que utilize o sistema EHS [2].

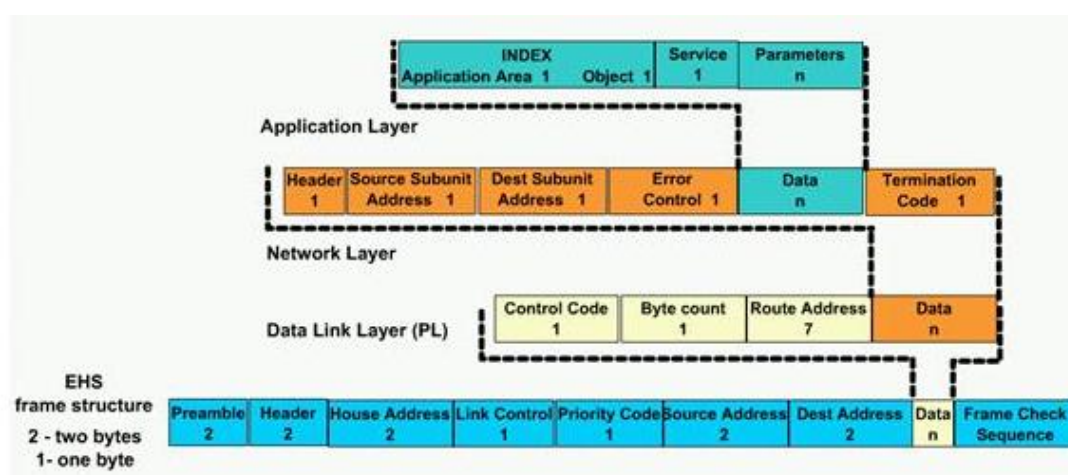


Figura 3.1 – Datagrama de comunicação EHS [2]

Este datagrama é iniciado por um *header* de dois *bits* que indica onde se encontram os dados mais importantes do telegrama e é finalizado por dois *bytes* que constituem o *Frame Check Sequence*.

O último elemento é responsável pelo controlo de valores e deteção de erros de transmissão. É ainda utilizado um mecanismo de correção de erros de 6-bit, chamado de *Forward Error Correction*, que é útil para correção de pequenos erros de transmissão que possam vir a ser gerados por ruído elétrico na rede EHS [2].

O EHS segue a estrutura do modelo OSI (*Open Standard Interconnection*) atuando ao nível da *physical layer*, *data link layer*, *network layer* e ainda da *application layer*. Além disto, suporta comunicações de vários tipos como Radiofrequência (RF), Infravermelho (IR), *Powerline* (PL) e ainda Cabo de Pares Trançados (UTP ou *Unshielded Twisted Pair*), sendo cada um dos meios de comunicação utilizado consoante a velocidade de comunicação necessária na instalação e ajustado de acordo [2].

Tal como no sistema KNX, uma das características fundamentais deste sistema é a interoperabilidade. Este conceito significa que diferentes produtos de diferentes marcas conseguem trocar informação entre si, oferecendo ao consumidor final a possibilidade de escolher a marca que o favoreça e agrade mais [1].

Outra característica fundamental deste sistema é o seu tipo de configuração *“plug and play”*. Esta característica versátil permite que um dispositivo reconheça automaticamente (ou manualmente caso se pretenda) a rede onde está inserido, bem como o seu meio envolvente de dispositivos, promovendo a comunicação entre os mesmos. Qualquer sistema domótico baseado em EHS pode ser facilmente expandido caso seja necessário [2].

A arquitetura de uma rede EHS baseia-se na premissa de dividir controladores e equipamentos em vários grupos (no sistema KNX chamadas linhas) de aplicação.

Os controladores são responsáveis pelo controlo da aplicação a ser utilizada no edifício e pela monitorização de recursos para decisão de operações em função dos valores monitorizados. Os equipamentos disponibilizam a informação sobre os recursos e fazem a gestão dos mesmos [2].

Assim sendo consegue-se, por exemplo, que um equipamento de climatização assuma o controlo da ventilação numa determinada sala em função da temperatura. Esta temperatura pode estar a ser medida por um outro equipamento e aceder a informação ao controlador, o qual irá fazer a gestão do equipamento de ventilação em função dos dados obtidos, para conseguir chegar a temperaturas predefinidas por um utilizador. Exemplos deste tipo serão apresentados no Capítulo 6 em vários projetos de KNX e explicados com maior profundidade.

Cada equipamento tem o seu endereço, chamado de DD (*Device Descriptor*). Este endereço de dois *bytes* é crucial para a troca de informações entre equipamentos numa rede EHS. O primeiro *byte* do DD corresponde ao grupo (ou linha) de cada equipamento e o segundo ao seu endereço individual.

O modo de comunicação entre equipamentos é do tipo *Master-Slave*, embora descentralizado, pois existem vários controladores principais (*Masters*, ou ainda aqui apelidados de *feature controllers*) e equipamentos que cedem informações (*Slaves*) [2]. Geralmente é utilizado um controlador principal por especialidade e todos comunicam entre si, isto é, um controlador para gerir recursos de AVAC, um controlador para gerir recursos de segurança/alarmes e assim sucessivamente.

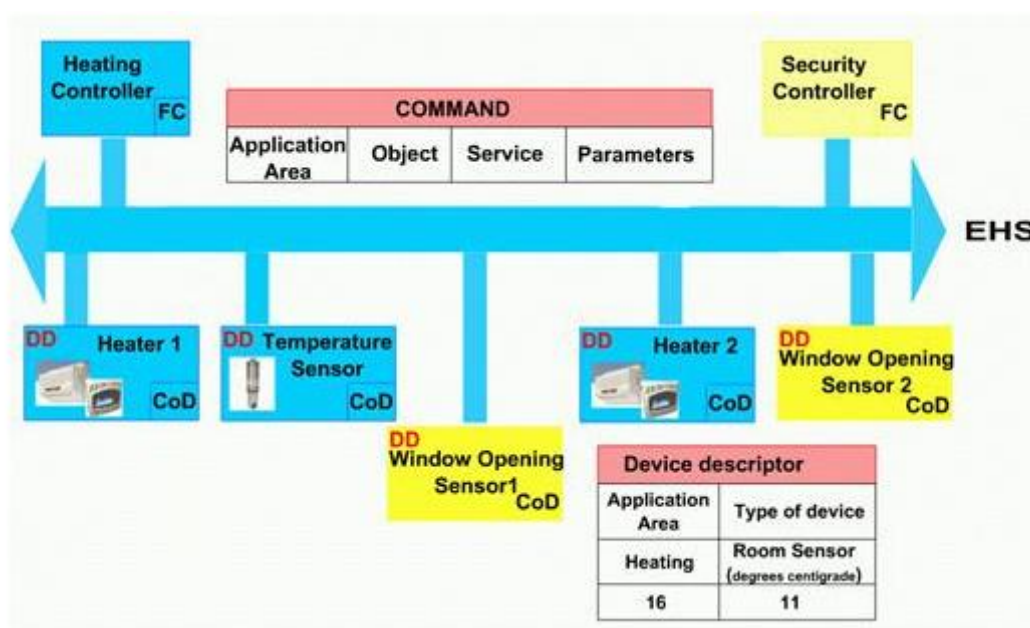


Figura 3.2 - Exemplo de uma rede EHS [2]

Em cada rede existe um ou mais controladores principais que gerem as informações monitorizadas pelos equipamentos, os algoritmos de controlo e o processo de decisão de ordens dos equipamentos que estão a controlar. Os equipamentos controlados cedem informações obtidas a um ou mais controladores [2].

Na Figura 3.2 existem dois *Feature Controllers* (o *Heating Controller* e o *Security Controller*). O *Heating Controller* é o controlador dos equipamentos *Heater 1*, *Heater 2* e *Temperature Sensor*. Através das informações cedidas pelos equipamentos, ciclicamente ou quando pedidas, o controlador principal poderá tomar decisões como ligar o aquecimento caso a temperatura lida pelo sensor seja muito baixa ou o inverso.

3.2 Sistema BatiBus

O sistema BatiBus foi criado pela *Batibus Club International* em 1989 e é um sistema de referência no que toca a domótica, embora caído em desuso devido ao facto do sistema KNX integrar todas as suas funções [3].

A informação disponibilizada abertamente sobre este equipamento não é abundante mas sabe-se que este sistema comunicava através de cabos de pares trançados (UTP) e com topologias que se poderiam dividir em várias linhas com uma filosofia semelhante à do sistema EHS [3].

Cada linha possuía uma fonte de alimentação de 15V/150mA para alimentar os vários dispositivos e poderia conter até 240 equipamentos com diferentes endereços individuais, permitindo criar até 16 áreas intercomunicantes diferentes [3].

O sistema tinha um *baud rate* de 4800 *bit/s* e utilizava a técnica de acesso ao meio *Carrier Sense Multiple Access – Collision Avoidance* (CSMA-CA) para comunicação. Esta técnica de transmissão de dados contém quatro fases distintas [3].

A primeira fase ocorre antes de enviar os dados pretendidos para um equipamento destino. Nesse momento é feita uma leitura do BUS para saber se naquele mesmo instante existe algum outro equipamento a transmitir informação.

Caso isto ocorra, o equipamento que pretendia enviar dados irá entrar em espera até que consiga efetuar uma nova leitura do BUS e verifique que não existem transmissões de dados por parte de outros equipamentos a ocorrer nesse momento.

Após estar pronto para a transmissão será enviado um pedido de envio de dados para o equipamento destino que depois de aceite dará início à transmissão de informação.

3.3 Sistema EIB/KNX

O sistema *EIB/KNX* (*European Instalation Bus*) é um sistema de controlo de equipamentos elétricos criado na Europa pela *European Instalation Bus Association* que adquiriu grande adesão ao longo do tempo. Segundo o portal oficial da Konnex [1], apenas em Portugal existem atualmente cerca de 346 entidades associadas a este sistema, dentro das quais se podem encontrar empresas de grande relevo nas áreas de eletrónica, automação industrial e domótica como a ABB, Siemens, Scheneider Electric, etc. A nível mundial este número cresce exponencialmente, o que prova que este é um sistema amplamente adotado que terá certamente grande relevância em futuros contextos e, portanto, merece que sejam elaborados estudos e mostradas inovações dentro desta área.

Este sistema permite interligar vários equipamentos elétricos através de um BUS de comunicação e as ligações dos dispositivos ao BUS podem ser feitas através de cabo de pares trançados, Infravermelhos, Radiofrequência ou *Powerline* com uma taxa de transmissão de dados de 9600 bits/s.

Como já foi mencionado, os equipamentos que suportam o sistema EIB/KNX são interligados através de uma linha de BUS de 30V, a qual além de alimentar os equipamentos, permite a receção e envio de telegramas para controlar os mesmos. Existem também alguns equipamentos que, além do cabo de BUS, necessitam de uma linha de alimentação (podendo variar entre 12V, 24V ou 230V) [4].

Este sistema pode ser usado de maneira centralizada ou descentralizada, isto é, poderá haver ou não algum tipo de *hardware/software* que controle todo o funcionamento do sistema desde um só ponto (como os painéis táteis presentes em várias instalações) ou os equipamentos poderão ser programados para serem usados localmente através de, por exemplo, botões KNX ou detetores de movimento KNX.

A Figura 3.3 apresenta um exemplo de uma arquitetura comum de uma rede EIB na qual se interligam vários equipamentos responsáveis pelo controlo de iluminação simples e iluminação de regulação. Todos estes equipamentos partilham entre si uma ligação à linha de BUS KNX e a uma linha de alimentação ligada aos equipamentos a controlar (luminárias, estores, entre outros).

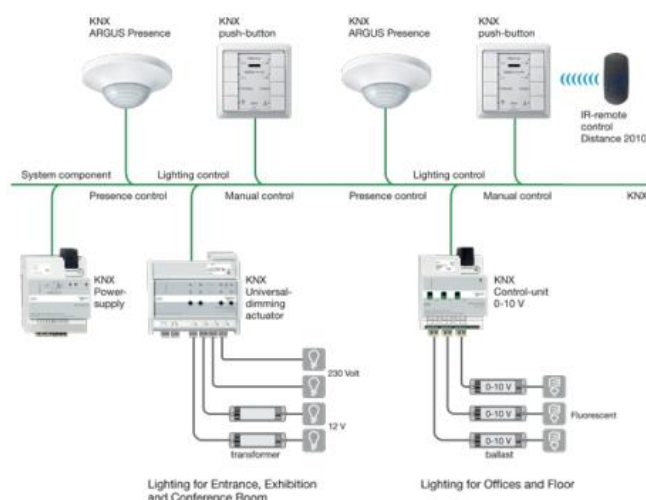


Figura 3.3 - Exemplo de uma rede EIB [5]

Este protocolo regula-se segundo as normas europeias CENELEC EN 50090, CEN EN 13321-1 e ainda segundo as normas internacionais ISO/IEC 14543-3, as normas chinesas GB/T 20965 e as normas dos Estados Unidos ANSI/ASHRAE 135 [1]. Acresce a estas características o facto de ser um sistema flexível e facilmente adaptável a qualquer meio onde seja pretendido instalar o mesmo, apresentando soluções económicas e energeticamente eficientes.

Este protocolo opera em várias frentes, tais como o controlo de sistemas de segurança, a automação de processos, o controlo centralizado de iluminação, estores, AVAC, som/vídeo, na gestão de consumos energéticos da instalação e, por fim, une todas estas funções num controlo centralizado através de um sistema de visualização que permite controlar todos os elementos descritos através de um simples toque, acessível na rede *Ethernet* ou pela *Internet* através de computador, *tablet* ou *smartphone*.

Um aspeto crucial a abordar é a topologia de rede utilizada neste protocolo. Como é possível observar através da Figura 3.4, esta topologia divide-se em linhas, áreas e linha principal (também apelidada de *backbone*) [4].

Uma linha poderá interligar até 64 equipamentos KNX diferentes (os acopladores de linha e fontes de alimentação KNX são excluídos desta contagem). Um conjunto de 15 linhas é chamado de área. Podem existir, no limite, até 15 áreas. Todas estas áreas têm que estar ligadas a uma linha de *backbone* - linha base de transmissão de informação entre diferentes equipamentos de diferentes linhas e áreas da rede KNX.

No limite, com este sistema é possível interligar aproximadamente 58000 equipamentos distintos, o que torna este sistema não só versátil como capaz de fazer praticamente qualquer tarefa que se possa imaginar [4].

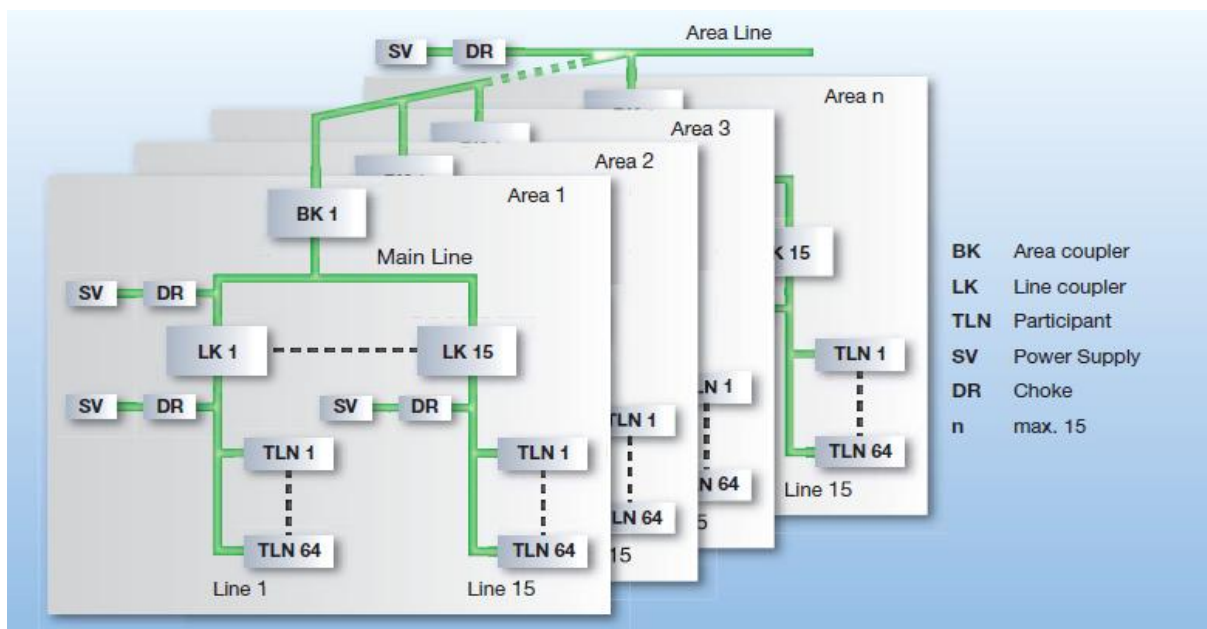


Figura 3.4 - Topologia KNX [4]

O tipo de cabo utilizado em instalações é, tipicamente, do tipo J-Y (St) Y 2x2x0.8 VDE 0815 que está preparado para ambientes secos e húmidos [4]. Como se pode observar na Figura 3.5 este cabo é composto por vários elementos, embora sejam apenas necessários os fios correspondentes ao polo positivo e ao polo negativo do BUS KNX/EIB, de cores vermelha e preta, respetivamente, bem como os dois condutores de alimentação com as cores amarela e branca [4].

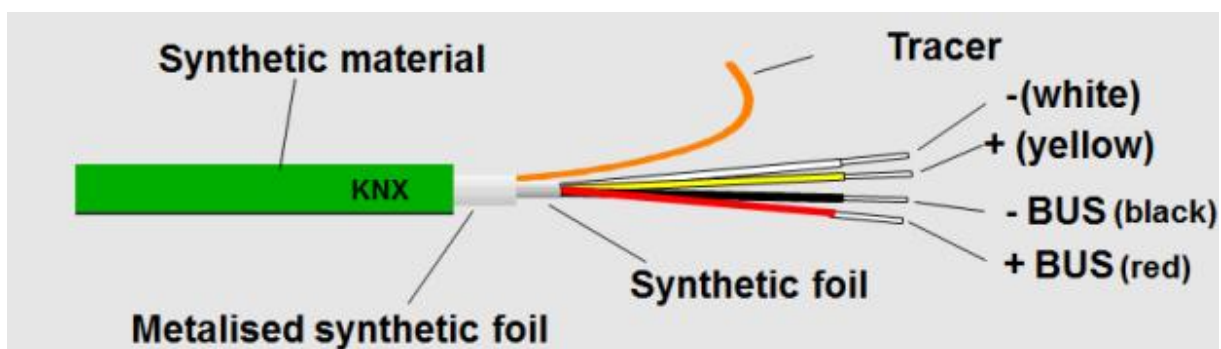


Figura 3.5 - Cabo J-Y e condutores do mesmo [4]

Cada linha KNX necessita de uma fonte de alimentação para gerar o BUS de 30V que permite a comunicação entre equipamentos e a alimentação dos mesmos. A Figura 3.6 exemplifica uma ligação entre uma fonte KNX a dois equipamentos [4]. A fonte KNX é alimentada por 230V/50Hz e fornece uma tensão contínua de 30V/640mA, através dos cabos de BUS, a dois dispositivos que precisam de, pelo menos, 21V de tensão contínua.

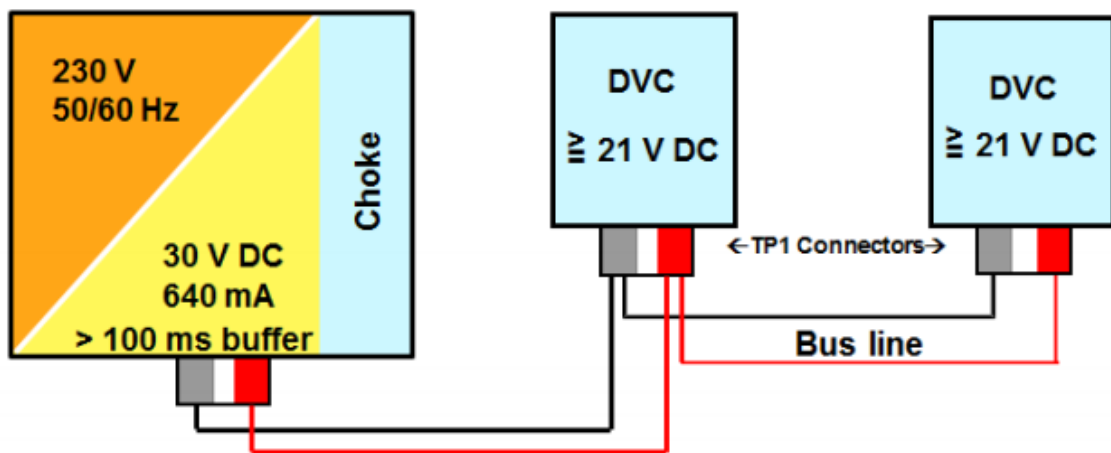


Figura 3.6 - Exemplo de uma linha KNX (DVC=Device) [4]

No entanto, ao interligar os equipamentos, existem algumas regras que devem ser respeitadas no que diz respeito a distâncias de cabos entre os mesmos.

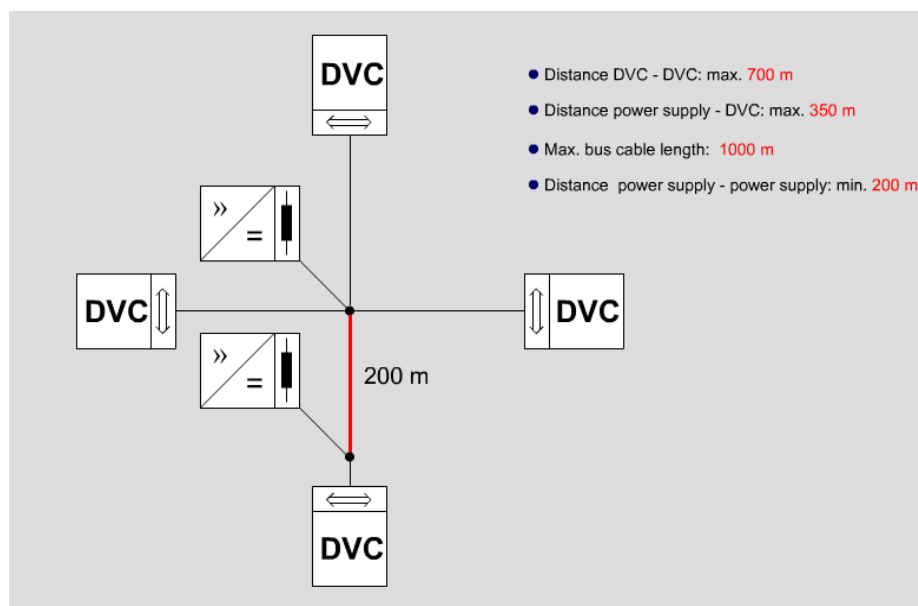


Figura 3.7 - Distâncias entre cabos KNX [4]

A Figura 3.7 apresenta as distâncias máximas permitidas entre cabos de BUS numa rede KNX. A distância máxima entre equipamentos pode ir até aos 700m, embora nenhum equipamento possa estar afastado a mais de 350m de uma fonte de alimentação KNX [4].

Se existir mais que uma linha, existirá também mais que uma fonte de alimentação. Essa mesma fonte não poderá estar mais afastada que 200m da fonte de alimentação mais próxima. Tendo em conta todas estas distâncias é ainda necessário referir que o comprimento total de cabo, em toda a instalação, não poderá exceder 1km de extensão [4].

Cada equipamento poderá ser parametrizado de acordo com o uso que o utilizador preveja para o mesmo. Ao parametrizar um equipamento será necessário utilizar a base de dados do *software*

ETS disponibilizada pelos fabricantes dos equipamentos. Ao importar essa mesma base de dados de um equipamento num projeto ETS será possível ter acesso a objetos de comunicação para leitura e envio de informação disponibilizados pelo equipamento. Esses pontos de leitura e envio são vulgarmente chamados de objetos de comunicação do equipamento [6].

A Figura 3.8 apresenta um quadro elétrico de uma instalação que contém vários equipamentos de quadro KNX. Como é possível observar, os equipamentos KNX são alimentados pelos cabos de BUS de cor vermelha que os interligam. O BUS KNX é gerado pela fonte de alimentação que se encontra na mesma figura. Nas saídas de equipamentos como os atuadores binários encontram-se ligadas as alimentações (230V) de diversas luminárias. Esta foto poderá ser vista em pormenor no Anexo II.

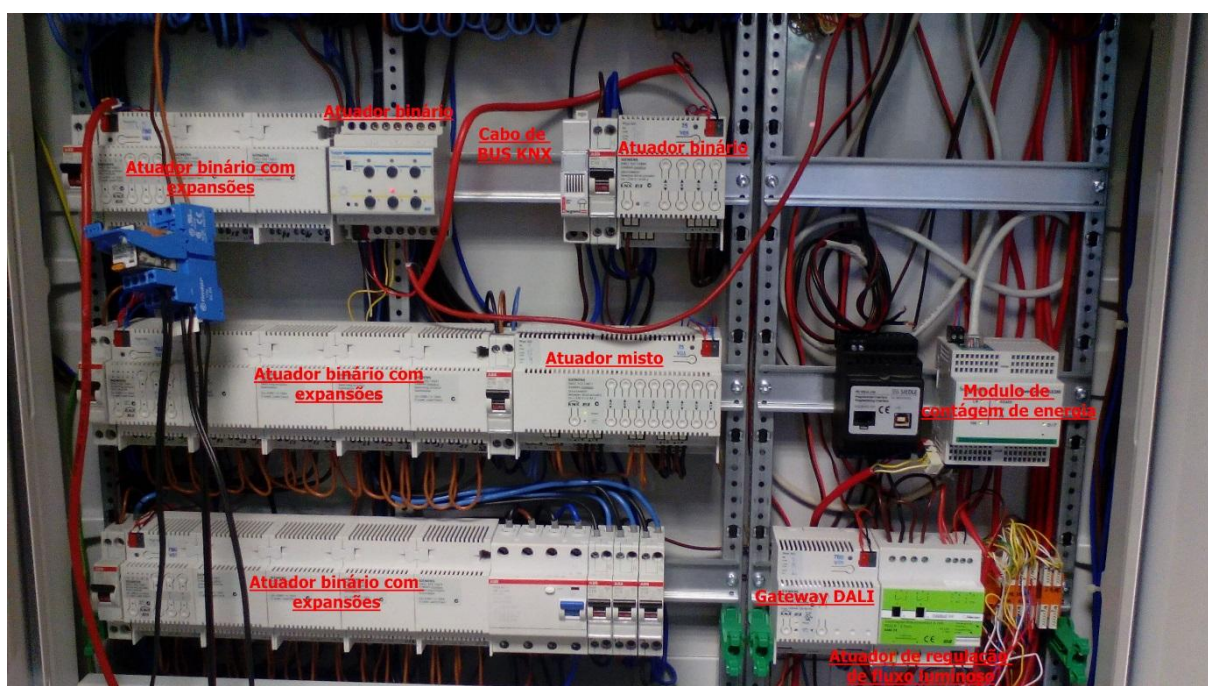


Figura 3.8 - Quadro elétrico com vários equipamentos KNX interligados através de BUS

3.3.1 Endereços Individuais de equipamentos

Cada equipamento possui um endereço físico único em toda a instalação, com o formato apresentado na Figura 3.9. Através do endereço físico é possível saber a área, linha e o número identificador do equipamento. Para atribuir o endereço físico a um equipamento será necessário atribuí-lo com o auxílio do *software* ETS e, pressionando o botão de programação que todos os equipamentos KNX possuem, descarregar a parametrização para o equipamento (para uma melhor compreensão do que foi acabado de explicar aconselha-se a leitura do Anexo III). Através do endereço físico é possível realizar diagnósticos, retificar e reconhecer erros do equipamento/instalação e ainda reprogramar o equipamento novamente caso seja necessário [4].

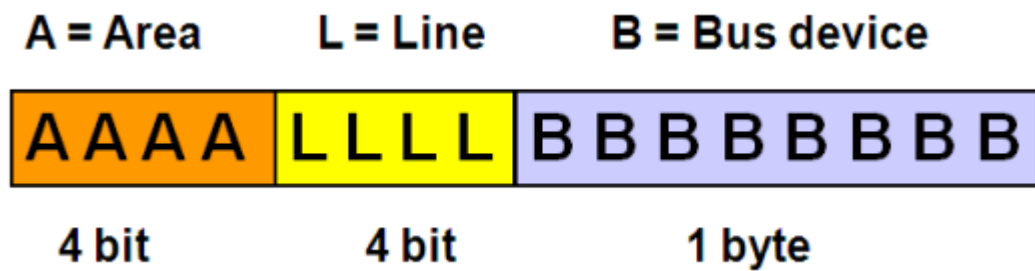


Figura 3.9 - Estrutura de um endereço individual de um equipamento KNX [4]

Instalações que necessitem de mais que uma linha KNX necessitam de um acoplador de linha. Este equipamento é responsável por reencaminhar telegramas de outras linhas KNX da instalação para a linha que controlam e geralmente ocupam o endereço A.L.0 da linha, em que A representa a área, L a linha e 0 (zero) o endereço do equipamento. Os acopladores de linha também podem ser parametrizados para bloquear telegramas provenientes de outras linhas. Por vezes, esta poderá ser uma boa solução a adotar quando existirem várias linhas e equipamentos KNX numa instalação porque, em alguns casos, se este tipo de ação não for tomada, a rede poderá sofrer congestionamento devido ao número excessivo de telegramas enviados quase simultaneamente.

3.3.2 Endereços de grupo

A comunicação entre equipamentos KNX é feita através da leitura e escrita para endereços de grupo. Os endereços de grupo poderão ser de dois ou três níveis como a demonstra a

Figura 3.10.

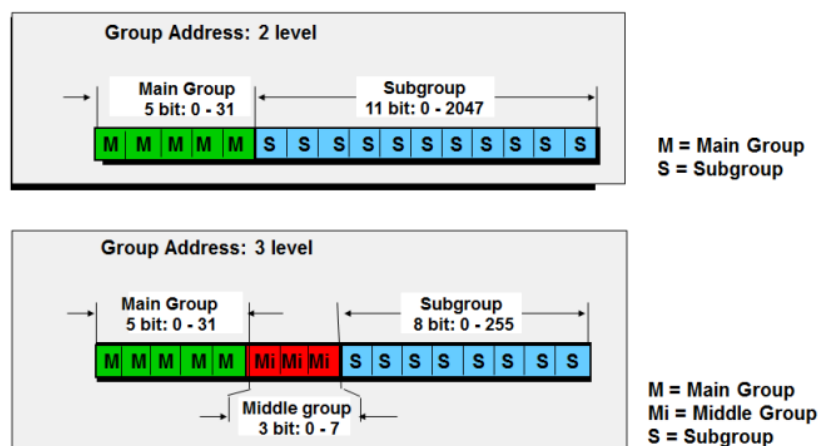


Figura 3.10 - Estrutura dos dois tipos de endereços de grupo [7]

Endereços de dois níveis são representados na forma X/Y em que X representa o grupo principal, de 5 bits de comprimento, e Y representa o subgrupo do endereço, com 11 bits de comprimento. Nesta configuração poderão existir até 32 grupos principais, numerados entre 0 e 31, e 2048 subgrupos, numerados entre 0 e 2047 [7].

Endereços de grupo de três níveis são representados sobre a forma X/Y/Z em que X é o grupo principal, também com 5 *bits* de comprimento, Y o grupo intermédio, com 3 *bits* de comprimento, e Z o subgrupo com 8 *bits* de comprimento [7]. Apesar de existirem estas duas possibilidades de endereçamento, a numeração do grupo principal de um endereço de grupo (correspondente ao elemento X) superior ao número 15 é desaconselhada, uma vez que estas gamas superiores não conseguem ser filtradas por alguns acopladores e provocarão instabilidades severas no sistema.

Em projetos ETS é habitual atribuir o nome da especialidade a controlar ao grupo principal, o piso ou divisão do edifício ao grupo intermédio e a função do endereço de grupo aos subgrupos. Na Figura 3.11 está representada uma estrutura de endereços de grupo elaborada num projeto ETS. A azul encontra-se o grupo principal, onde ficarão endereços de grupo utilizados para o controlo de iluminação *on/off*. Dentro do grupo principal é possível observar três grupos intermédios, de cor verde, que permitem dividir o grupo principal em vários grupos e obter maior organização no endereçamento. Por último, a vermelho, encontram-se os subgrupos onde se encontram alocados os objetos de comunicação que permitem, neste caso, ligar iluminações e obter estados das mesmas [7].

- ▲ 1 Iluminação On/Off
 - ▲ 1/0 Ilum. Sala
 - 1/0/0 On/Off - I20 - Varanda da Sala, Ilum. de parede (Q.P. 1.1.2)
 - 1/0/1 Feedback - I20 - Varanda da Sala, Ilum. de parede (Q.P. 1.1.2)
 - 1/0/2 - - On/Off - I37 - Varanda da Sala, LEDs (Q.P. 1.1.2)
 - 1/0/3 - - Feedback - I37 - Varanda da Sala, LEDs (Q.P. 1.1.2)
 - 1/0/4 On/Off - I19 - Candeeiro da Sala (Q.P. 1.1.3)
 - 1/0/5 Feedback - I19 - Candeeiro da Sala (Q.P. 1.1.3)
 - ▷ 1/1 Ilum. Q.Casal
 - ▷ 1/2 Ilum. Cozinha

Figura 3.11 - Endereços de grupo no *software* ETS

É para estes endereços que os objetos de grupo/comunicação dos equipamentos irão escrever para que ordens possam ser executadas, como poderá ser constatado na Figura 3.12. Neste exemplo está representado um objeto de comunicação proveniente de um atuador KNX e outro objeto de comunicação proveniente de um botão KNX (sensor). O funcionamento de objetos de comunicação será explicado em pormenor na Secção 3.3.3 deste capítulo.

Endereços de grupo		Objeto	Dispositivo
Pastas Dinâmicas			
0 Geral			
1 Iluminação On/Off			
1/0 Ilum. Sala			
1/0/0 On/Off - I20 - Varanda da Sala, Ilum. de parede (Q.P. 1.1.2)		0: Switch object - Channel 1	1.1.3 Switch actuator REG-K/12x230/10 v
1/0/1 Feedback - I20 - Varanda da Sala, Ilum. de parede (Q.P. 1.1.2)		3: Push button 4 - Switching	1.1.104 B.IQ push button 3gang comfort
1/0/2 - - On/Off - I37 - Varanda da Sala, LEDs (Q.P. 1.1.2)			
1/0/3 - - Feedback - I37 - Varanda da Sala, LEDs (Q.P. 1.1.2)			
1/0/4 On/Off - I19 - Candeeiro da Sala (Q.P. 1.1.3)			
1/0/5 Feedback - I19 - Candeeiro da Sala (Q.P. 1.1.3)			

Figura 3.12 - Conteúdo de um endereço de grupo

A estrutura dos endereços de grupo é definida nas propriedades do projeto do *software* ETS apesar da configuração mais usual ser a configuração de três níveis. Existe ainda um endereço de grupo usado para *broadcast* de mensagens definido por 0/0/0 que é utilizado para enviar telegramas para todos os equipamentos ligados ao BUS KNX [7].

3.3.3 Objetos de grupo/comunicação de equipamentos

Cada equipamento contém a sua base de dados criada pelo fabricante. Essa mesma base de dados precisa de ser importada para o projeto ETS para que seja possível ter acesso aos parâmetros de programação do equipamento e aos objetos de grupo/comunicação dos mesmos.

Os objetos de grupo são espaços de memória em equipamentos KNX alocados especificamente para uma tarefa específica. De maneira figurada, podem ser vistos como pontes que permitem a interação entre os equipamentos de uma rede KNX [7].

O tamanho destes objetos poderá variar entre 1 *bit* e 14 *bytes* dependendo da função de cada objeto de grupo. Objetos de tamanhos diferentes não poderão ser associados entre si uma vez que o *software* ETS apenas permite a associação de objetos do mesmo tamanho [7].

É nesta fase que todo o sistema KNX se interliga e que é conseguida uma melhor compreensão de todo o sistema. Cada objeto de grupo/comunicação de um equipamento deve ser associado a um ou mais endereços de grupo para que possa haver comunicação entre outros equipamentos da rede.

O exemplo da Figura 3.13 pretende dar um exemplo prático do que foi acabado de descrever.

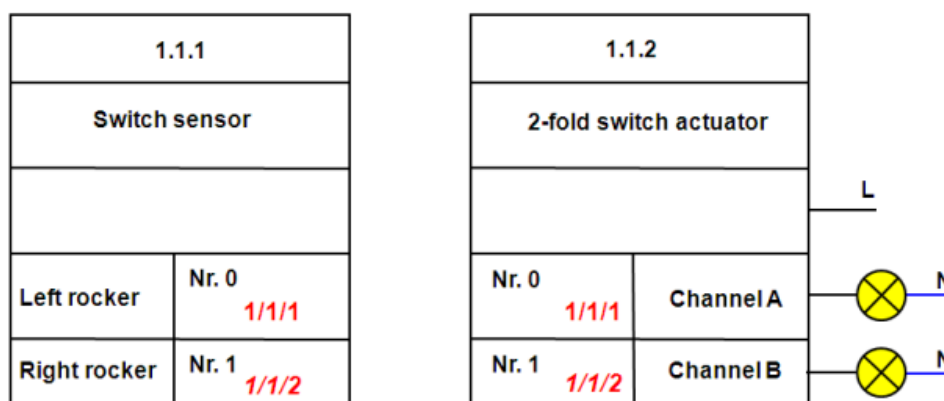


Figura 3.13 - Exemplo de comunicação entre equipamentos numa rede KNX [7]

Como é possível observar, a Figura 3.13 contém dois equipamentos KNX. Considerou-se para o exemplo um botão KNX (*switch sensor*) com o endereço individual 1.1.1 e um atuador (*2-fold switch actuator*) com o endereço 1.1.2.

O botão KNX contém dois objetos de grupo/comunicação: o botão esquerdo (*left rocker*) e o botão direito (*right rocker*). Como já foi mencionado anteriormente, estes itens são alocações de memória que representam virtualmente os botões físicos KNX. Estar a enviar a ordem de “ligar” ou “desligar” para estes objetos de grupo/comunicação seria o mesmo que ligar ou desligar o interruptor fisicamente.

De maneira similar, o atuador contém objetos de grupo/comunicação para duas saídas físicas chamadas de canal A (*channel A*) e canal B (*channel B*), as quais se encontram individualmente ligadas a duas luminárias convencionais.

Para este exemplo foi considerado que a luminária do canal A ligue assim que o botão esquerdo for pressionado e que a luminária do canal B faça o mesmo quando o botão direito for pressionado. Para que isto seja possível seria necessário criar dois endereços de grupo como, por exemplo:

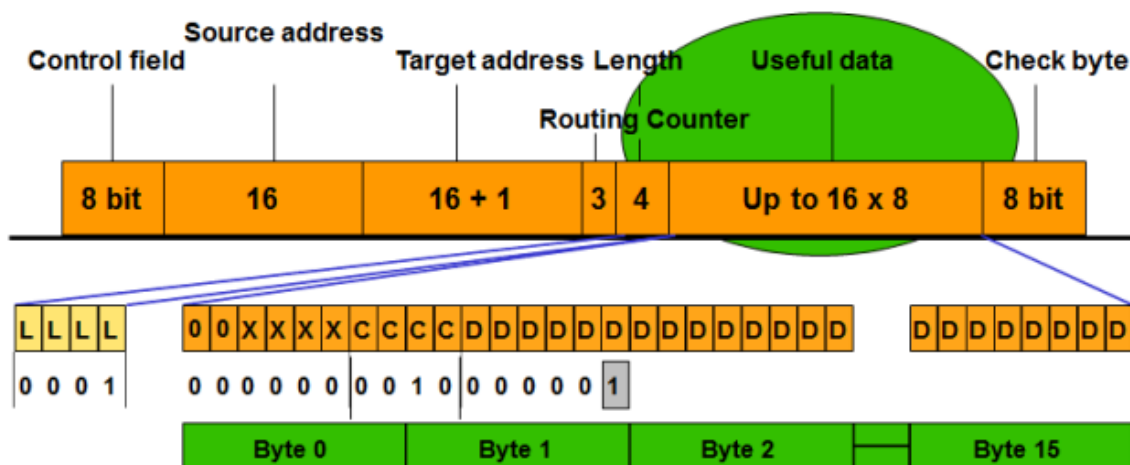
- 1/1/1 Ligar luminária A;
- 1/1/2 Ligar luminária B.

Assim sendo, o objeto de grupo/comunicação do botão esquerdo (pertencente ao equipamento 1.1.1) e o objeto de grupo/comunicação do canal A (pertencente ao equipamento 1.1.2) serão ambos associados ao endereço de grupo 1/1/1. Assim que o interruptor esquerdo for fisicamente pressionado será enviado o valor lógico “1” para o endereço de grupo 1/1/1. Como o canal A está associado a esse mesmo endereço de grupo, receberá também o valor “1”, e atuará a sua saída ligando a luminária A. O mesmo tipo de filosofia é utilizada para ligar a luminária B.

Para observar como este processo é feito no *software* ETS basta observar a Figura 3.12, onde um endereço de grupo contém o objeto de comunicação de um atuador com o endereço físico 1.1.3 e o objeto de comunicação de um botão com o endereço físico 1.1.104.

3.3.4 Telegramas KNX

A Figura 3.14 apresenta uma imagem ilustrativa de um telegrama KNX. Como se pode constatar nesta figura, o telegrama é iniciado com um campo de controlo de 8 *bits*, seguido pelo endereço de envio sob a forma de 16 *bits* e pelo endereço de destino sob a forma de 16+1 *bits* (sendo o *bit* extra utilizado para efeitos de controlo). São também usados 3 *bits* para a contagem do número de vezes que o telegrama foi reenviado, seguido por 4 *bits* que indicam o tamanho do telegrama [7]. Seguidamente são enviados os dados. Estes poderão atingir o tamanho máximo de 16x8 *bits*, dependendo do tipo de dados que esteja a ser transmitido. Por último existe o *check byte*, utilizado para detetar erros de transmissão de telegramas.



The actual payload is explained here using the example of a 1-bit telegram.

Legend

- C = Command
- D = Data (dependent on the data point type[DPT])
- L = Length of the useful data (dependent on DPT)
- X = No evaluation

Selected commands

- 0000 Value Read
- 0001 Value Response
- 0010 Value Write
- 1010 Memory Write

Figura 3.14 - Constituição de um Telegrama EIB / KNX [7]

Os telegramas KNX divergem bastante no que toca ao tamanho pois existem vários tipos de dados que são possíveis enviar [7]. Estes dados podem ser representados através da norma EIS (*EIB InterStandard*) ou por *Datapointers* (DPT) e os tamanhos dos mesmos poderão variar desde 1 *bit* até 14 *bytes*.

É necessário mencionar que a comunicação entre equipamentos é feita através de endereços de grupo e de endereços individuais, bem como referir o importante facto de que endereços de grupo apenas poderão conter objetos de comunicação de tamanhos semelhantes. Esta limitação foi imposta para que não fosse possível existir falhas como, por exemplo, um objeto de 1 *bit* escrever informação num objeto de 14 *bytes*.

#	H...	Serviço	S...	Prior.	End. Origem	Origem	End. Destino	Dest.	Salto	Tipo	TPD	Infor.
156	2014-	do bus		Low	1.5.102	1.5.102 RDF301.50 Room Thermostat	5/2/59	Dir Ops Sul- esquerda - R.O.M. : State Protection	5	Escrever	1.001 switch	\$00 Desligar
157	2014-	do bus		Low	1.5.102	1.5.102 RDF301.50 Room Thermostat	5/2/64	Dir Ops Sul- esquerda - Heating output primary	5	Escrever	5.001 percentage (0.100%) \$FF 100 %	

Figura 3.15 - Telegrama KNX

A Figura 3.15 representa dois telegramas KNX observados através do *software* ETS. Através desta figura é possível observar que a constituição de um telegrama (visualizado através de ETS) fornece informações como o número identificador de telegrama, o *time stamp* indicativo de quando o telegrama foi enviado, os sinalizadores e prioridades do telegrama, o endereço individual do equipamento que transmite a mensagem (endereço de origem), a *string* que identifica o “nome” do equipamento de origem, o endereço de grupo para onde a mensagem é transmitida (endereço de destino), a respetiva *string* identificadora do equipamento de destino, o tipo de telegrama (escrita ou leitura), o tipo de dados e, finalmente, a informação que transmite.

A partir da análise a um telegrama KNX é possível evidenciar que um equipamento, ao escrever um valor para um endereço de grupo, estará a escrever para todos os objetos de grupo/comunicação que se encontrem associados ao endereço de grupo para o qual foi escrita informação. Objetos de grupo/comunicação que sejam de escrita (ou seja, que contenham a *flag* de escrita ativa), como botões ou *interfaces* de botões, serão os únicos elementos que poderão enviar ordens a elementos como atuadores binários. Para mais informações sobre as *flags* e seus respetivos significados aconselha-se a consulta do anexo III deste documento.

No entanto, existem vários tipos de dados que podem ser escritos. A Figura 3.16 apresenta alguns dos vários tipos de EIS e DPT existentes e a sua correlação. Cada tipo de controlo, seja ele de regulação de fluxo luminoso percentual, controlo de ligar/desligar ou até mesmo leitura de temperaturas, entre muitas outras coisas, tem um DPT ou EIS especificamente criado para tal [7].

KNX/EIB Function	Information length	EIS	DPT	Value
Switch	1 Bit	EIS 1	DPT 1	0,1
Dimming (Position, Control, Value)	1 Bit, 4 Bit, 8 Bit	EIS 2	DPT 3	[0,0]...[1,7]
Time	3 Byte	EIS 3	DPT 10	
Date	3 Byte	EIS 4	DPT 11	
Floating point	2 Byte	EIS 5	DPT 9	-671088,64 - 670760,96
8-bit unsigned value	1 Byte	EIS 6	DPT 5	0...255
8-bit unsigned value	1 Byte	DPT 5.001	DPT 5.001	0...100
Blinds / Roller shutter	1 Bit	EIS 7	DPT 1	0,1
Priority	2 Bit	EIS 8	DPT 2	[0,0]...[1,1]
IEEE Floating point	4 Byte	EIS 9	DPT 14	4-Octet Float Value IEEE 754
16-bit unsigned value	2 Byte	EIS 10	DPT 7	0...65535
16-bit signed value	2 Byte	DPT 8	DPT 8	-32768...32767
32-bit unsigned value	4 Byte	EIS 11	DPT 12	0...4294967295
32-bit signed value	4 Byte	DPT 13	DPT 13	-2147483648...2147483647
Access control	1 Byte	EIS 12	DPT 15	
ASCII character	1 Byte	EIS 13	DPT 4	
8859_1 character	1 Byte	DPT 4.002	DPT 4.002	
8-bit signed value	1 Byte	EIS 14	DPT 6	-128...127
14 character ASCII	14 Byte	EIS 15	DPT 16	
14 character 8859_1	14 Byte	DPT 16.001	DPT 16.001	
Scene	1 Byte	DPT 17	DPT 17	0...63
HVAC	1 Byte	DPT 20	DPT 20	0...255
Unlimited string 8859_1	.	DPT 24	DPT 24	
List 3-byte value	3 Byte	DPT 232	DPT 232	RGB[0,0,0]...[255,255,255]

Figura 3.16 - Correspondência entre o tipo de dados DPT e EIB [8]

4 Principais sistemas e protocolos comunicantes com KNX

Existem vários sistemas e protocolos dedicados à automação de edifícios que podem comunicar com KNX. Este capítulo tem como objetivo explicar o funcionamento de alguns protocolos utilizados atualmente em conjunto com o sistema KNX. Como existem inúmeros protocolos comunicantes com KNX, e devido ao carácter excessivamente extensivo na exposição dos mesmos, foram selecionados apenas os protocolos mais comuns como o protocolo DALI, o protocolo MODBUS e o protocolo Bacnet.

O protocolo DALI (*Digital Adressable Lighting Interface*) representa a solução ideal no que toca ao controlo de iluminação pois faz-se representar por uma boa relação entre a funcionalidade do sistema, o investimento na tecnologia e o retorno do mesmo. Além destes aspetos, esta tecnologia permite fazer a gestão de múltiplas luminárias digitalmente.

O protocolo MODBUS é dos protocolos mais utilizados em comunicações industriais e utilizado ao longo de muitos anos na indústria. Este protocolo poderá também ser interligado com o sistema de KNX caso seja necessário fazê-lo devido à imposição no funcionamento de alguns equipamentos.

O BACnet (*Building Automation Control Networks*) é um protocolo de automatização pensado para edifícios que pode ser visto como um concorrente do KNX. Apesar de serem tecnologias concorrentes, estas permitem a comunicação mútua através de *gateways* dedicadas. Este protocolo é estável e encontra-se presente no mercado desde 1987, sendo uma solução alternativa no que toca a automatização de edifícios.

4.1 DALI

O sistema DALI é um sistema que consiste numa plataforma de comunicação digital entre balastros de iluminação e um sistema de gestão, como por exemplo, o sistema KNX [9].

Esta intercomunicação é feita através de balastros e *gateways* DALI e não de luminárias. Os balastros DALI permitem ligar, desligar e controlar o fluxo luminoso das luminárias a que estão interligados. As *gateways* DALI permitem encontrar, endereçar e gerir os balastros que se encontrem na rede de ligação. Uma *gateway* poderá comunicar e gerir, no limite, 64 luminárias ligadas a balastros DALI e permite agrupar conjuntos de iluminação livremente [9]. Com esta vantagem é possível definir, sempre que se pretenda, que luminárias é que ligam ou desligam consoante o carregar de um botão - o controlo é total.

O cabo que liga aos balastros DALI deverá levar, além de fase, neutro e terra, dois condutores para o controlo 0-10V como demonstra a Figura 4.1.

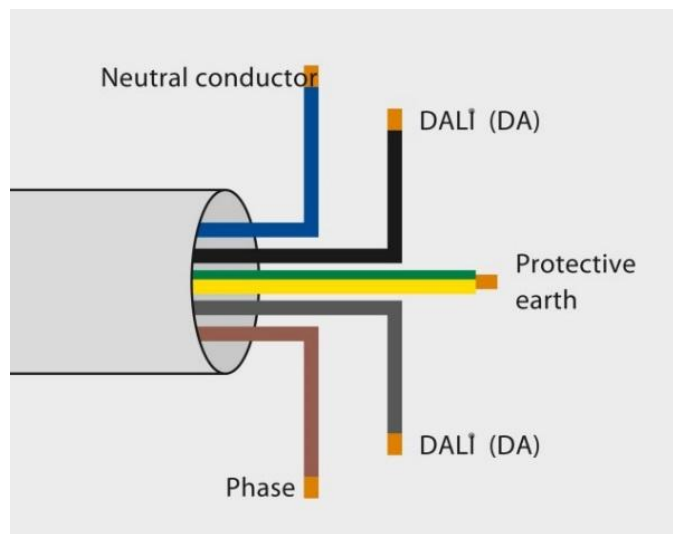


Figura 4.1 - Cabo de ligação de um balastro DALI [9]

Aos balastros DALI são ligados os cabos de alimentação e também os cabos do BUS DALI provenientes da *gateway* DALI. A forma de ligar os condutores é descrita no manual do fabricante ou até no próprio balastro como demonstra a Figura 4.2.

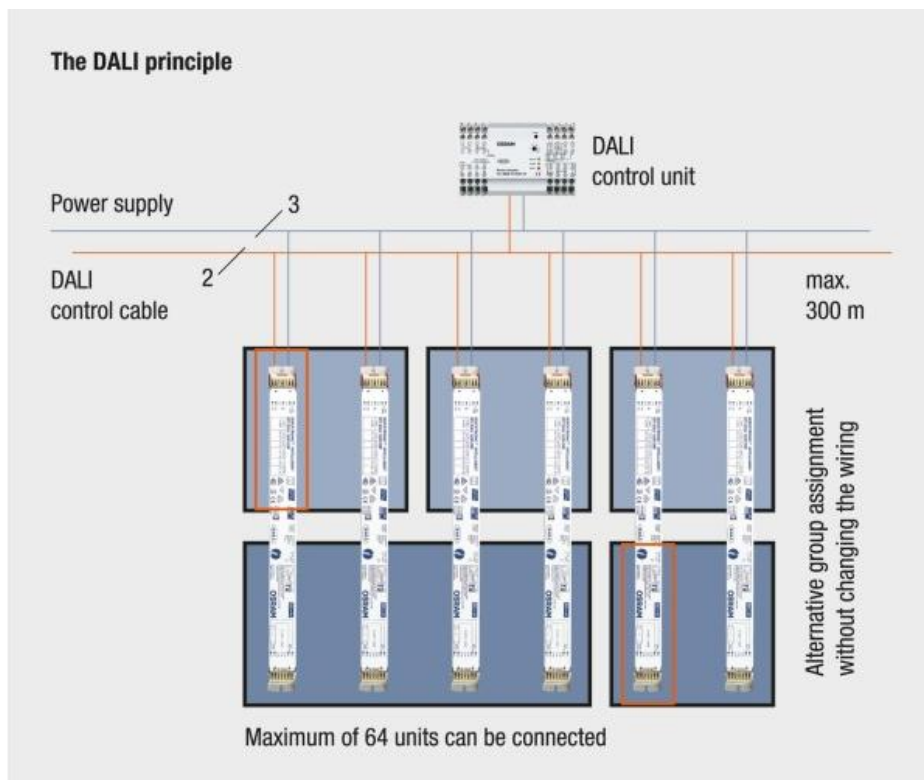


Figura 4.2 - Esquema de interligação de balastros DALI [9]



Figura 4.3 - Utilização típica do sistema DALI em conjunto com um sistema KNX

A Figura 4.3 demonstra a interligação típica entre o sistema DALI e o sistema KNX. Neste exemplo, o controlo de luminárias está associado a botões de pressão KNX, detetores de presença/movimento KNX ou a um painel tátil que controle o sistema.

No que diz respeito à transmissão de dados entre as *gateways* e os balastros DALI, é necessário referir que o tipo de comunicação deste sistema é *Half-Duplex* (isto é, permite receção e envio de dados não simultânea) com uma velocidade de transmissão de 1200 bit/s [9].

O Anexo I deste documento contém um caso exemplo que compara os custos de investimento de uma instalação caso esta utilize balastros DALI ou balastros convencionais. Este anexo demonstra que, para além da sua grande funcionalidade e utilidade, o sistema DALI é um sistema de grande viabilidade económica e permite uma redução significativa em gastos energéticos bem como um período de recuperação do investimento relativamente rápido.

4.2 MODBUS

Desenvolvido em 1979 pela Modicon, o protocolo MODBUS é um dos mais referenciados no que toca a comunicações entre equipamentos.

As comunicações MODBUS são do tipo Mestre/Escravo (*Master/Slave*). Este tipo de comunicação pressupõe que apenas um equipamento (*Master*) inicie a troca de informação com outros (*Slaves*) através do envio e receção de *frames*. Os meios de comunicação podem ser via RS-232, RS-485 ou *Ethernet* [10].

Existem dois modos de transmissão de dados via porta-série utilizados neste protocolo: o modo de transmissão ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*) e o modo de transmissão RTU (*Remote Terminal Unit*). Além destes dois existe também o modo MODBUS TCP [10].

No modo ASCII cada *byte* é transmitido através de dois caracteres, fazendo com que este seja o modo que utiliza mais recursos de rede, tornando portanto todo o sistema mais lento. Os caracteres permitidos neste modo vão dos números 0 a 9 passando pelas letras de A a F e constituição de uma *frame* MODBUS ASCII pode ser observada na Figura 4.4. [10].

Modbus ASCII frame format

Name	Length (char.)	Function
Start	1	Starts with colon (:) (ASCII hex value is 0x3A)
Address	2	Station address
Function	2	Indicates the function codes like read coils / inputs
Data	n	Data + length will be filled depending on the message type
LRC	2	Checksum
End	2	Carriage return – line feed (CR/LF) pair (ASCII values of 0x0D & 0x0A)

Figura 4.4 - *Frame* MODBUS ASCII [10]

A *frame* ASCII começa com o valor 0x3A que corresponde ao símbolo “:”. De seguida é definido o endereço e função, cada um com dois caracteres de tamanho, seguido dos dados a transmitir que tomam um tamanho variável. Existe também o mecanismo de *checksum*, utilizado para verificar se existiram erros de transmissão, e o indicador de fim da *frame* [10].

O MODBUS RTU consiste num método bem mais leve de comunicação porque, para cada *byte* transmitido são codificados dois caracteres hexadecimais de 4 *bits*. Números que variem entre -32768 e 32767 podem ser representados por 2 *bytes* [10]. A constituição de uma *frame* MODBUS RTU pode ser observada na Figura 4.5.

Modbus RTU frame format

Name	Length (bits)	Function
Start	28	At least 3½ character times of silence (mark condition)
Address	8	Station address
Function	8	Indicates the function code; e.g., read coils/inputs
Data	n × 8	Data + length will be filled depending on the message type
CRC	16 bits	Checksum
End	28	At least 3½ character times of silence between frames

Figura 4.5 - *Frame* MODBUS RTU [10]

A última forma de comunicação MODBUS é através do protocolo *Ethernet*, apelidando-se de MODBUS TCP. Este modo realiza a comunicação entre equipamentos através de *sockets TCP/IP*, com o suporte do mecanismo de controlo de transmissão de dados CSMA-CD (*Carrier Sense Multiple Access – Collision Avoidance*) [11].

Este mecanismo é bastante semelhante ao CSMA-CA já abordado anteriormente. A principal diferença reside no facto do CSMA-CD, ao invés de evitar colisões entre mensagens, detetar se existiram colisões de dados entre as mesmas [11]. Caso tenha ocorrido uma colisão entre dois telegramas provenientes de dois dispositivos distintos é atribuído aos mesmos um tempo de espera aleatório para iniciarem novamente a transmissão de dados, evitando deste modo uma nova colisão de informação [11]. A Figura 4.6 mostra uma *frame* MODBUS TCP.

Modbus TCP frame format

Name	Length (bytes)	Function
Transaction identifier	2	For synchronization between messages of server & client
Protocol identifier	2	Zero for Modbus/TCP
Length field	2	Number of remaining bytes in this frame
Unit identifier	1	Slave address (255 if not used)
Function code	1	Function codes as in other variants
Data bytes	n	Data as response or commands

Figura 4.6 - *Frame* MODBUS TCP [10]

4.3 BACnet

O protocolo BACnet foi criado pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* para se tornar num protocolo de controlo e gestão de edifícios, sendo criado em 1987 mas oficializado com o seu nome atual em 1990 [12].

Este é um protocolo que, tal como o KNX, pretende ser assertivo no que toca à interoperabilidade entre equipamentos. De facto, uma das premissas do BACnet é que as suas mensagens/telegramas sejam idênticos em todos os equipamentos e que a codificação seja suficientemente simples para permitir a adição de novas capacidades ao sistema. Estes telegramas têm que ser flexíveis o suficiente para conseguir navegar em qualquer tecnologia de rede que exista atualmente, seja ela uma rede KNX, MODBUS ou *ethernet/IP* [12].

Uma das características do BACnet é a utilização de um “modelo de objetos” para representar o tipo de dados utilizado na automação em edifícios. A Figura 4.7 representa esses dados e, através da observação e comparação com o protocolo KNX, é possível reparar que são, de forma generalizada, semelhantes.

Basic Device Object Types Device Analog Input Analog Output Analog Value Binary Input Binary Output Binary Value Multi-state Input Multi-state Output Multi-state Value File	Logging Object Types Event Log Trend Log Trend Log Multiple
Process-related Object Types Averaging Loop Program	Life Safety and Security Object Types Life Safety Point Life Safety Zone Network Security
Control-related Object Types Command Load Control	Physical Access Control Object Types Access Zone Access Point Access Door Access User Access Rights Access Credential Credential Data Input
Meter-related Object Types Accumulator Pulse Converter	Simple Value Object Types CharacterString Value DateTime Value Large Analog Value BitString Value OctetString Value Time Value Integer Value Positive Integer Value Date Value DateTime Pattern Value Time Pattern Value Date Pattern Value
Presentation-related Object Types Group Global Group Structured View	Lighting Control Object Types Channel Lighting Output
Schedule-related Object Types Calendar Schedule	
Notification-related Object Types Event Enrollment Notification Class Notification Forwarder Alert Enrollment	

Figura 4.7 - Tipo de dados BACnet [12]

O BACnet assenta em vários meios de transmissão de dados, sendo o mais comum *Ethernet* e TP (*Token Passing*).

O TP é um método de controlo de fluxo de transmissão de dados característico deste protocolo baseado na passagem de permissão para enviar dados. Quando um dos equipamentos obtiver o apelidado “*token*”, nenhum outro equipamento poderá enviar dados. O “*token*” é passado quando a mensagem a enviar é completa ou caso seja ultrapassado o tempo limite de posse do mesmo por um equipamento. Informações relativas ao *token* são transmitidas nas mensagens, mais especificamente no tipo de *frame* a enviar/receber como pode ser constatado na Figura 4.8 [13].

As mensagens típicas BACnet são constituídas por, pelo menos, 9 *bytes* e pela informação a transmitir, começando com um preâmbulo de 2 *bytes* com o valor “X55” ou “XFF” e seguidas de um *byte* que indica o tipo de *frame* a enviar/receber. De seguida, existem os espaços alocados para o endereço de envio e receção da *frame*, cada um com o comprimento de 1 *byte*, os quais são seguidos por 2 *bytes* que indicam o tamanho da *frame* a enviar e por um *header* de 1 *byte*. Por fim, são transmitidos os dados e o mecanismo de deteção de erros de 2 *bytes* conhecido por CRC (*Cyclic Redundancy Check*) [14]. Os constituintes de uma *frame* BACnet bem como os vários tipos de *frame* existentes podem ser consultados na Figura 4.8.

Frames format:

Preamble	two octet preamble: X'55', X'FF'
Frame Type	one octet
Destination Address	one octet address
Source Address	one octet address
Length	two octets, most significant octet first
Header CRC	one octet
Data	(present only if Length is non-zero)
Data CRC	(present only if Length is non-zero) two octets, least

The Frame Type are defined as:

00	Token
01	Poll For Master
02	Reply To Poll For Master
03	Test_Request
04	Test_Response
05	BACnet Data Expecting Reply
06	BACnet Data Not Expecting

Figura 4.8 - Formato de uma *frame* BACnet [12]

A comunicação através de redes IP também é possível utilizando uma variante do protocolo chamada BACnet-IP. Nas redes BACnet-IP, cada equipamento tem o seu endereço IP específico e comunicam através de pacotes de dados UDP. Este método de transmissão de dados foi escolhido

devido a ser bastante suportado e aplicado em inúmeros sistemas. Um exemplo de um trabalho utilizando Bacnet na gestão de edifícios pode ser consultado em [15].

5 Equipamentos KNX

Este capítulo tem como objetivo apresentar e explicar sucintamente vários tipos de equipamentos KNX que são usados em vários projetos na área da domótica.

Ao longo deste capítulo serão abordadas as funções de equipamentos como fontes de alimentação (as quais alimentam equipamentos e geram o BUS KNX necessário para o funcionamento do sistema), acopladores de linha (equipamentos através dos quais é possível interligar equipamentos de diferentes linhas KNX), vários tipos de *gateways* (permitem a interligação de equipamentos que funcionem com protocolos diferentes), atuadores binários e de regulação de fluxo (utilizados para ligar/desligar equipamentos bem como fazer regulação de intensidade), atuadores de estores, contadores KNX (que permitem medir consumos de toda a instalação), detetores e sensores (que permitem detetar movimento, luminosidade entre outras funções úteis para a gestão inteligente de equipamentos) e, finalmente, sistemas de visualização (soluções que pretendem integrar toda a funcionalidade do sistema num único local).

5.1 Fontes de alimentação



Figura 5.1 - Fonte de alimentação KNX [16]

A Figura 5.1 ilustra uma fonte de alimentação KNX. As fontes de alimentação são elementos cruciais para uma instalação com KNX uma vez que são elas que geram o BUS de 30V utilizado para alimentar vários equipamentos e permitir a sua comunicação. Qualquer fonte de alimentação possui um filtro incorporado para isolar a fonte de alimentação do BUS, assim como interruptores para corte de tensão e reinicialização dos dispositivos ligados à linha e bornes de contacto por parafuso que podem ser ligados à rede. A ligação ao BUS é efetuada através do terminal de bus previsto para o efeito.

Outras considerações relativamente a distâncias de alimentação de equipamentos e número de equipamentos permitidos já foram abordadas anteriormente no Capítulo 3, onde foi descrito o protocolo EIB/KNX.

5.2 Acopladores de linha



Figura 5.2 - Acoplador de linha KNX [16]

A Figura 5.2 apresenta um acoplador de linha KNX. Estes equipamentos servem para interligar linhas e áreas de uma instalação de domótica que utilize o sistema KNX. Um acoplador de linha pode funcionar como filtro de dados e interceptar telegramas de outros dispositivos da sua linha, dando continuidade aos telegramas destinados a outras linhas. Poderá também fazer exatamente o oposto e isolar a linha a que está ligado, não permitindo que qualquer tipo de telegramas de outras linhas sejam recebidos. Para reverter esta configuração é necessário descarregar novamente a parametrização para o equipamento. Com esta manipulação é fácil perceber que estes equipamentos reduzem a carga de informação simultânea nas linhas do BUS do sistema.

5.3 Gateways KNX/IP



Figura 5.3 - Gateway KNX/IP [16]

A Figura 5.3 representa uma *gateway* KNX/IP que serve para interligar todo o sistema KNX a uma rede IP (*Internet Protocol*), permitindo que o sistema possa ser controlado remotamente através de um computador pessoal, *tablet* ou *smartphone*.

5.4 Gateway KNX-DALI



Figura 5.4 - Gateway KNX-DALI [16]

Já mencionada anteriormente, a *gateway* DALI tem o aspeto demonstrado na Figura 5.4 e funciona como um sistema mestre com fonte de alimentação incorporada que permite ligar até 64 balastos por *gateway*.

Permite criar grupos de controlo de balastos (no limite 16) ou controlar cada balastro separadamente.

Dispõe também de um interface *Ethernet* com servidor Web integrado para configuração, iniciação, manutenção e controlo do sistema DALI.

5.5 Atuadores binários



Figura 5.5 - Atuador binário [16]

A Figura 5.5 representa um atuador binário, um dos elementos mais comuns e importantes de qualquer instalação KNX. Os atuadores são utilizados não só para ligar e desligar iluminação através de saídas binárias (digitais) que possuem, como também para ligar e desligar equipamentos de aquecimento, ventilação ou qualquer outro aparelho que possa ser controlado através de um contacto elétrico.

As saídas binárias são contactos livres de tensão, com um acoplador de BUS integrado (*Bus Coupling Unit*), que operam diretamente sobre os circuitos de potência consoante as informações enviadas através da linha de BUS.

Os contactos das saídas binárias são também parametrizáveis individualmente e podem atuar com auxílio de temporização. Podem também atuar através de combinações lógicas, criando dependências para surgir atuação ou não. Em caso de falha de tensão na linha de BUS é possível parametrizar este equipamento para que a saída binária volte ao estado em que estava antes de ocorrer a falha ou, caso se pretenda, definir para ligar ou desligar a saída binária.

5.6 Atuadores de regulação de fluxo



Figura 5.6 - Módulo de regulação de fluxo luminoso [16]

Estes atuadores, representados na Figura 5.6, funcionam como os atuadores binários e de regulação, permitindo não só o controlo “on/off” de iluminação como também a regulação de fluxo luminoso.

As saídas deste módulo, além de possuírem um contacto livre de tensão, possuem uma saída em tensão de 0 a 10 Volt para regulação de fluxo luminoso de iluminação fluorescente, incandescente e halogéneos de tensão reduzida.

5.7 Atuadores de estores



Figura 5.7 - Módulo atuador de estores [16]

Tal como o nome indica, os módulos KNX como os da Figura 5.7, foram concebidos especialmente a pensar na manipulação de cortinas, estores, lâminas e todo o tipo de equipamentos

semelhantes. Possuem objetos internos de programação que permitem o controlo total para subir, descer, pausar e saber a posição atual dos estores a serem controlados.

Como o controlo de estores e iluminação são bastante comuns na domótica, além de atuadores de estores como o da Figura 5.7, existem também atuadores mistos como o da Figura 5.8 que permitem controlar iluminação e estores com um só equipamento, o que torna este módulo uma opção mais económica que as versões específicas existentes.



Figura 5.8 - Atuador misto (estores e iluminação) [16]

5.8 Contadores de energia KNX



Figura 5.9 - Contador de energia KNX [16]

Os equipamentos semelhantes ao da Figura 5.9 funcionam como contadores de energia convencionais embora estejam ligados ao sistema KNX. Através destes equipamentos é possível interligar contadores, medir a energia consumida, a potência, a tensão e ainda a corrente por canal.

Estes equipamentos ainda possuem funções de alarme e de controlo de cargas para valores elevados de corrente elétrica.

5.9 Contadores de água e gás KNX



Figura 5.10 - Contador de água KNX [17]



Figura 5.11 - Contador de gás KNX [17]

Os contadores de água como o da Figura 5.10 ou contadores de gás KNX como o da Figura 5.11 são contadores com comunicação direta com o BUS KNX. Estes equipamentos possuem baterias que permitem que as contagens continuem a contar mesmo que exista falha na alimentação dos equipamentos. Os valores obtidos podem ser trabalhados para analisar os consumos ao longo de intervalos temporais e comparar consumos de água e gás [18].

5.10 Detetores de presença/movimento



Figura 5.12 - Detetor de movimento KNX [16]

Os detetores de movimento KNX, representados na Figura 5.12, são vulgarmente utilizados para espaços de acesso comum ou acesso esporádico que permitem que luminárias ou outros equipamentos estejam ligados apenas alguns minutos após o movimento no espaço cessar.

Consoante a parametrização feita, as ordens de comando podem manipular luminárias, persianas, entre muitas outras funcionalidades. Muitos destes equipamentos encontram-se também preparados para ler a luminosidade do espaço onde estão inseridos e possibilitam utilizar esses valores para controlar outros equipamentos (por exemplo, ligar uma luminária se a luminosidade do espaço lida pelo sensor estiver abaixo de 100 Lux).

5.11 Detetores de CO₂, humidade e temperatura



Figura 5.13 - Detetor de CO₂, humidade e temperatura [16]

Existem sensores que combinam as funcionalidades de vários equipamentos como o sensor de dióxido de carbono, humidade e temperatura da Figura 5.13. Dispositivos como este geralmente apresentam-se como soluções mais económicas pois reúnem várias funções num só equipamento.

Este tipo de equipamento tem ligação direta ao BUS KNX e é bastante utilizado para ambientes onde a qualidade do ar possa vir a sofrer alterações significativas, uma vez que quanto mais elevado for o nível de CO₂, pior a qualidade do ar no espaço onde o dispositivo está instalado.

5.12 Entradas/Botões

O sistema KNX utiliza vários tipos de botões a que podem ser atribuídas várias funções. As funções dos botões têm maior aplicação no controlo de iluminação e no controlo de estores. No entanto,

as suas aplicações podem envolver tudo o que esteja ligado a ligar/desligar e bloquear/desbloquear equipamentos.

Algumas utilizações mais usuais passam pelo uso de botões para bloquear detetores de movimento, fazer o controlo/regulação manual de iluminação ou para ativar cenários como, por exemplo, desligar toda a iluminação e tomadas num botão junto à porta de entrada de casa.



Figura 5.14 – Botão KNX e Termostato KNX [16]

Equipamentos como o botão e o termostato KNX da Figura 5.14 contêm botões que funcionam como entradas binárias para controlo de iluminação ou outro tipo de equipamentos. O termostato KNX também se encontra preparado para o controlo de ventilação.

5.13 Sistemas de visualização

Os sistemas de visualização permitem o controlo centralizado de toda a instalação através de um simples toque. Estes sistemas também conseguem obter leituras dos vários equipamentos e enviar telegramas para o BUS KNX.

Os sistemas de visualização poderão ser painéis táteis como o da Figura 5.15 ou aparelhos mais convencionais como *tablets* e *smartphones*.



Figura 5.15 - Painel KNX com visualização integrada de todo o sistema [19]

A maioria dos sistemas de visualização, para interagir com todo o sistema KNX, recorrem ao uso de *gateways KNX/IP* quando não possuem um acoplador de BUS integrado. Além disto, os endereços de grupo projetados e criados no *software* ETS são exportados do mesmo e importados no sistema de visualização a utilizar.

Existem vários tipos de dados utilizados nos sistemas KNX. Esses dados podem ser representados através da norma EIS (*EIB InterStandard*) ou por *Datapointers* (DPT) [20].

Ao importar o projeto ETS, é de extrema importância ter em conta o tipo de dados importados e ter a certeza que estes estão configurados de maneira coincidente tanto na programação ETS como no *software* de visualização.

A Figura 5.16 ilustra o sistema de visualização Iddero e o respetivo ambiente de importação do ficheiro exportado do *software* ETS bem como o menu de opções para cada endereço de grupo. Como é possível observar existe um campo onde é possível escolher o tipo de DPT/EIS de cada endereço de grupo. É de extrema importância que o tipo de DPT/EIS escolhido seja o indicado pelo fabricante do equipamento porque, caso contrário, os valores obtidos serão valores errados ou poderá até não existir comunicação.

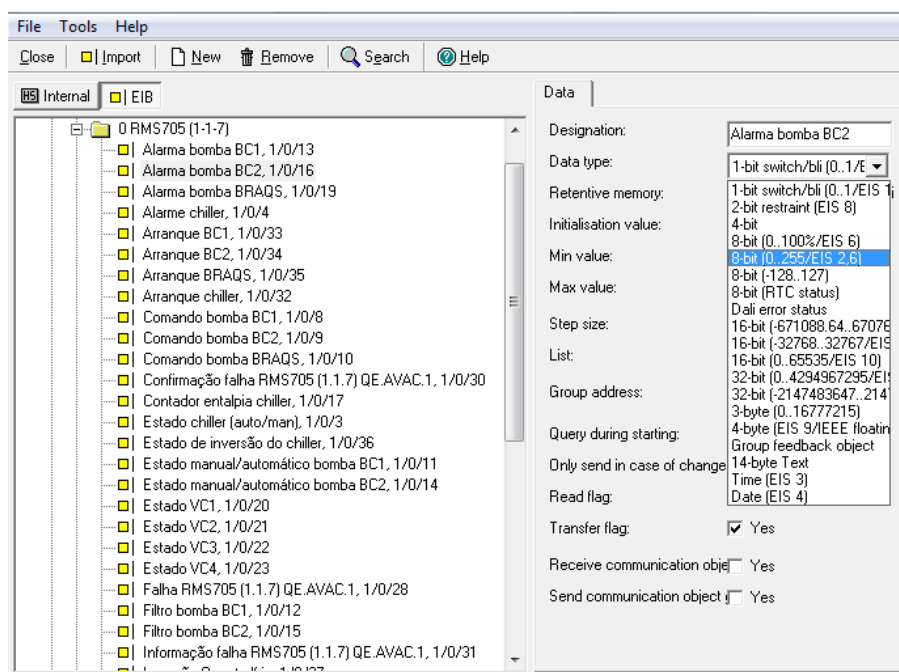


Figura 5.16 - Configuração de endereços de grupo importados

Explicações sobre os vários tipos de dados e telegramas KNX poderão ser consultadas na Secção 3.3.4. Exemplos de importação e exportação de projetos ETS poderão ser consultados no Anexo III deste documento. Existe também um documento que descreve algumas funcionalidades de um sistema de visualização como o Gira Homeserver no Anexo IX.

6 Trabalhos elaborados durante o estágio

Neste capítulo são descritos de forma detalhada os trabalhos realizados ao longo deste estágio curricular.

As obras efetuadas abrangeram vários tipos de edifícios. A identificação e localização das mesmas não são reveladas uma vez que a disponibilização de todos os dados implicaria a aceitação por parte dos clientes. Para contornar este problema foram atribuídos nomes genéricos a todas as obras abordadas.

Os edifícios industriais estão representados em duas das obras abordadas a que foram atribuídos os nomes de “Fábrica de Plásticos” e “Fábrica de Detergentes”. Os trabalhos realizados nestes complexos industriais foram de conceção simples, uma vez que o sistema de controlo implementado se aplica apenas na regulação dos sistemas de iluminação para obter um nível de iluminação constante.

Uma outra obra abordada foi apelidada de “Centro de Atividades Ocupacionais” onde existiu controlo de iluminação de dois tipos (*on/off* e regulação de fluxo), controlo de iluminação exterior, controlo de estores e também controlo e monitorização de alarmes provenientes de sistemas de chamadas, utilizados por pessoas com dificuldades motoras.

Na obra apelidada de “Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências” foi apenas projetado e executado o projeto de controlo de GTC. Na gestão técnica está prevista a monitorização e controlo de equipamento de AVAC como *chillers*, UTAN (Unidades de Tratamento de Ar Novo), registos corta-fogo, ventiladores, e ainda a monitorização de consumos de quadros elétricos.

Por último, na obra apelidada de “Edifício de Seguros” houve o controlo de todo o tipo de iluminação, de alarmes, GTC, AVAC e controlo de consumos, sendo esta a obra que abrangeu o maior número de sistemas e funcionalidades a controlar.

6.1 Fábrica de Plásticos

A realização desta obra tinha como objetivo a instalação de um sistema KNX que efetuasse o controlo de iluminação incluindo o controlo de fluxo luminoso.

Como se trata de uma fábrica, pretende-se que a solução apresentada seja bastante simples e eficiente. A Figura 6.1 mostra o projeto elétrico desta obra. Esta figura poderá também ser consultada no Anexo IV.

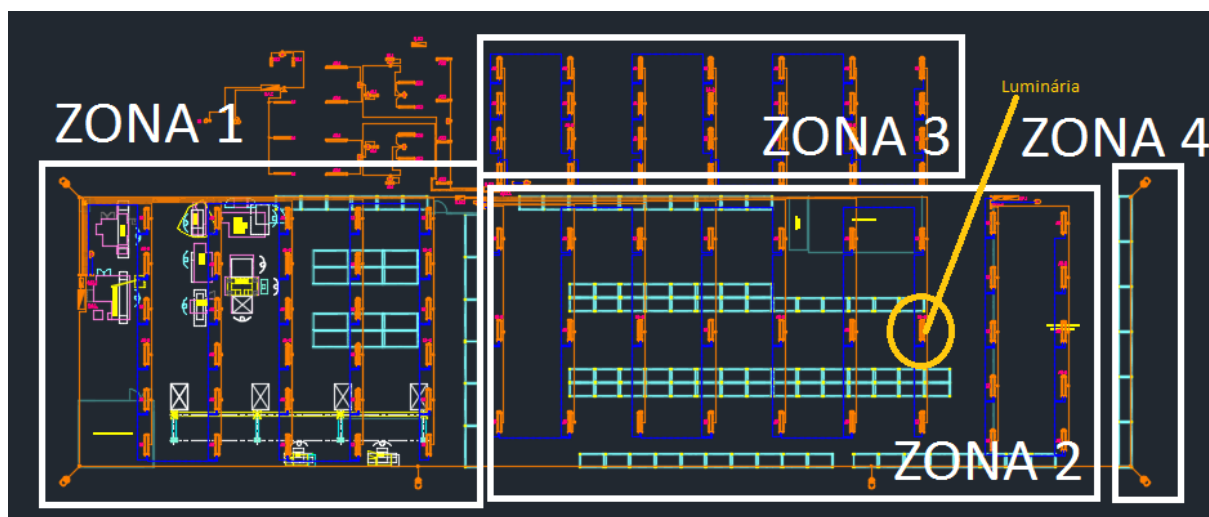


Figura 6.1 - Projeto de iluminação da Fábrica de Plásticos

Para realizar o controlo luminoso através de KNX foi decidido dividir o complexo fabril em quatro zonas, sendo três zonas interiores e uma zona de iluminação exterior. A iluminação desta obra utiliza balastros e *gateways* DALI não só devido à sua eficiência mas também devido a apresentarem uma forma muito versátil de controlar o fluxo luminoso das luminárias instaladas.

Para a regulação de fluxo luminoso foram utilizados sensores de luminosidade que estão encarregados não só de medir a luminosidade (em Lux) presente no local onde estão instalados, como também de enviar telegramas para aumentar ou diminuir o fluxo luminoso em função da luminosidade medida e da luminosidade pretendida pelo utilizador, vulgarmente conhecida como *setpoint* de luminosidade.

O controlo de iluminação exterior era possível através de um relógio KNX, botões de pressão KNX e/ou de um sensor crepuscular KNX. Através do relógio é possível definir horários para ligar e desligar a iluminação exterior. O sensor crepuscular funciona de forma análoga aos detetores de luminosidade utilizados para controlar o fluxo luminoso do interior da instalação, embora não sejam equipamentos iguais. O sensor crepuscular mede o nível de luminosidade exterior e liga/desliga a iluminação a que estiver associado quando a luminosidade medida esteja abaixo do *setpoint* de luminosidade definido pelo utilizador.

Após implementado, o utilizador final obterá um controlo de iluminação que irá regular a sua luminosidade automaticamente conforme a necessidade local.

- 1.1 Nova linha
 - 1.1.- KNX power supply REG-K/160 mA
 - 1.1.1 Switch actuator REG-K/4x230/10 with manual mode
 - 1.1.2 KNX brightness and temperature sensor
 - 1.1.25 Programmateur hebdomadaire 2 canaux
 - 1.1.50 Binary input REG-K/4x10
 - 1.1.51 Binary input REG-K/4x10
 - 1.1.52 Binary input REG-K/4x10
 - 1.1.53 Binary input REG-K/4x10
 - 1.1.100 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.101 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.102 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.103 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.150 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.151 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.152 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.153 Brightness Controller AP 255/12

Figura 6.2 - Topologia KNX dos equipamentos da Fábrica de Plásticos

A Figura 6.2 demonstra a topologia do projeto de domótica desta obra elaborado no *software* ETS. Na figura estão representados os vários equipamentos utilizados. Apenas uma linha KNX foi utilizada nesta obra. Cada um destes equipamentos pode ser parametrizado como demonstra a Figura 6.3. Ao parametrizar um equipamento é possível ativar e desativar várias funções dos objetos que cada equipamento contém consoante a necessidade do programador e da aplicação final pretendida pelos utilizadores.

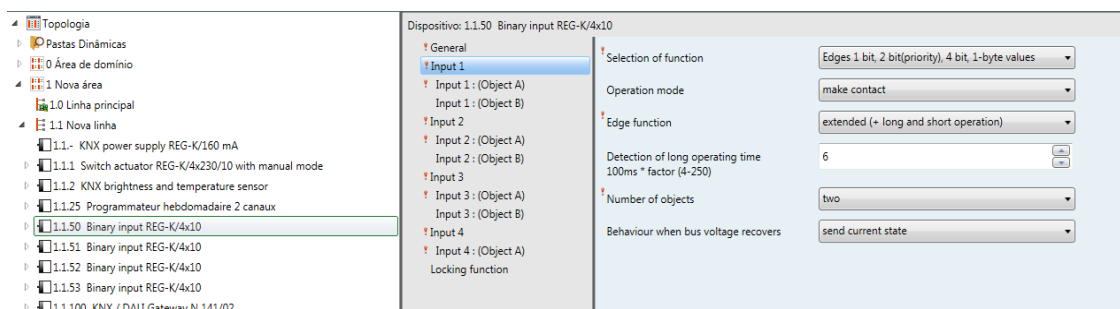


Figura 6.3 - Menus de parametrização de um módulo de entradas binárias (digitais) no *software* ETS

Os objetos de grupo/comunicação dos equipamentos podem estar associados a entradas digitais, saídas digitais, indicadores de estado, etc. A esses objetos é também necessário associar um ou mais endereços de grupo. A Figura 6.4 mostra vários objetos de comunicação e os endereços de grupos a que estão associados.

Endereços de grupo	...	Função...	Descrição
1/0/0	0	Input 1	ON/OFF Ilum. "Zona das Maquinas 1" (Q.C.I. 1 1.1.100 (12))
0/0/7	1	Input 1	manual/automático
1/0/4	3	Input 2	ON/OFF Ilum. "Zona das Maquinas 2" (Q.C.I. 1 1.1.100 (20))
0/0/7	4	Input 2	manual/automático
1/0/8	6	Input 3	ON/OFF Ilum. "Zona das Maquinas 3" (Q.C.I. 1 1.1.100 (28))
0/0/7	7	Input 3	manual/automático
0/4/0	9	Input 4	on/off Zona de Vigilia

Figura 6.4 - Associação entre objetos de comunicação e endereços de grupo de um equipamento

Depois dos equipamentos/módulos estarem devidamente instalados em obra, a aplicação desenvolvida em ETS com a parametrização de módulos e associação de objetos é descarregada para os respetivos módulos. Todas as obras requerem este tipo de abordagem para a parametrização de equipamentos. Para uma melhor compreensão do funcionamento do *software* ETS aconselha-se a leitura do Anexo III.

6.2 Fábrica de Detergentes

Para esta fábrica foi proposta uma solução semelhante à Fábrica de Plásticos. A solução pretendida tinha como objetivo o controlo de fluxo luminoso automático em toda a instalação. A regulação de fluxo deveria estar centrada num valor definido pelo utilizador final e o nível de iluminação ajustado consoante a luminosidade medida em determinada zona.



Figura 6.5 - Divisão das áreas de controlo da instalação no projeto de iluminação DALI

A Figura 6.5 ilustra a divisão das zonas de controlo de iluminação. Esta instalação contém três armazéns, cada um deles dividido em três zonas de iluminação. Cada zona é controlada por um sensor de luminosidade que regulará o fluxo luminoso da instalação. Nesta obra foram utilizados vários balastos DALI e três *gateways* DALI (uma por armazém), facilitando todo o processo de controlo e ainda reduzindo custos energéticos em comparação à iluminação normal.

A Figura 6.6, que pode ser observada em pormenor no Anexo V, apresenta os equipamentos de campo KNX. Nesta figura é possível identificar os vários sensores de luminosidade que estarão responsáveis pelo controlo luminoso das respetivas zonas definidas na Figura 6.5. É de notar que existem botões que estão ligados a módulos de entradas KNX, utilizados para o controlo manual “on/off” de iluminação por zona e por armazém. Existe também um sensor crepuscular, à semelhança do que foi apresentado e usado na obra da fábrica de plásticos, que servirá para ligar e desligar a iluminação exterior das instalações consoante a luminosidade exterior definida pelo utilizador.

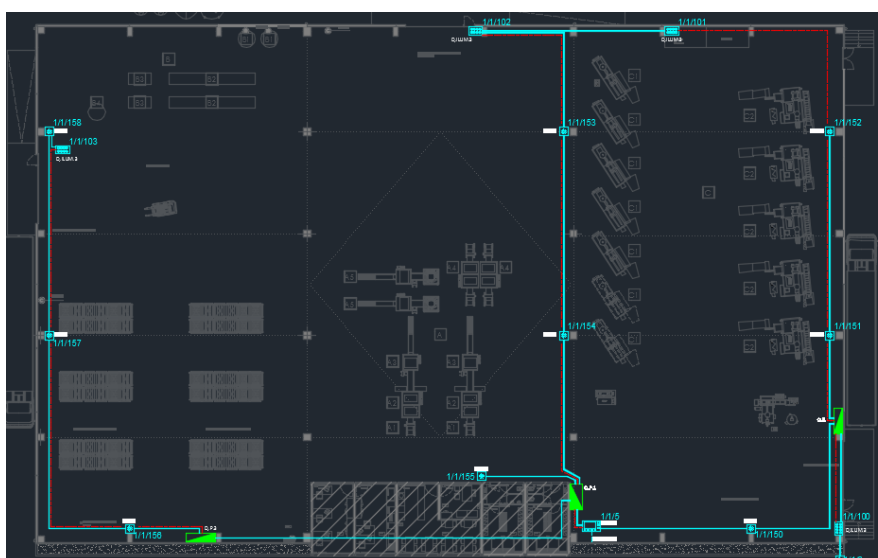


Figura 6.6 - Projeto KNX da Fábrica de Detergentes

O controlo de iluminação é gerido maioritariamente pelos sensores de luminosidade espalhados pelo complexo. A aplicação ETS do sensor de luminosidade disponibiliza um objeto de comunicação de especial importância chamado de objeto de presença. Este objeto de comunicação permite ativar e desativar o controlo de fluxo luminoso. A solução implementada passou por associar este objeto de presença ao mesmo endereço de grupo onde dos objetos de ligar e desligar a iluminação para que assim que alguém ligue a iluminação, o sensor comece imediatamente a gerir a intensidade da luminosidade das luminárias. Caso seja necessário, o sensor poderá até mandar desligar as luminárias a que está associado se existir luminosidade suficiente no espaço. Isto representa uma vantagem evidente no que toca a controlo de gastos elétricos e eficiência energética.

A parametrização feita também teve em conta o caso do utilizador necessitar de regular manualmente o fluxo luminoso enquanto este se encontrar em modo automático. Para tal, são utilizados objetos de comunicação do sensor que permitem desligar o modo automático enquanto são realizadas outras operações. Existem três objetos de comunicação que permitem o controlo manual da luminária.

Associar estes objetos de comunicação a um endereço de grupo que ficará ligado a um botão KNX fará com que a ordem do utilizador prevaleça e que a regulação automática seja desligada até que as luminárias voltem a ser desligadas e ligadas manualmente.

A Figura 6.7 pretende ajudar a compreender melhor o que foi acabado de descrever. Nesta figura estão apresentados os objetos de comunicação e os endereços onde estão associados.

Número	Nome	Função Objec...	Descrição	Endereços de gru...	Comprimen...
0	Presence	On / Off	On/Off - Ilum.01 - Armazem Direita (Q.E , 1.1.2)	1/0/0	1 bit
1	Automatic mode	On / Off	Automatico/Presence Zona 1 direita	2/0/1	1 bit
2	Automatic mode Off via	Switching			1 bit
3	Automatic mode Off via	Dimming			4 bit
4	Automatic mode Off via	Dimming value	Dim Value - Ilum.01 - Armazem Direita (Q.E , 1.1.2)	1/0/2	1 Byte
5	Setpoint value for constant light level control	Value in Lux	Setpoint Zona 1	2/0/6	2 Byte
8	Setpoint value	calibrate			1 bit
9	Brightness, measured value	Value in Lux	Brightness valu Ilum 1 Zona direita	2/0/0	2 Byte
10	Master, dimming value	8-bit value	Master dimming Zona 1 Dir	2/0/9	1 Byte
16	Status dimming value of actuator	Dimming value	Status dim value - Ilum.01 - Armazem Direita (Q.E , 1.1.2)	1/0/4	1 Byte

Figura 6.7 - Objetos de comunicação do sensor de luminosidade

Esta instalação possui também um painel tátil Iddero HC11-KNX que permite controlar todas as funcionalidades KNX da instalação com um simples toque. Este painel permite a configuração de várias páginas consoante as necessidades do utilizador.

A Figura 6.8 e a Figura 6.9 ilustram algumas páginas do painel tátil programado. Este equipamento possui um *software* de programação que importa todos os endereços de grupo do projeto ETS e associa-os a páginas criadas para possibilitar a interação com todo o sistema KNX. O painel tátil tem que estar ligado ao bus KNX através dos seus terminais dedicados e permite também ligação *Ethernet*.

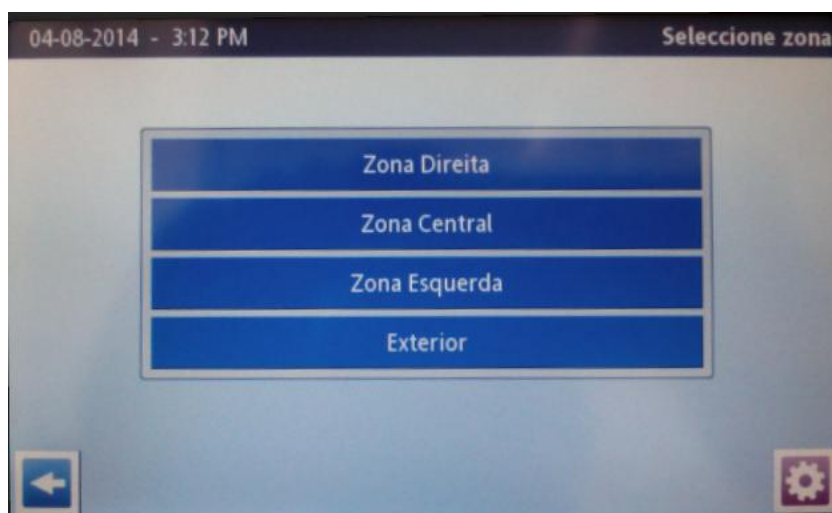


Figura 6.8 - Menu principal do ecrã tátil

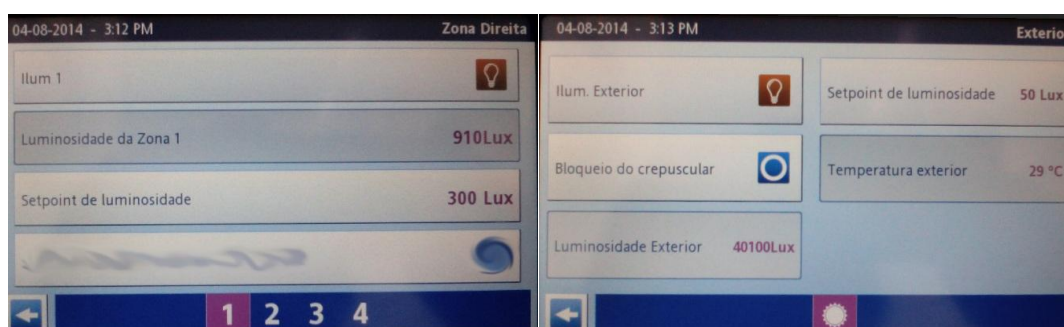


Figura 6.9 - Menu de controlo da Zona Direita e menu de controlo da iluminação exterior

Na Figura 6.10 é demonstrado o *software* de programação do painel tátil que permite a criação de zonas e páginas que permitem, por sua vez, estruturar os menus de visualização para se tornarem mais intuitivos e fáceis de usar.

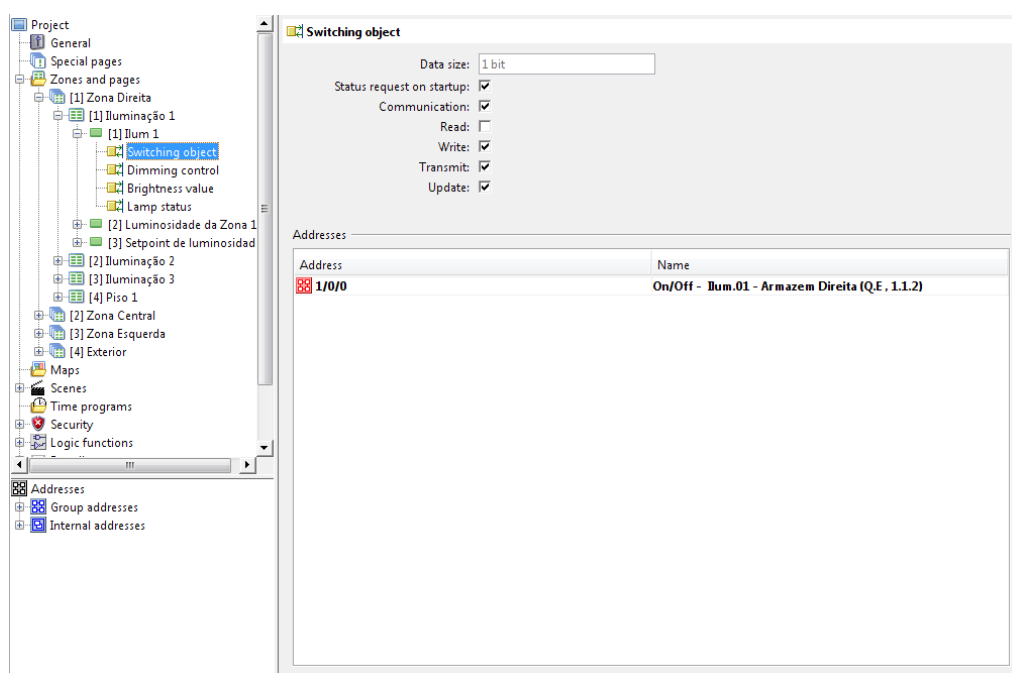


Figura 6.10 – *Software Iddero Config* utilizado para a programação do painel tátil Iddero HC11-KNX

6.3 Centro de Atividades Ocupacionais

Durante este estágio curricular foi realizada uma obra que consistiu num edifício que iria funcionar como um centro de atividades ocupacionais para pessoas com deficiências motoras e/ou cognitivas.

O edifício é constituído por um piso único com duas alas principais. A ala esquerda contém várias divisórias comuns como a sala de estar, o refeitório, o ginásio, a piscina interior, dois bares e zona de

confeção da cozinha. A ala direita diz respeito às salas de descanso do pessoal e aos quartos de descanso dos utentes desta instalação.

Para esta obra foi programado o controlo de iluminação interior (através de botões KNX) e exterior (com sensor crepuscular), estores, sistemas de chamadas para utentes e controlo centralizado através de painel tátil.

Na Figura 6.11 é possível visualizar em pormenor o projeto KNX projetado para este edifício. Ao examinar o mesmo é possível verificar os locais onde existem entradas binárias utilizadas para o controlo de estores (cima/baixo) e para o sistema de alarmes para pessoas com limitações motoras.

Neste edifício foram também utilizados detetores de presença para os quais foram designados dois tipos de utilização. Os detetores de presença que estiverem localizados em divisões comuns como salas, ginásio, piscina e salas de refeição servem somente para desligar a iluminação do respetivo local caso não seja detetado movimento num determinado intervalo de tempo definido pelo utilizador e/ou se a luminosidade lida pelos mesmos detetores exceder a luminosidade de *setpoint* definida. Os detetores de presença que estejam localizados em corredores funcionam de maneira convencional, ligando a iluminação caso seja detetado movimento e se a luminosidade do ambiente esteja abaixo do *setpoint* de luminosidade, e desligando a iluminação quando passar o tempo definido no mesmo ou quando a luminosidade esteja acima do nível de *setpoint*.

Neste edifício também foi utilizado um painel tátil Schneider para o controlo integral da instalação e uma estação meteorológica, localizada na cobertura, para controlar a iluminação exterior. A estação meteorológica permite controlar a iluminação exterior de forma semelhante à que foi referida na obra da fábrica de plásticos e da fábrica de detergentes.

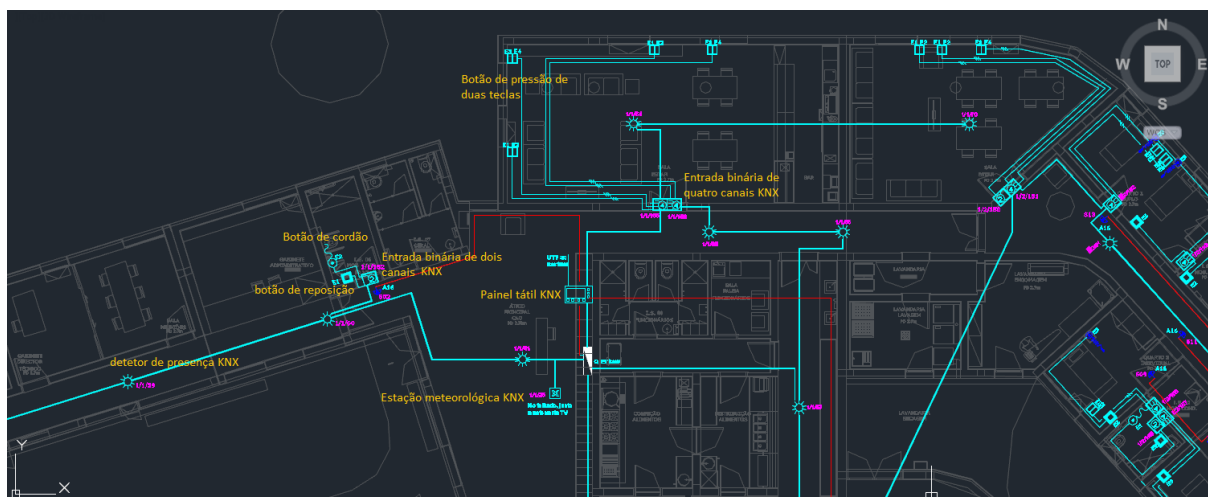


Figura 6.11 - Projeto parcial KNX do Centro de Atividades Ocupacionais

A Figura 6.12 demonstra em pormenor o projeto de estores. Existem estores elétricos em toda a instalação que podem ser controlados localmente ou via painel tátil.

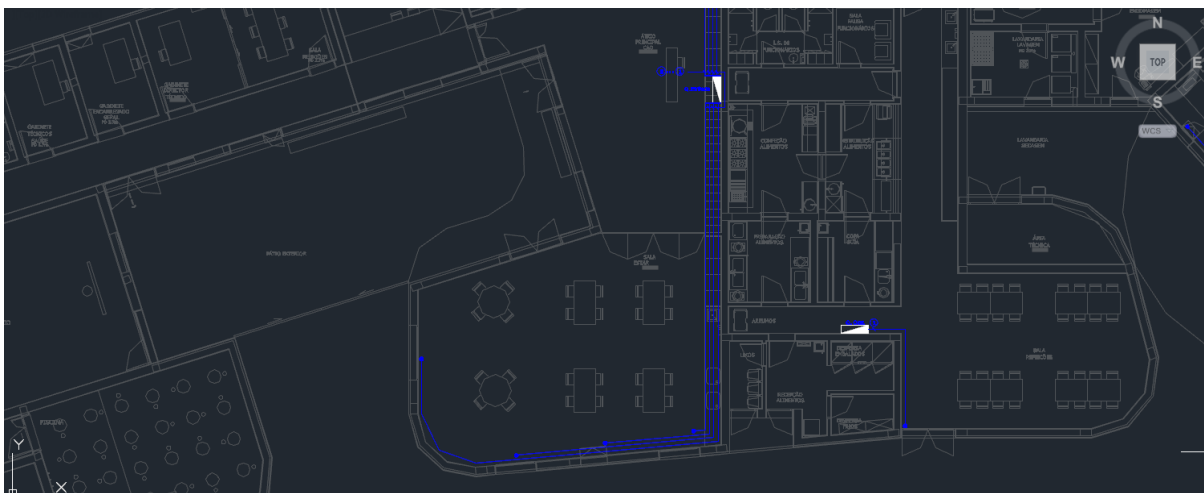


Figura 6.12 - Projeto parcial de estores do Centro de Atividades Ocupacionais

Por último, na Figura 6.13 é possível verificar em pormenor a localização de algumas luminárias utilizadas em projeto. Neste edifício foram aplicados atuadores binários para o controlo de iluminação com balastos convencionais.

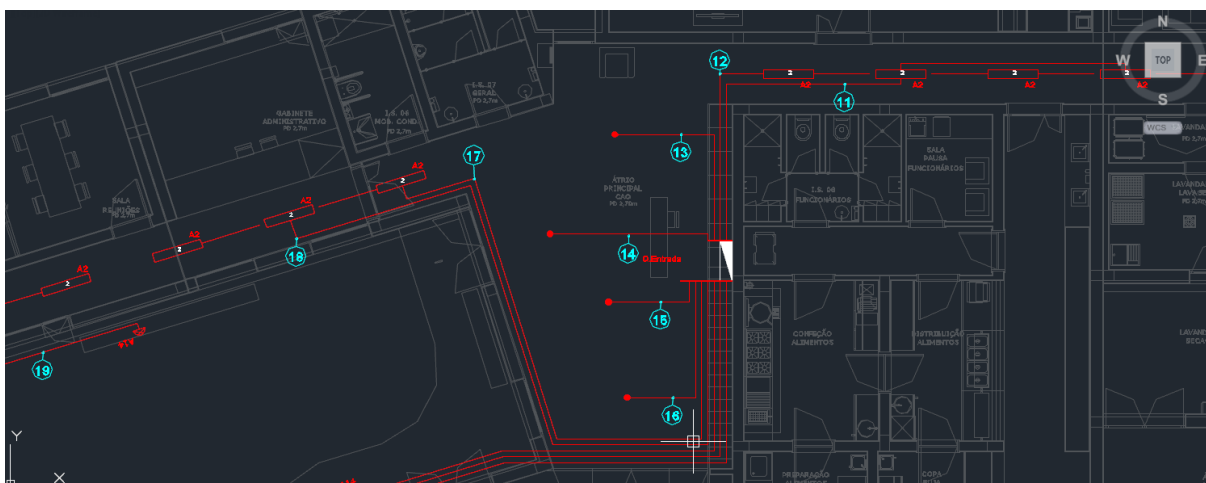


Figura 6.13 - Projeto parcial de iluminação do Centro de Atividades Ocupacionais

Os projetos integrais poderão ser consultados no Anexo VI deste documento onde poderá ser visto em detalhe todas as ações tomadas na implementação deste projeto.

O painel tátil Schneider permite ao utilizador controlar todos os aspetos da instalação. A Figura 6.14 apresenta o seu menu inicial.

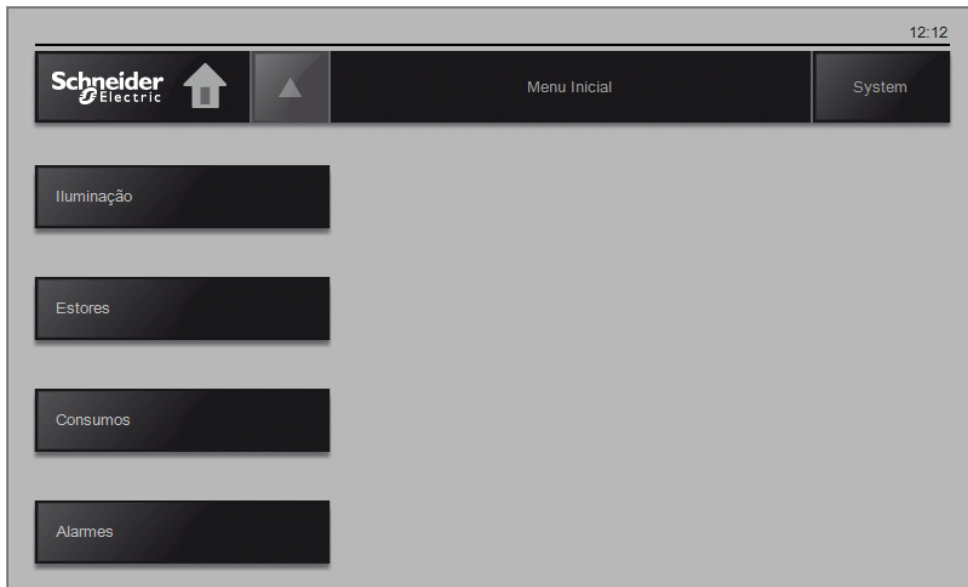


Figura 6.14 - Menu inicial do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais

Através deste painel é possível controlar toda a iluminação como demonstra a Figura 6.15 (definir horários de funcionamento, forçar o ligar e desligar contínuo de vários circuitos, bloquear a ação de detetores de presença).

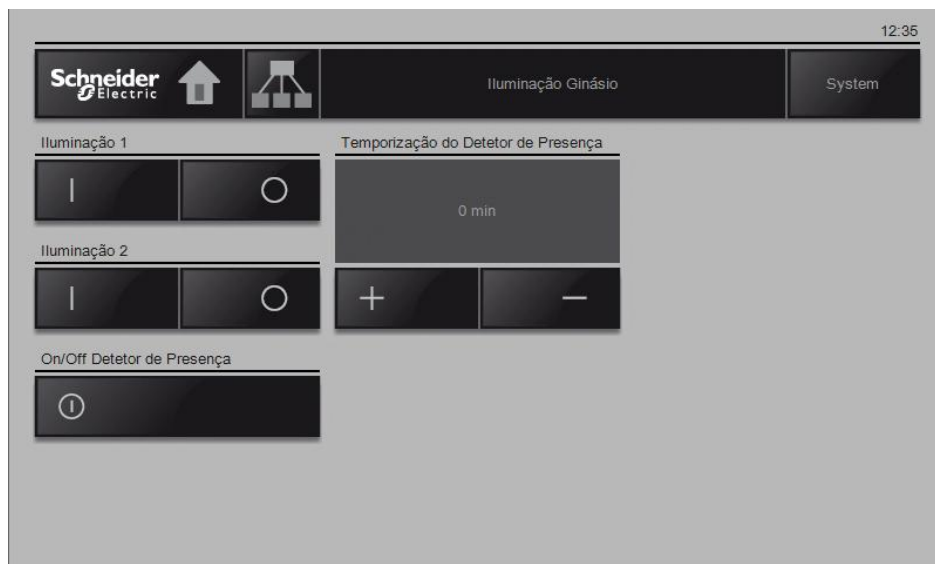


Figura 6.15 - Página do controlo de iluminação do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais

A Figura 6.16 demonstra a página de controlo de estores (subir, descer e consultar as respetivas posições através de percentagens).

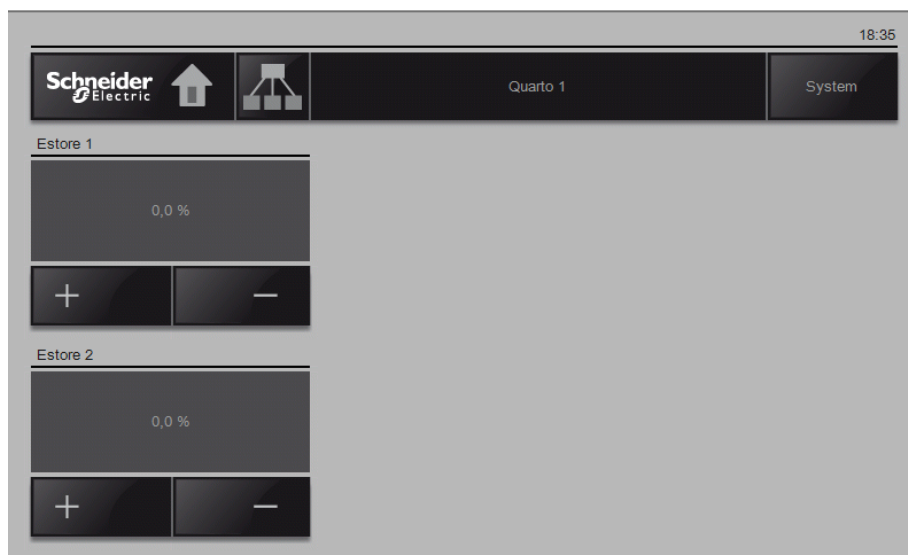


Figura 6.16 - Página do controlo de estores do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais

A página de consumos permite consultar consumos elétricos como demonstra a Figura 6.17 (sendo possível saber as potências instantâneas por fase e no total, bem como as energias ativas e reativas parciais e totais).



Figura 6.17 - Página de consumos do Centro de Atividades Ocupacionais

É ainda possível consultar alarmes provenientes do sistema de chamadas localizados nos quartos e casas de banho da instalação como demonstra a Figura 6.18.

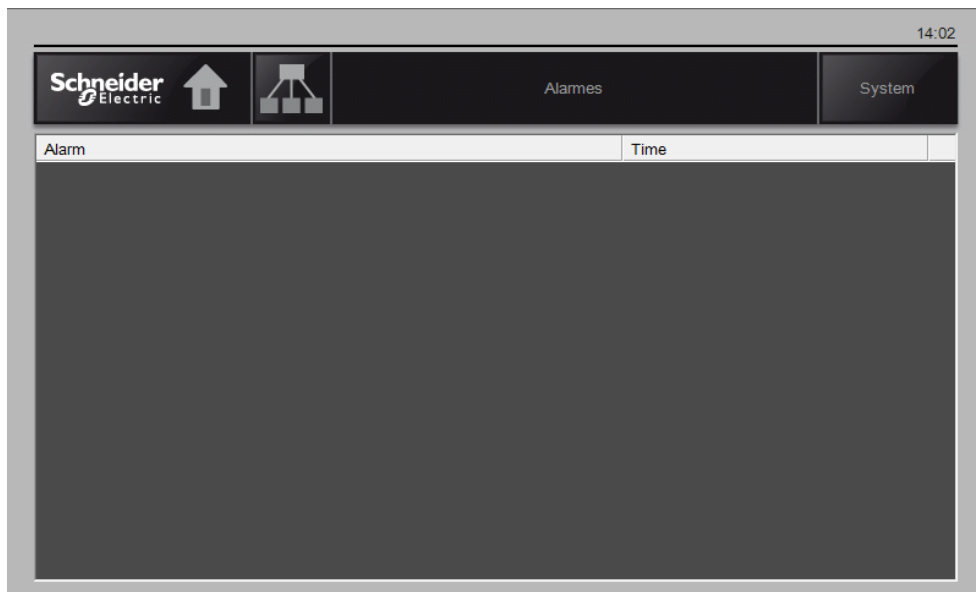


Figura 6.18 - Página de alarmes do painel tátil do Centro de Atividades Ocupacionais.

6.4 Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências

Uma das obras elaboradas durante o presente estágio curricular incidiu no controlo de toda a maquinaria de AVAC de uma outra instituição de apoio a pessoas com deficiências mentais e motoras. A Figura 6.19, Figura 6.20 e a Figura 6.21 demonstram a planta do centro de acolhimento.

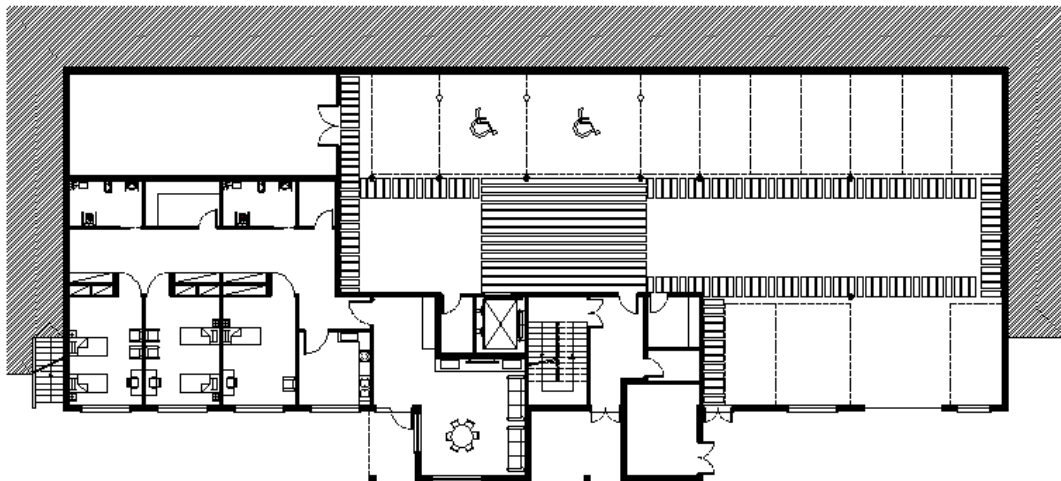


Figura 6.19 - Piso -1 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências

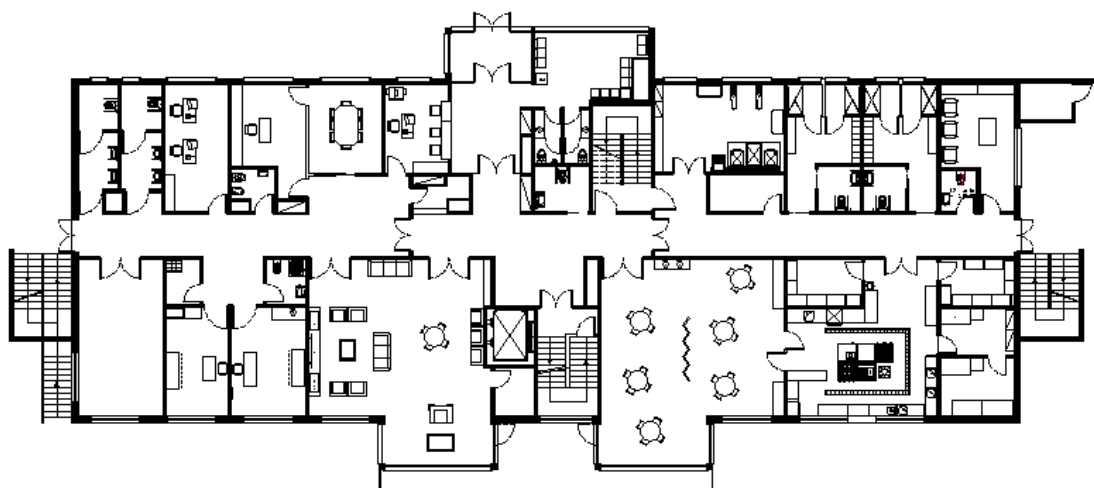


Figura 6.20 - Piso 0 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências

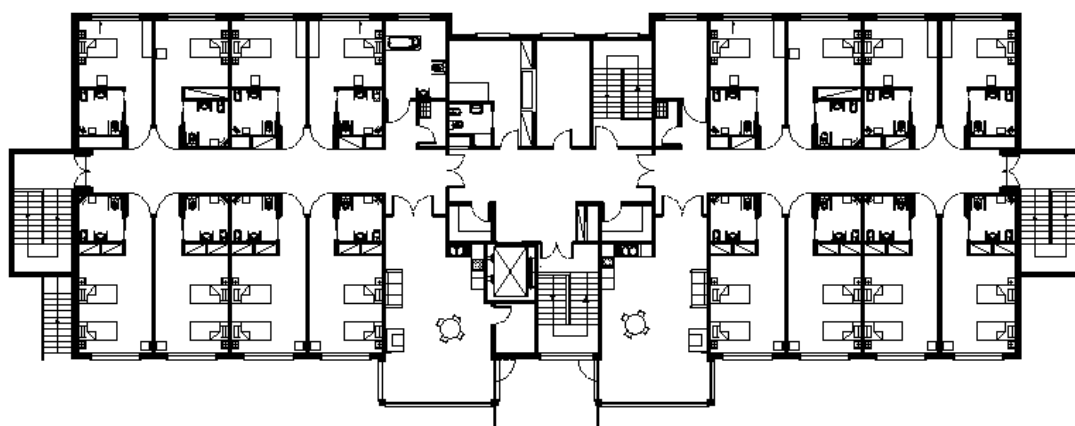


Figura 6.21 - Piso 1 do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências

Nesta obra pretendeu-se controlar o equipamento responsável pela renovação de ar novo como várias UTAN, ventiladores de extração e ventiladores de insuflação. São também controlados equipamentos de aquecimento de água como a bomba de calor (ou *chiller*) da instalação que será responsável pelo fornecimento de água quente e fria aos restantes equipamentos já descritos. Também são monitorizados registos corta-fogo. Estes equipamentos são utilizados para o bloqueio de condutas de ar no caso de existência de fogo no edifício. O modo de funcionamento destes equipamentos é simples. Caso estejam ligados à alimentação os equipamentos encontram-se abertos, com o ar a circular entre condutas, se não existir alimentação o equipamento fecha a circulação de ar nas condutas.

Esta obra contém uma particularidade pouco comum em sistemas KNX que consiste no controlo de ventiladores do quadro de desenfumagem do edifício através da integração de um autómato siemens LOGO! ligado ao BUS através de um interface KNX.

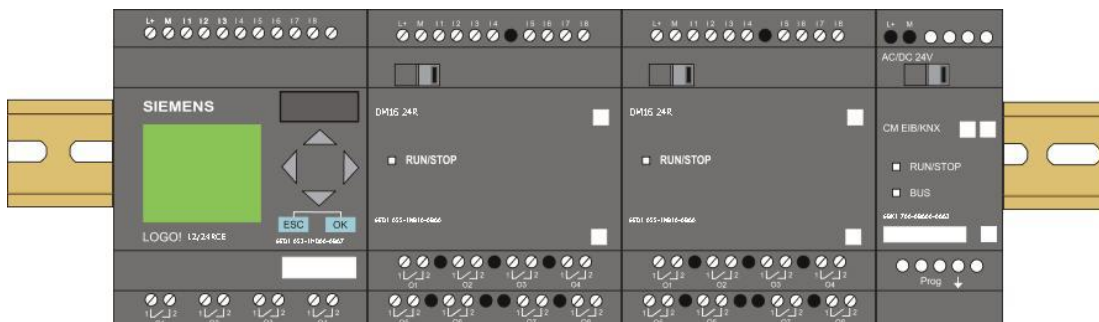


Figura 6.22 - Siemens LOGO! com dois módulos de expansão e interface KNX montados em calha DIN

O siemens LOGO! da Figura 6.22 poderá interligar até dois módulos de expansão e um interface KNX, podendo obter no limite 24 entradas e 16 saídas digitais. Contudo, duas das saídas digitais poderão ser configuradas como saídas analógicas. A programação deste equipamento foi feita no *software* LOGO! *Soft Comfort* específico do autómato, o qual possibilitava a programação através de blocos pré-existentes no *software* ou através da linguagem de programação de autómatos *ladder*.

A comunicação entre o autómato e o sistema KNX é feita através de um módulo de comunicação criado especificamente para esse efeito. Este módulo contém uma base de dados disponibilizada pelo fabricante que poderá ser importada no *software* ETS e fazer a ligação das suas entradas e saídas com o sistema KNX.

Na Figura 6.23 é possível visualizar alguma programação feita através de blocos e o ambiente de programação. No Anexo VIII encontra-se toda a programação efetuada no *software* LOGO! *Soft Comfort* em detalhe e é aconselhada a leitura do mesmo para uma melhor compreensão do trabalho elaborado.

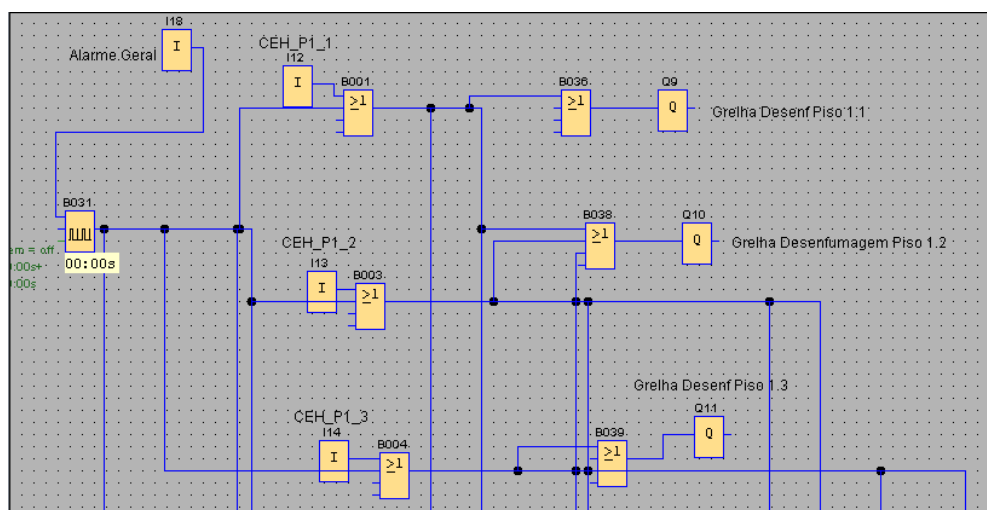


Figura 6.23 - Ambiente de programação do *software* do autómato LOGO!

O sistema de visualização utilizado neste edifício foi o GIRA Homeserver, um dos equipamentos mais utilizados e versáteis no que toca a soluções de visualização KNX devido às suas funcionalidades. A Figura 6.24 apresenta o esquema de princípio elaborado no sistema de visualização.

Os esquemas de princípio são projetos da especialidade de AVAC que controlam e monitorizam os circuitos de água quente e fria de toda a instalação. Nesta instalação, especificamente, a água proveniente do abastecimento de água irá para o reservatório de água fria e para a mistura de água quente proveniente do reservatório de água quente. As águas são aquecidas e arrefecidas por um equipamento responsável por essa função, chamado bomba de calor ou *chiller*. A água é bombeada pelas bombas de circulação existentes e depois distribuída pelos respetivos reservatórios para ser levada até aos painéis solares da instalação, caldeiras, ventiladores de extração/desenfumagem dos vários pisos e as três UTAN existentes.

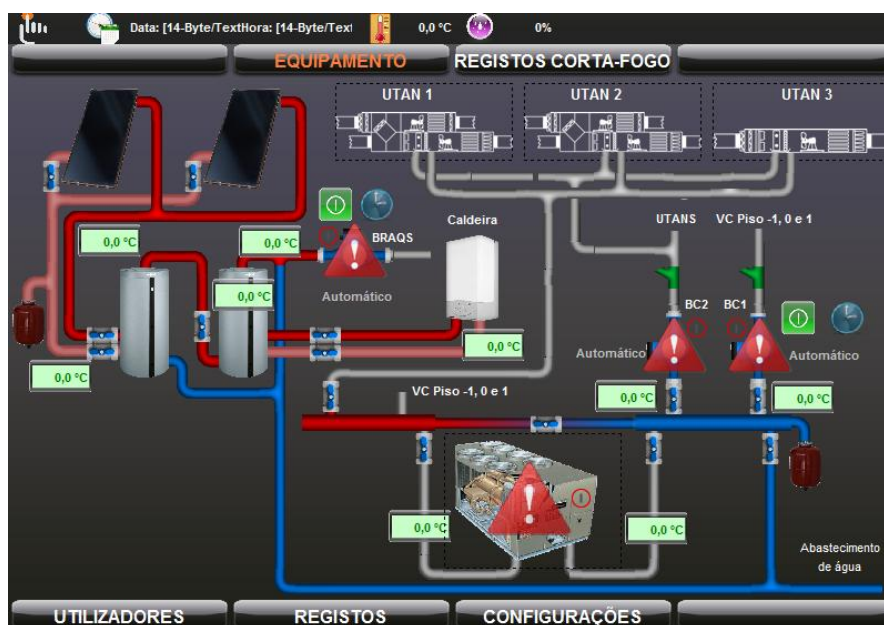


Figura 6.24 - Esquema de princípio do Centro de Acolhimento a Pessoas com Deficiências

A página da visualização do esquema de princípio também permite monitorizar alarmes provenientes da bomba de calor e bombas de circulação de água, assim como aceder às páginas das várias UTAN e à página da bomba de calor. A possibilidade de ligar e desligar as bombas de circulação de água através deste menu e ver as temperaturas da água nas canalizações em vários pontos da rede de águas também é permitida.

O menu de controlo de UTAN, apresentado na Figura 6.25, permite saber o estado dos registos da mesma, os quais servem para monitorizar se esta está na realidade em funcionamento ou não. Este menu também permite monitorizar o funcionamento e estado dos ventiladores de insuflação e retorno. O controlador KNX ligado à UTAN também permite ao utilizador saber a percentagem de abertura da válvula modulante da bateria de frio, bem como a humidade relativa na UTAN e temperaturas do ar de retorno e de extração.

A página de visualização das UTAN ainda permite ver e confirmar falhas existentes, definir *setpoints* de temperatura (temperaturas definidas pelo utilizador que o sistema tentará atingir por gestão autónoma) de quente e frio e, por fim, alterar entre os modos quente (para inverno) e frio (para verão).

É, obviamente, possível ligar e desligar a UTAN. O ligar e desligar da UTAN poderá ser feito através da definição de horários para o mesmo efeito e o sistema está preparado para monitorizar o estado do comando manual de quadro, instalado no quadro de AVAC, em relação a UTAN, ou seja, saber se a UTAN está em modo manual ou em modo automático. Em modo manual a ligação ao sistema KNX é cortada e a UTAN é forçada a arrancar e a entrar em funcionamento até ser novamente desligada no interruptor de quadro. Em modo automático, a UTAN permite ser controlada na íntegra pelo sistema KNX. Este sistema funciona de igual modo para as UTAN assim como para a bomba de calor e ventiladores da instalação.

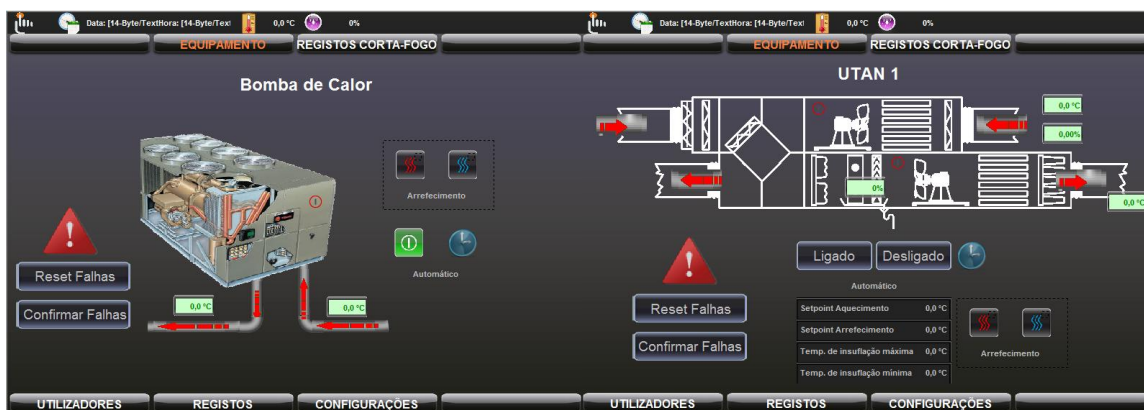


Figura 6.25 - Página de uma UTAN e da bomba de calor

Na página de controlo da bomba de calor é possível obter um leque de opções semelhante ao apresentado na página das UTAN. Aqui é possível definir o modo quente ou frio conforme a estação do ano e monitorizar e confirmar falhas existentes, bem como saber as temperaturas da água no circuito de ida e de retorno ou ainda ligar e desligar a bomba de calor manualmente ou através de auxílio de programação horária, de maneira análoga ao controlo das UTAN. É também possível saber o estado do interruptor de quadro da bomba de calor através do modo de funcionamento (automático ou manual).

As páginas de ventiladores são de todo o modo semelhantes às até agora apresentadas e por isso não estão mencionadas neste documento. Convém apenas referir que os vários ventiladores estão ligados ao autómato LOGO! e estão encarregados de fazer a extração de ar dos parques de estacionamento caso a central de incêndio seja ativada ou exista demasiada concentração de monóxido de carbono nos estacionamentos. A gestão da central de incêndio é independente do sistema KNX mas os dados de alarme são recebidos pelo autómato e interligados ao sistema.

Por fim, existe a página de registos corta-fogo, ilustrada na Figura 6.26. Nesta página é possível monitorizar o estado dos vários registos corta-fogo espalhados pela instalação, indicando se estão abertos (cor verde), fechados (cor vermelha), ou se há avaria e estão entreabertos (cor cinza) como demonstrado na Figura 6.26.

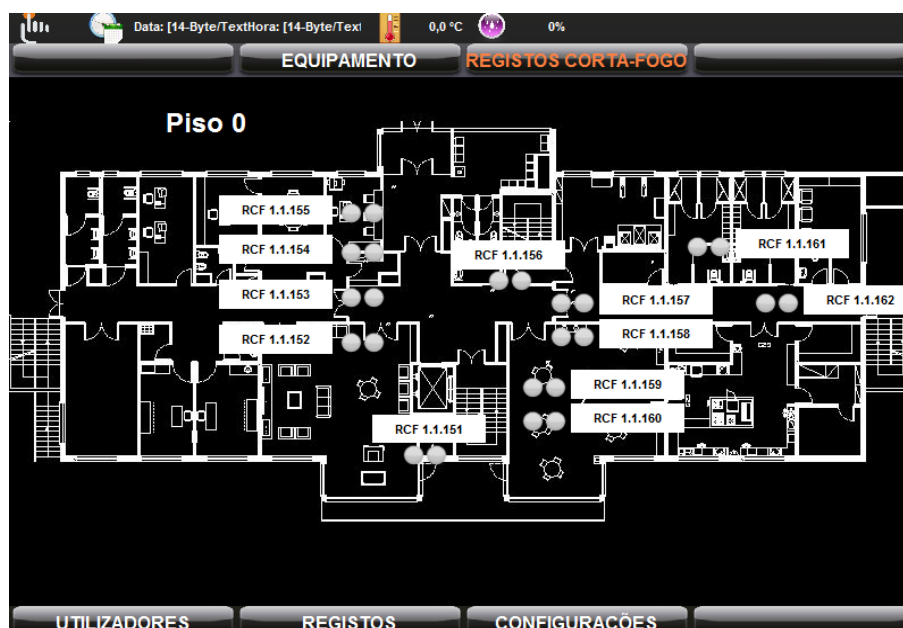


Figura 6.26 - Página de mapeamento de registos corta-fogo

Como já foi referido, os registos corta-fogo quando são alimentados por energia elétrica encontram-se abertos e quando deixam de ser alimentados, fecham. Este funcionamento é assim pensado uma vez que estes equipamentos bloqueiam as condutas de ar que interligam vários pontos do edifício. Na ocorrência de um incêndio e falha de energia os registos corta-fogo fecham, impedindo que o fumo se espalhe para outras divisões, escasseando o ar onde existe o incêndio, diminuindo a área de danos sofridos.

Para fazer a monitorização e controlo de equipamentos como os utilizados nesta obra foram utilizados equipamentos dedicados a controlo AVAC integrantes com a tecnologia KNX da gama Siemens Synco. Estes equipamentos, representados na Figura 6.27, possuem entradas e saídas digitais bem como entradas analógicas.



Figura 6.27 - Siemens Synco da série RMU

Estes equipamentos possuem várias séries:

- Série RMU – Consistem em controladores universais;
- Série RMS – Equipamentos com um maior leque de funções para monitorizar equipamentos AVAC;
- Série RMK – Dedicados ao controlo de caldeiras;
- Série RMH – Dedicada a todo o tipo de controlo de aquecimento incluindo caldeiras, água quente sanitária para edifício de tamanho médio/grande;
- Série RMB – É uma unidade central de controlo e é utilizada quando se necessita de interligar vários equipamentos Synco diferentes numa instalação fazendo a gestão central dos mesmos. Útil para instalações que interliguem edifícios.

Estes equipamentos necessitam de ser parametrizados por dois *softwares* distintos, sendo um deles apelidado de ACS e o outro o já abordado ETS. No primeiro, é possível definir todos os parâmetros dos vários equipamentos a utilizar. No entanto, é necessário que estes equipamentos também sejam parametrizados no sistema ETS para permitir quaisquer interações com o sistema KNX. Se assim não fosse nunca se conseguiria realizar qualquer operação através de um sistema de visualização uma vez que os equipamentos não possuiriam parametrização proveniente do sistema KNX. Assim sendo, a utilização destes equipamentos pode ser vista como a integração em KNX de um sistema de controlo AVAC previamente existente.

6.5 Edifício de Seguros

A última obra elaborada durante este estágio curricular consistiu num edifício de uma empresa de seguros com seis pisos, *mezzanine*, cobertura e estacionamentos, todos eles interligados com o sistema KNX.

Para tal, foram utilizadas várias linhas de BUS KNX (praticamente uma linha por piso, exceto o piso 0 e o piso -1 que partilham a mesma linha) como demonstra o esquema de ligações de BUS entre os vários quadros elétricos dos pisos no Anexo VII deste documento. Todas estas linhas se encontram ligadas a um *backbone* (ou linha principal) onde estão também ligados os equipamentos de AVAC, a estação meteorológica e o interface KNX-IP utilizado para interligar o servidor de visualização com o sistema KNX.

A Figura 6.28 representa um piso-tipo da instalação, contendo várias divisões. A Figura 6.29 representa o pormenor do edifício de modo a que se permita identificar os equipamentos KNX projetados e instalados.

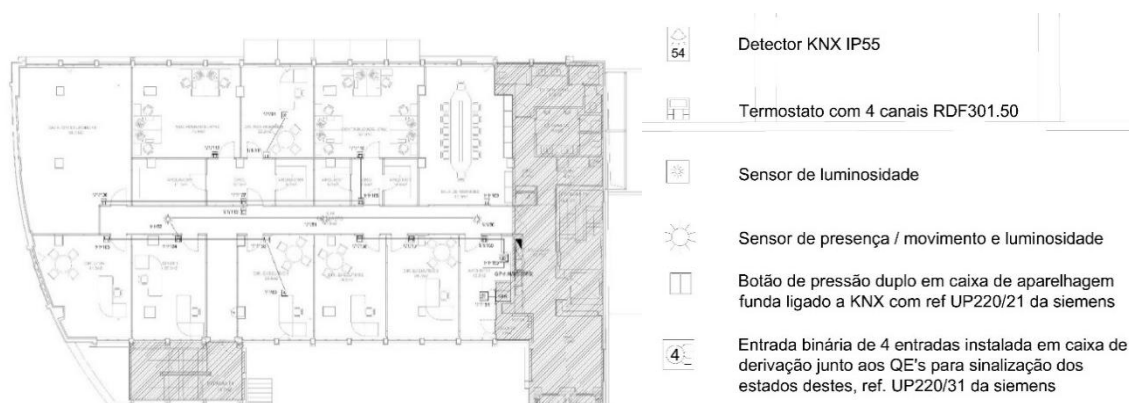


Figura 6.28 - Planta KNX do piso 6 do Edifício de Seguros

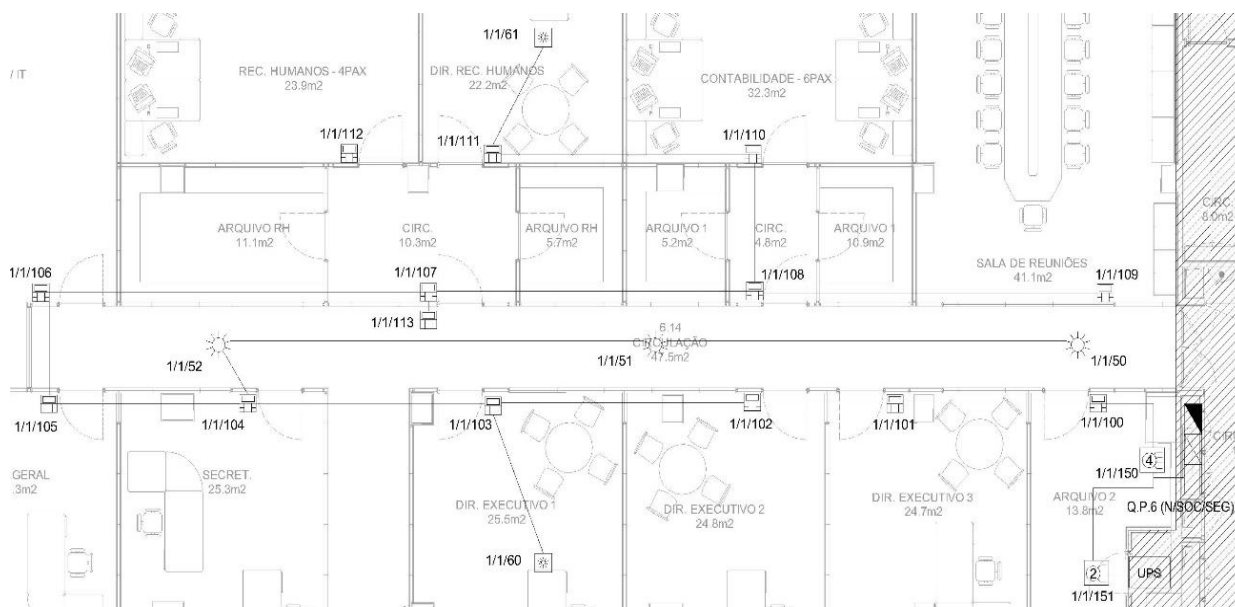


Figura 6.29 - Projeto KNX do Edifício de Seguros em pormenor

Nesta instalação foram utilizados detetores de presença para ligar e desligar a iluminação de corredores e controlar o fluxo luminoso das luminárias. Existirão dois sensores de luminosidade por piso e por fachada, um na ala sul e outro na ala norte.

Os sensores de luminosidade utilizados neste projeto são iguais aos utilizados na obra da Fábrica de Detergentes e seguem aproximadamente o mesmo princípio de funcionamento, ou seja, o sensor de luminosidade controla a regulação de fluxo das luminárias mas o utilizador tem à sua disposição um botão, no sistema de visualização, que liga ou desliga a regulação automática de fluxo das luminárias.

A iluminação dos escritórios poderá também ser controlada através de botões KNX ou de botões presentes nos termostatos KNX utilizados também para o controlo de ventilação.

Neste edifício foi feito o controlo de ventilação, bem como a gestão técnica de equipamentos de AVAC. A gestão técnica monitorizará alarmes, temperaturas, pressões, entre outros aspetos, descritas adiante na secção de explicação da gestão técnica centralizada do edifício.

Existe uma página de consumos onde podem ser consultados os consumos elétricos desde a ativação do sistema até à data atual. Todo o sistema será controlado através de um sistema de visualização dedicado através de KNX/IP, o que significa que precisará de uma *gateway* do mesmo tipo para comunicar e receber estados de todo o sistema.

O sistema de visualização proposto, chamado ComBridge e ilustrado na Figura 6.30, possibilita a criação de vários utilizadores com distinção entre os níveis de acesso de administrador, utilizador e convidado. Através do menu inicial é possível obter acesso ao sistema quando as credenciais inseridas estiverem corretas. Após este processo o utilizador será levado ao menu principal onde se encontra a barra de informações que contém informações cedidas pela estação meteorológica KNX e o menu de navegação rápida, ambos representados na Figura 6.31 e Figura 6.32, respetivamente.



Figura 6.30 - Menu inicial de acesso ao sistema



Figura 6.31 - Menu principal

Ao selecionar um item da barra de acesso rápido do sistema é possível navegar para as páginas pretendidas pelo utilizador. Selecionando um ícone, como por exemplo o de iluminação interior, abrirá um submenu que permitirá aceder às páginas de visualização dos vários pisos como pode ser observado na Figura 6.32. As páginas de visualização serão apresentadas mais adiante nesta secção.



Figura 6.32 - Barra de acesso rápido

As plantas foram trabalhadas no *software* Autocad e posteriormente importadas para o sistema de visualização. Foi também necessário importar os endereços de grupo do projeto ETS para que estes pudessem ser associados aos ícones criados (de iluminação, detetores, entre outros) e para que se conseguisse controlar toda a rede KNX do edifício através do servidor Combridge.

Como demonstra a Figura 6.33, a página de iluminação permite ao utilizador controlar em planta as iluminações presentes em cada divisão do edifício, seja regular o fluxo luminoso, ligar/desligar

luminárias, e ainda bloquear ou definir temporizações e *setpoints* de luminosidade de detetores de presença.

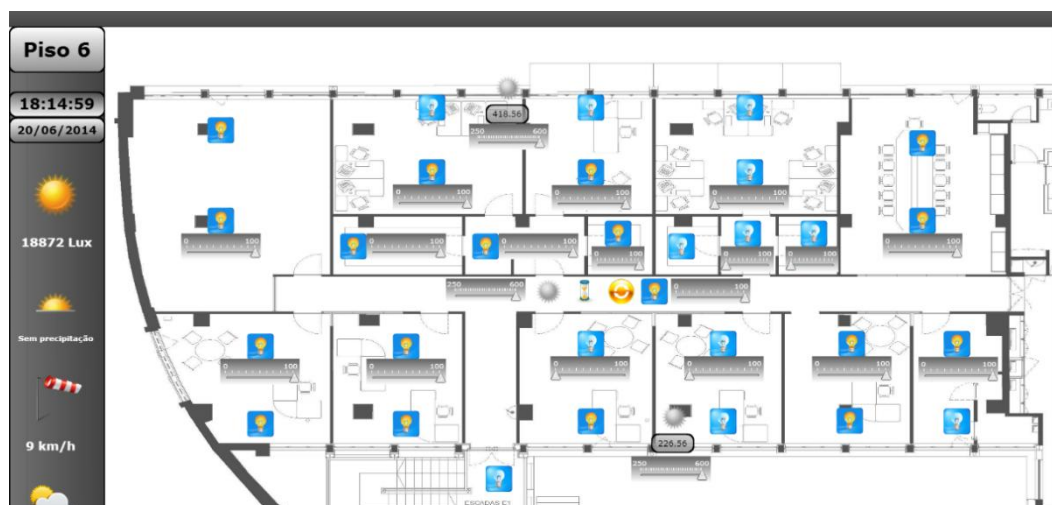


Figura 6.33 - Página de controlo de iluminação

A Figura 6.34 mostra a página de controlo de climatização. Nesta página encontram-se predispostos todos os pontos onde existem unidades de indução de ar integradas no sistema KNX e os respetivos termostatos KNX utilizados para as controlar. Clicar sobre um ícone da respetiva divisão abrirá o submenu da mesma. Nos submenus é possível escolher o modo pretendido da ventilação (conforto, economia e proteção), saber a temperatura atual, escolher a temperatura desejada, escolher entre as opções quente, frio ou automático do equipamento de ventilação e ainda escolher a velocidade das ventoinhas de ventilação.

Os termostatos KNX presentes em praticamente todas as divisões do edifício permitem definir as temperaturas pretendidas no espaço, saber a temperatura atual do espaço, limitar a ação das unidades de indução a aquecer ou arrefecer o ambiente, escolher a velocidade da ventilação ou optar por qualquer um dos três modos de funcionamento disponíveis, sendo eles o modo conforto (modo em que o sistema utiliza os recursos das unidade de indução para controlar a ventilação em função da necessidade e da temperatura atual do espaço), o modo economia (faz o mesmo que o modo conforto mas utiliza velocidades mais reduzidas para atenuar o consumo energético) e o modo proteção (desliga os equipamentos).

Foram implementados horários para a gestão automática da ventilação de todo o edifício, definindo-se que às sete horas da manhã todos os termostatos ligam as unidades de indução de ar no modo conforto, passando para o modo económico das doze até às treze horas, voltando a ligar o modo conforto até às dezanove horas, horário no qual deverá ser acionado o modo proteção até as sete horas do dia seguinte.

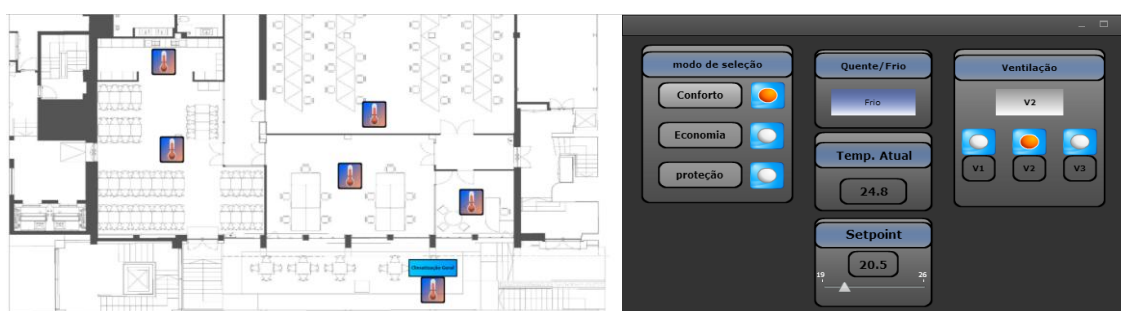


Figura 6.34 - Página de climatização e submenus do Edifício de Seguros

Este sistema é ainda utilizado para a gestão técnica centralizada de equipamentos AVAC à semelhança do que foi apresentado na obra do centro de acolhimento para pessoas com deficiências.

Foi criada uma página do esquema de princípio do edifício como é possível observar na Figura 6.35. Nesta página é possível monitorizar a percentagem de abertura da válvula de três vias que regula a passagem de água para as unidades de indução, a pressão das bombas de circulação de água (bem como saber se estas estão ligadas ou não), monitorizar as temperaturas de ida e retorno das águas que serão utilizadas nas baterias de água fria e água quente das UTAN e nas unidades de indução de ar dos vários pisos do edifício.

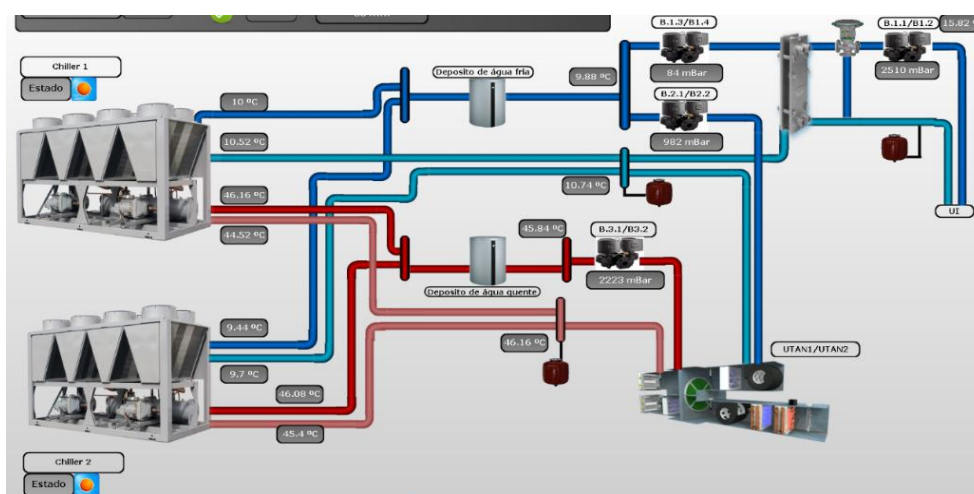


Figura 6.35 - Esquema de princípio do edifício de seguros

A página do esquema de princípio permite abrir a página das bombas de calor, das UTAN e dos ventiladores de extração e insuflação do restante edifício.

As páginas das duas bombas de calor permitem ligar e desligar os referidos equipamentos, bem como monitorizar as temperaturas de ida e retorno da água quente e fria que circulam na bomba de calor.

Nas páginas das UTAN do edifício é possível ligar e desligar os equipamentos, bem como definir a temperatura pretendida para a insuflação do ar para o edifício. Estas páginas disponibilizam ainda a temperatura exterior, bem como as temperaturas de insuflação e extração do ar, caudais de

insuflação e extração e ainda a abertura, em percentagem, das válvulas de água fria e quente que estão ligadas às respetivas baterias de frio e de calor das UTAN. A Figura 6.36 apresenta uma das páginas da visualização de uma das bombas de calor e de uma UTAN.

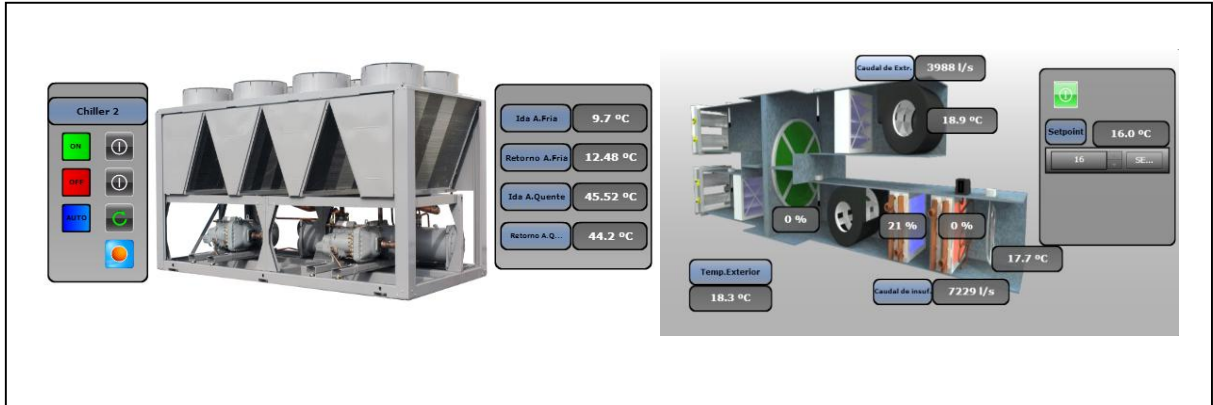


Figura 6.36 - Menus de controlo de uma bomba de calor e de uma UTAN do Edifício de Seguros

Quanto ao controlo de alarmes, foi conceptualizado um menu como o da Figura 6.37 que permite verificar alarmes ativos em tempo real. As funções deste menu também passam por assinalar que alarmes foram vistos, oferecendo a possibilidade de criar notas de manutenção através da criação de comentários com informações pertinentes, como, por exemplo, o nome da pessoa responsável pela resolução da avaria que deu origem ao alarme.

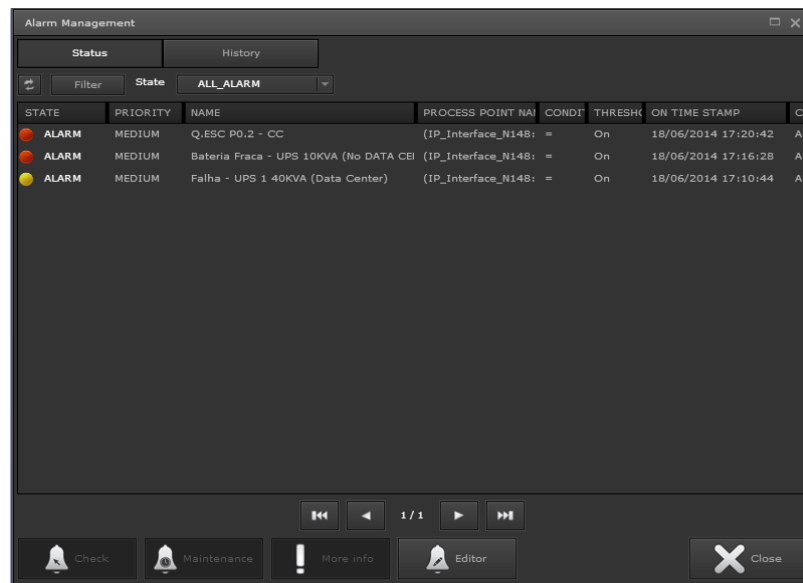


Figura 6.37 - Menu de alarmes do sistema de visualização do Edifício de Seguros

Para utilizadores com um nível de acesso superior foi oferecida a possibilidade de criar e editar alarmes como está demonstrado na Figura 6.38 e na Figura 6.39.

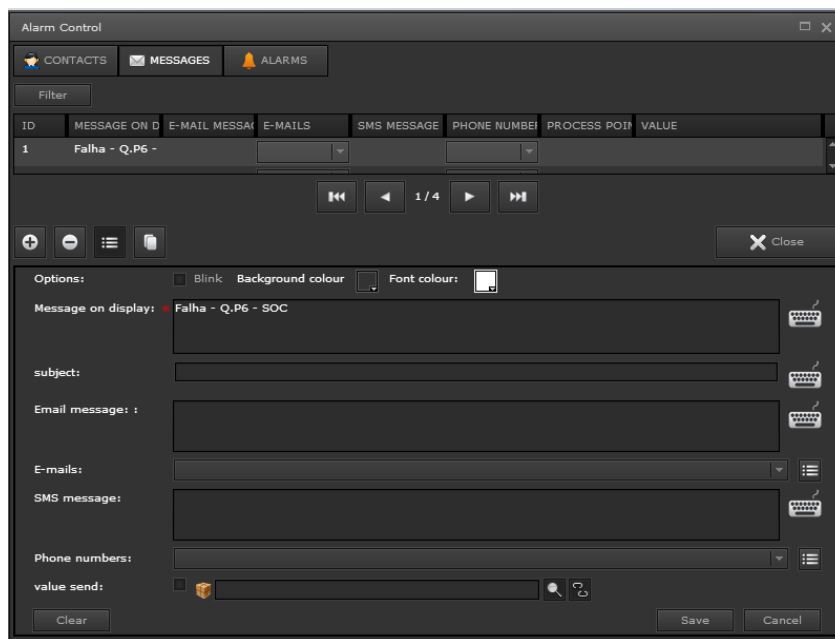


Figura 6.38 - Menu de definição de mensagens de alarme

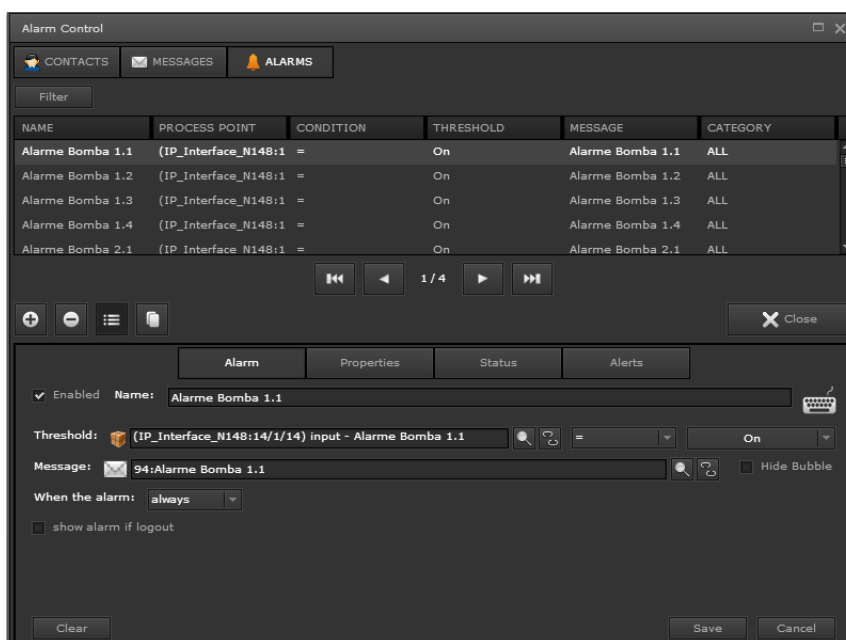


Figura 6.39 - Menu de criação de alarmes

Para criar alarmes é necessário utilizar o endereço de grupo pretendido (por exemplo, um endereço de grupo de 1 *bit* que monitorize a falha de um ventilador) e criar um alarme que despolete um *popup* caso este endereço de grupo ganhe o valor lógico de 1. Além de criar alarmes, é ainda possível associar qualquer alarme a um contacto telefónico ou *e-mail*.

Por fim mas não menos importante, o sistema de monitorização de consumos, representado na Figura 6.40, visa monitorizar os consumos energéticos do quadro elétrico que alimenta todos os equipamentos AVAC do edifício. Através deste menu é possível monitorizar os consumos energéticos

em intervalos temporais por dia, semana, mês, ano ou através de uma janela temporal definida pelo próprio utilizador.

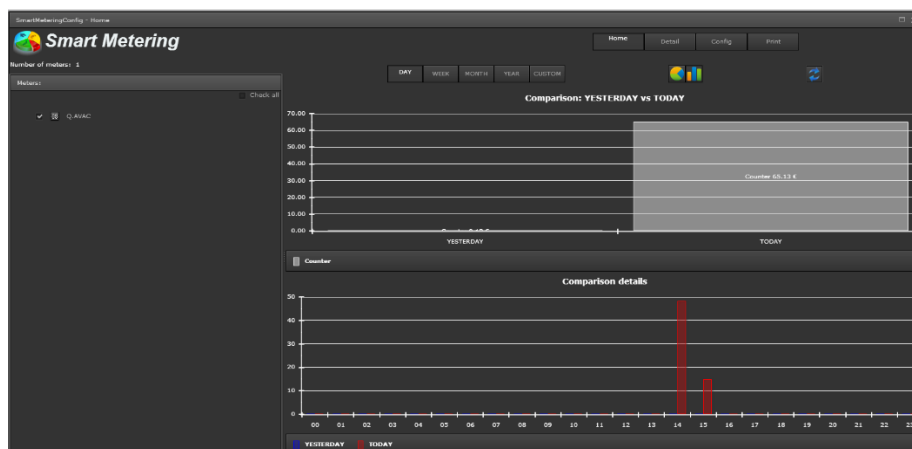


Figura 6.40 - Página de consumos do *software* de visualização do Edifício de Seguros

7 Conclusões

Após uma análise geral a todo o estágio curricular, é seguro dizer que as soluções propostas e implementadas asseguram o nível de qualidade e de excelência a que a empresa Projedomus está habituada a servir aos seus clientes, o que contribuiu para um estágio com um elevado grau de exigência pessoal. De forma geral, todas as obras exigiram trabalho árduo de programação, acompanhamento de obra e, especialmente, testes de funcionamento e otimização dos sistemas.

Foi estudada de forma aprofundada a tecnologia KNX em termos de protocolos e interoperabilidade, assim como em termos das potencialidades e programação de um conjunto elevado de dispositivos que foi necessário inserir em projetos, incluindo a sua instalação, parametrização, configuração e teste em obra. Neste documento foram selecionados e descritos detalhadamente cinco projetos específicos realizados. Como o leque de equipamentos usado era muito vasto e recente, algumas obras provaram ser um desafio pessoal já que exigiram muitas horas de dedicação para compreender o funcionamento e parametrização dos equipamentos. No entanto, todo este processo de estudo, dedicação e constante esforço contribuíram para uma melhor perceção do que é trabalhar no atual ambiente empresarial e num mercado altamente competitivo como o de hoje em dia. De igual forma, no que diz respeito a todo o trabalho desenvolvido ao longo deste estágio curricular, pode-se afirmar que o mesmo se revelou um desafio pois foi necessário adquirir uma vasta gama de conhecimentos num curto espaço de tempo para desempenhar as tarefas propostas pela Projedomus, incluindo em ambiente de obra. Por outro lado, esta dinâmica permitiu obter um forte ritmo de trabalho e aprofundar conhecimentos nas áreas de automação, eletrónica e domótica que de outra forma não seriam possíveis. Particularmente, pode-se concluir que o trabalho em obra foi dos aspetos mais produtivos deste estágio curricular. Além de demonstrar como implementar o trabalho projetado em gabinete, permitiu trabalhar diretamente com outros profissionais em obra, como eletricistas, responsáveis de obra ou engenheiros mecânicos responsáveis pela especialidade de AVAC. Assim, foi possível verificar que o sistema KNX prova ser fiável, de vanguarda, de fácil implementação e com grande visão e abertura para futura expansão e melhorias intrínsecas, o que significa que irá demorar um tempo significativo até que esta tecnologia caia em desuso ou seja ultrapassada. Após a realização deste estágio curricular, e após uma análise pessoal à empresa Projedomus, é seguro afirmar que as soluções e serviços oferecidos apresentam qualidade e fiabilidade. De igual modo, é possível afirmar que esta empresa aposta em novas soluções e que, provavelmente, num espaço de tempo reduzido surjam, por parte da mesma, novos serviços inovadores na área da domótica que a diferenciarão da sua concorrência direta e indireta. Todos os momentos contribuíram para um crescimento, não só pessoal como cognitivo, que contribuirá para que no futuro hajam melhorias no que toca à resolução de problemas, a pensar de modo inovador e, sobretudo, a trabalhar em equipa numa empresa com ambição de crescer e que incute esse espírito em quem faz parte dela. Foi em todos os aspetos uma experiência muito positiva e finaliza-se com um grande sentido de satisfação e de dever cumprido.

Bibliografia

- [1] “KNX,” KNX Association, 22 Setembro 2014. [Online]. Available: <http://www.knx.org/>. [Acedido em 10 Novembro 2013].
- [2] “EHS European Home Systems,” Home Automation - JAEC, 2008. [Online]. Available: <http://www.jaec.info/Home%20Automation/Protocols-buses-house/Ehs-Protocol/ehs-protocol.php>. [Acedido em 16 11 2014].
- [3] “BatiBus - already “history” for a long time, but still significant!,” Kunbus Industrial Communication, [Online]. Available: <http://www.kunbus.com/batibus.html>. [Acedido em 30 Março 2014].
- [4] “KNX INSTALATION,” KNX ASSOCIATION, 22 Setembro 2014. [Online]. Available: <http://www.knx.org/media/docs/KNX-Tutor-files/Summary/KNX-TP1-Installation.pdf>. [Acedido em 14 Abril 2014].
- [5] Schneider Electric, “Building Management,” Schneider Electric, [Online]. Available: <http://www2.schneider-electric.com/sites/corporate/en/customers/contractors/energy-efficiency-solution-for-buildings/control-lighting-and-heating-at-room-level.page>. [Acedido em 07 2015].
- [6] K. A. cvba, “KNX Handbook for Home and Building Control,” em *KNX Handbook for Home and Building Control*, Belgica, KNX Handbook for Home and Building Control, 2006, p. 185.
- [7] “KNX communication,” 2014. [Online]. Available: <http://www.knx.org/media/docs/KNX-Tutor-files/Summary/KNX-Communication.pdf>. [Acedido em 22 Novembro 2014].
- [8] KNX Association, *Interworking Datapoint Types*, Konnex, 2010.
- [9] 2. “An Introduction to DALI,” Philips N.V., 2014. [Online]. Available: http://www.lighting.philips.com/main/subsites/dynalite/library_support/technical_support/useful_information/dali_introduction.wpd. [Acedido em 13 Julho 2014].
- [10] V. A. Souza, “O protocolo MODBUS,” *Cerne Conhecimento para o Desenvolvimento*, [Online]. Available: <http://www.cerne-tec.com.br/Modbus.pdf>. [Acedido em 22 Julho 2014].
- [11] “Carrier Sense Multiple Access Collision Detect (CSMA/CD) Explained,” *Learn Networking*, 2007. [Online]. Available: <http://learn-networking.com/network-design/carrier-sense-multiple-access-collision-detect-csmacd-explained>. [Acedido em 8 Março 2014].
- [12] “BACnet Explained,” [Online]. Available: <http://www.bacnet.org/Bibliography/BACnet-Today-13/Newman-2013.pdf>. [Acedido em 19 Novembro 2014].
- [13] J. Controls, “MS/TP Communications Bus Technical Bulletin,” [Online]. Available: http://cgproducts.johnsoncontrols.com/met_pdf/12011034.pdf. [Acedido em 20 Novembro 2014].
- [14] C. Inc., “Cimetris,” 2014. [Online]. Available: <https://www.cimetrics.com/image/data/images/files/BASomatic%20MSTP%20Option%20Manual.pdf>. [Acedido em 20 Novembro 2014].

- [15] J. S. N. S. d. Silva, Sistemas de Automação e Controlo de Edifícios - Gestão Técnica Centralizada de Unidade Hoteleira e o seu Impacto no Desempenho Energético do Edifício”, Trabalho de Projecto do Mestrado em Instalações e Equipamentos em Edifícios-2.^a Edição, Maio de 2012.
- [16] Schneider Electric, “Technical Publications,” Schneider Electric, [Online]. Available: <http://www.schneider-electric.com/download/ww/en/>. [Acedido em 07 2015].
- [17] Arcus-Eds, “Products,” Arcus-Eds, [Online]. Available: <http://www.arcus-eds.de/produkte.html>. [Acedido em 07 2015].
- [18] “Arcus-Eds - KNX Water Meter,” [Online]. Available: http://descargas.futurasmus-knxgroup.org/DOC/GB/ARCUS/9542/2_620_e11_APB_IMPZ_water_NZR.pdf. [Acedido em 24 Novembro 2014].
- [19] GIRA, “GIRA Homeserver,” GIRA, [Online]. Available: http://www.gira.com/en/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system/knx-produkte/server/homeserver.html. [Acedido em 28 junho 2015].
- [20] J.-P. Lang, “Datatypes,” Redmine, 2006. [Online]. Available: <https://www.domotiga.nl/projects/selfbus-knx-eib/wiki/Datatypes>. [Acedido em 24 Agosto 2014].

Anexo I – Comparação entre uso de iluminação convencional versus iluminação com balastros DALI

ROI

Para elaboração do plano de retorno sobre o investimento (ROI), para o sistema de iluminação proposto (DALI), considerou-se os seguintes *inputs*:

- Fábrica labora todo ano com exceção do domingo (313 dias);
- Durante a noite só foi considerado um pavilhão em funcionamento (42 luminárias de 88W);
- Considerou-se 6 horas durante o dia, a iluminação ligada;
- Considerou-se 10 horas durante a noite, a iluminação ligada;
- Custo da energia nas horas de vazio 0.07€;
- Custo da energia fora das horas de vazio 0.12€;
- Estima-se que durante o dia 40% só de necessidades da iluminação artificial.

Dados:

	Potencia (W)	Horas dia	Horas Noite	On/Off)(W/h)	DALI(W/h)				
Pavilhão 01 (W)	4116	6	10	65856	42806,4				
Pavilhão 02 (W)	4116	6		24696	9878,4				
Pavilhão 03 (W)	5880	6		35280	14112				
Total (W)	14112								
Energia Horas de Vazio(€)	0,07			On/Off)(W/h)	DALI(W/h)				
Energia Fora de Vazio(€)	0,12								
Gasto de energia(€) (hora)				13,0	4,8				
Gasto de energia(€) (ano)				4082,1	1505,6				
Investimento (€)	7000								
ROI - Retorno sobre o investimento(anos)	2,72								
Anos	1	2	3	4	5	6	7	8	
Custo Energia (FM(5%/ano+M(3%ano)) (on/off)	4082,1	4408,7	4761,4	5142,3	5553,6	5997,9	6477,8	6996,0	
Custo Energia (FM(5%/ano+M(3%ano)) (DALI)	8505,6	1626,1	1837,5	2076,3	2346,3	2651,3	2995,9	3385,4	
Custo Energia Acumulado (FM(5%/ano+M(3%ano)) (on/off)	4082,1	8490,8	13252,1	18394,4	23948,0	29946,0	36423,7	43419,7	
Custo Energia Acumulado (FM(5%/ano+M(3%ano)) (DALI)	8505,6	10131,7	11969,2	14045,5	16391,8	19043,0	22039,0	25424,4	

Figura 0.1 - Consumos elétricos para caso de estudo

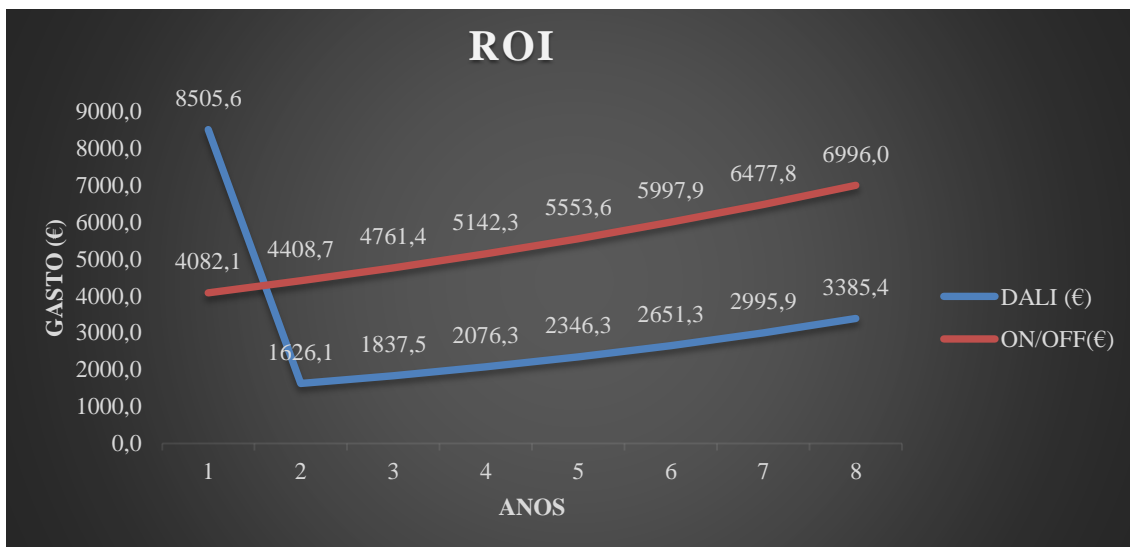


Figura 0.2 - Custo de energia anual para os dois sistemas

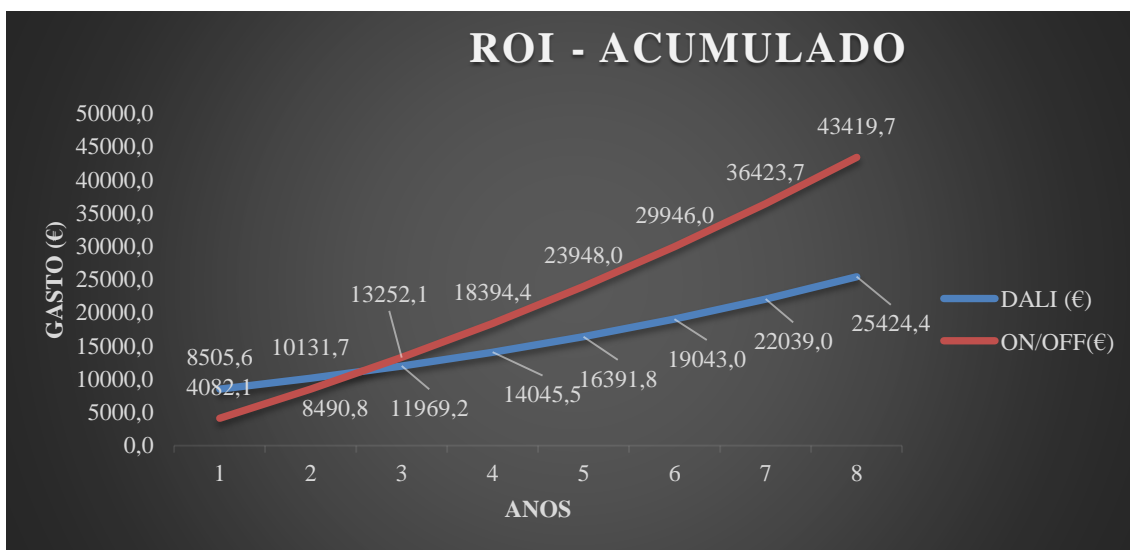
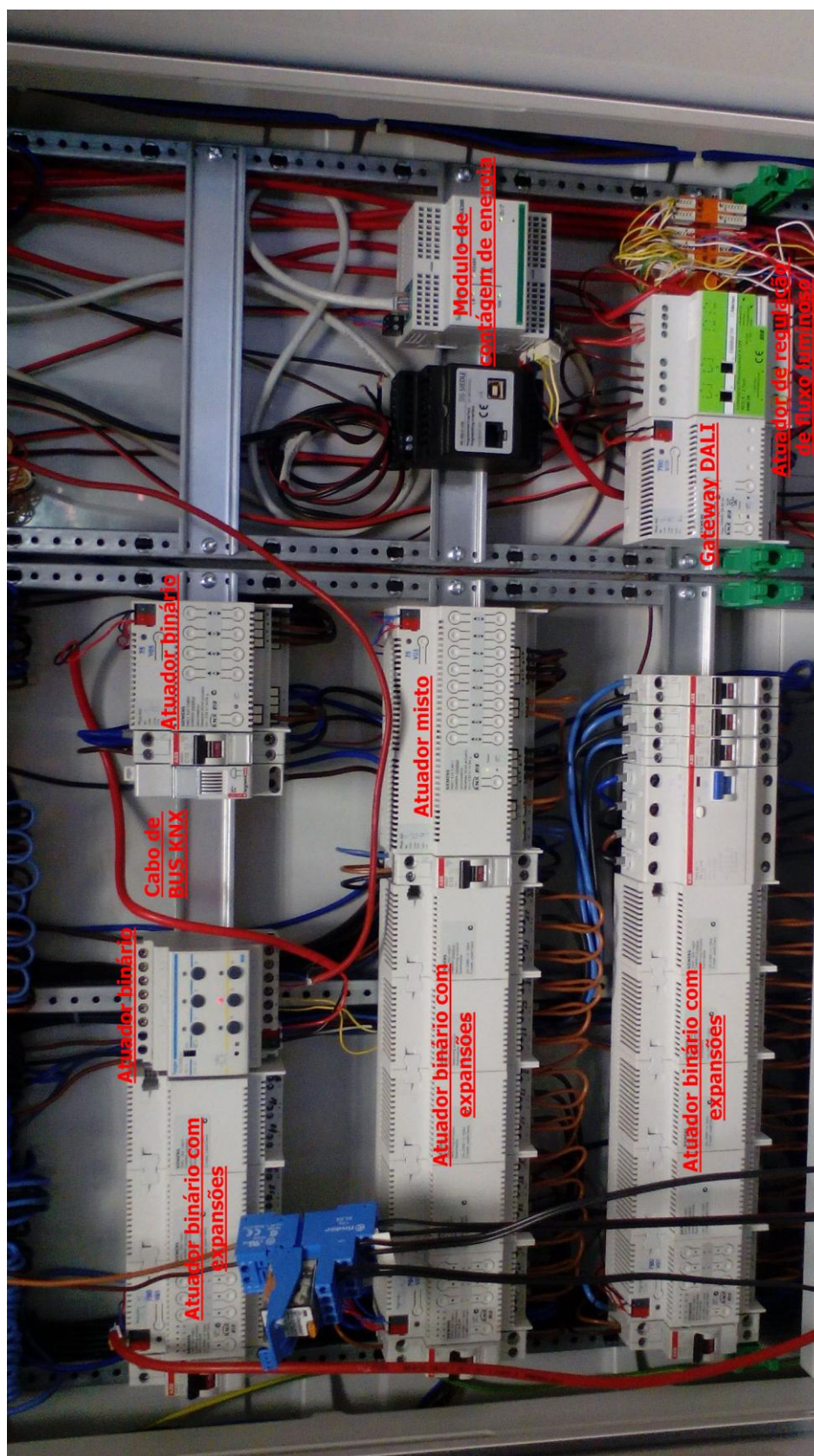


Figura 0.3 - Custo de energia anual para os dois sistemas

Conclusões:

Pela análise da Figura 0.1, da Figura 0.2 e da Figura 0.3, verifica-se que o cliente vai ter um retorno num período máximo de 3 anos.

Anexo II – Exemplo de uma interligação de módulos de quadro KNX



Anexo III – Ambiente de programação do software ETS 4

- **Menu principal**

Neste menu, visível na Figura 0.1, é possível escolher projetos, aceder as definições do software e ainda criar, editar, apagar, importar ou exportar tanto projetos como bases de dados de equipamentos.

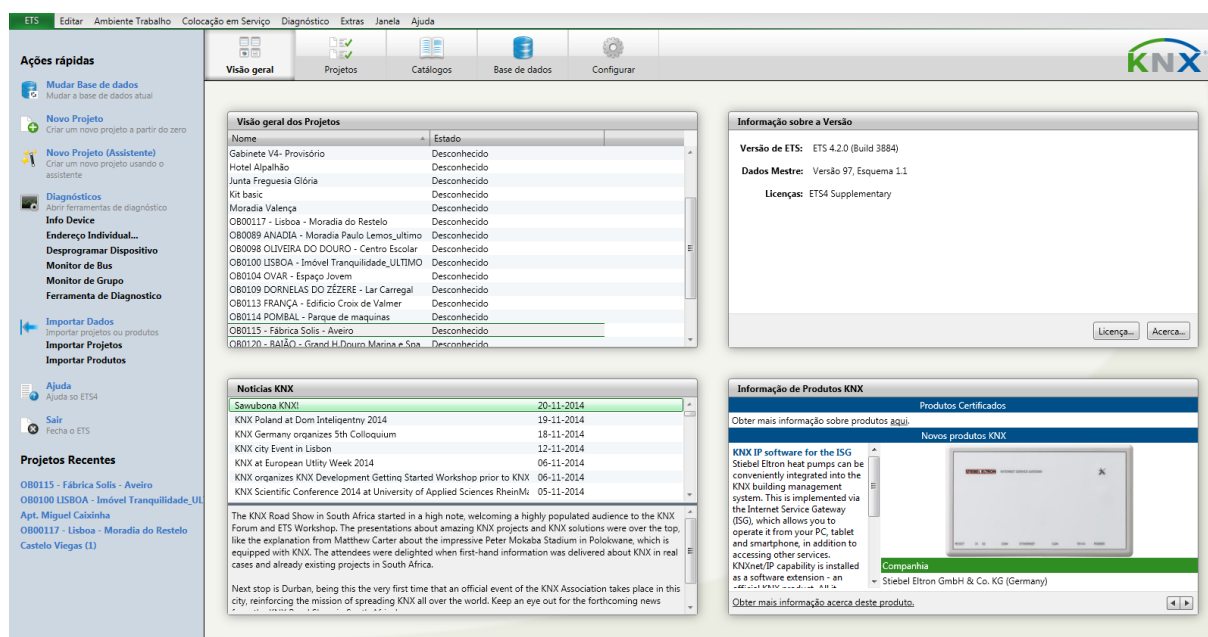


Figura 0.1 - Menu principal do software ETS

- **Vista de edifício**

Quando um projeto ETS é aberto, é possível escolher vários menus. Um desses menus é o menu de edifício. Neste menu é possível ver esquematicamente os pisos e subdivisões de uma instalação bem como os seus quadros elétricos e equipamento de campo.

É útil para uma divisão categorizada e para saber a que zona corresponde cada equipamento e podem ser vistos os objetos de grupo de cada equipamento também como demonstra a Figura 0.2 e a Figura 0.3.

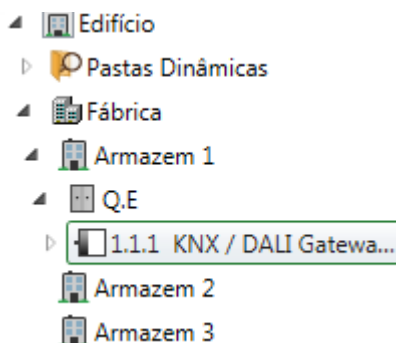


Figura 0.2 - Vista por edifício

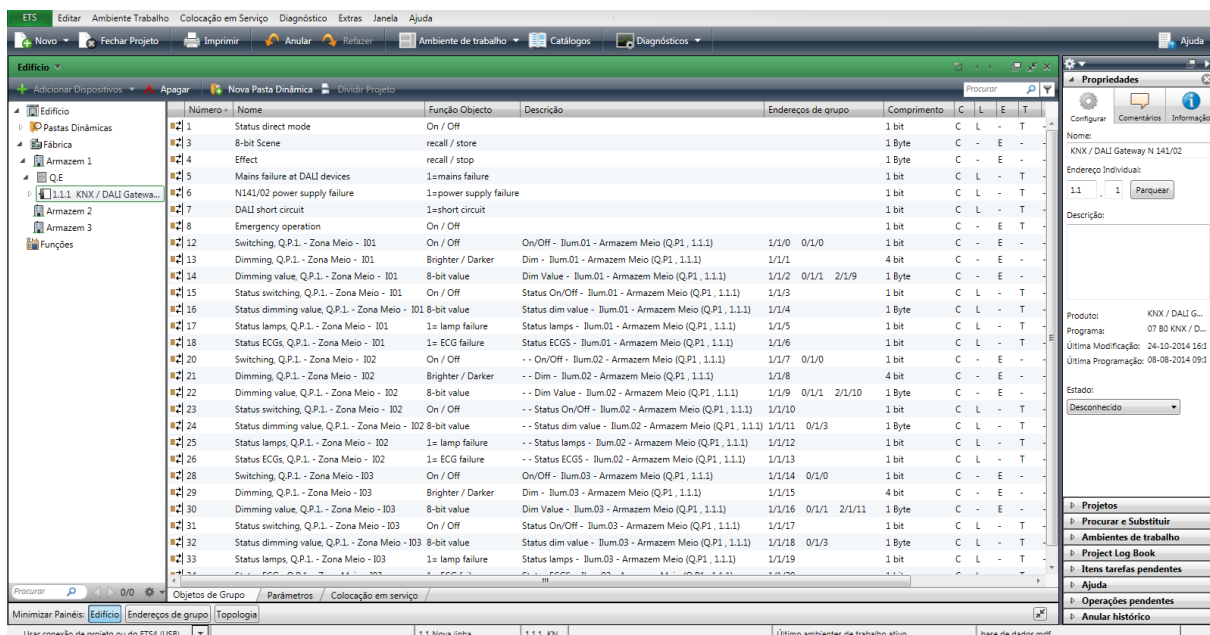


Figura 0.3 - Visão completa da vista de edifício do software ETS

- **Menu de endereços de grupo**

Este menu é talvez o mais importante do ETS uma vez que é aqui que será definida a estrutura dos endereços de grupo que recebem os objetos de grupo provenientes das bases de dados dos vários equipamentos utilizados. A Figura 0.4 representa um exemplo de uma estruturação de endereços de grupo.

- 0/0 Zona Direita
 - 0/1 Zona Meio
 - 0/2 Zona Esquerda
- 1/0 Zona Direita
 - 1/1 Zona Meio
 - 1/2 Zona Esquerda
 - 1/3 Exterior
 - 1/3/15 Exterior - On/Off Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)
 - 1/3/16 Exterior - priority Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)
 - 1/3/17 Exterior - feedback Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)
 - 1/4 Piso 1 zona direita
- 2/0 Zona direita
 - 2/1 Zona meio
 - 2/2 Zona esquerda
 - 2/3 Exterior

Figura 0.4 - Estruturação de endereços de grupo

A azul encontram-se os grupos principais, a verde os grupos intermédios e a vermelho os subgrupos. Dentro dos endereços de grupo é possível ver os objetos de comunicação dos equipamentos a que o endereço está associado como demonstrado na Figura 0.5.

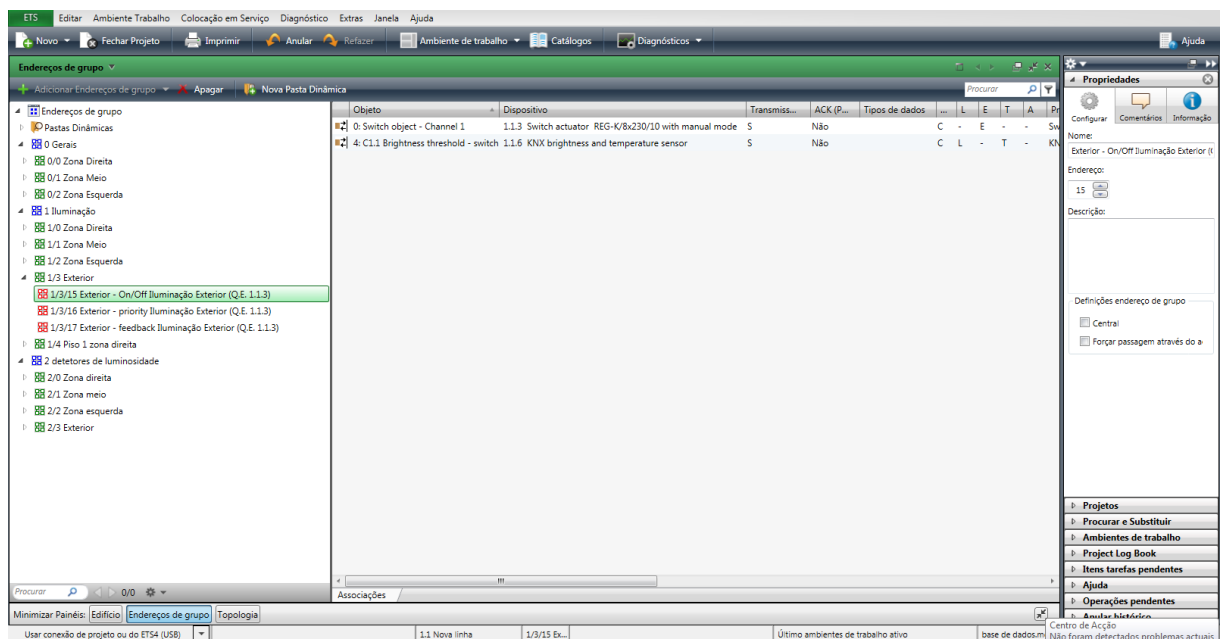


Figura 0.5 - Objetos associados a um endereço de grupo

Os objetos de comunicação possuem *flags* que podem ser assinaladas pelo utilizador para facilitar o obter de informação através do BUS KNX como demonstra a Figura 0.6.

C	L	E	T	A
C	L	-	T	-
C	-	E	-	-
C	L	E	-	-
C	-	-	T	-

Figura 0.6 - *Flags* dos objetos de comunicação

A *flags* disponíveis são:

- Comunicação:
 - Se a *flag* estiver ativa, o objeto de grupo tem comunicação normal com o BUS KNX;
 - Se a *flag* estiver inativa, o objeto recebe telegramas direcionados a ele, mas ignora-os;
- Leitura:
 - Se a *flag* estiver ativa, o objeto de grupo pode ser lido através do BUS KNX;
 - Se a *flag* estiver inativa, o objeto não poderá ser lido pelo BUS KNX;
- Escrita:
 - Se a *flag* estiver ativa, o objeto de grupo pode ser escrito e modificado através do BUS KNX;
 - Se a *flag* estiver inativa, o objeto não poderá ser escrito e modificado pelo BUS KNX;
- Transmitir:
 - Se a *flag* estiver ativa, um telegrama é transmitido sempre que o objeto mudar de valor ou estado;
 - Se a *flag* estiver inativa, um telegrama é transmitido apenas quando for solicitado via BUS KNX;
- Transmitir:
 - Se a *flag* estiver ativa, o objeto de grupo atualiza o seu estado sempre um telegrama de resposta é enviado;
 - Se a *flag* estiver inativa, o objeto de grupo não atualiza o seu estado sempre um telegrama de resposta é enviado.

• **Menu de topologia (equipamentos do projeto)**

O menu da topologia é utilizado para ver as linhas KNX da instalação e os equipamentos associados a elas. Equipamentos em linhas diferentes podem comunicar entre si e uma linha poderá integrar até 64 equipamentos através de uma fonte de alimentação KNX. É ainda possível verificar os objetos de grupo de cada equipamento e os endereços de grupo aos quais estão associados como demonstra a Figura 0.7, a Figura 0.8 e a Figura 0.9. Na Figura 0.7 é possível ver em pormenor a informação dos objetos de comunicação de um equipamento.

- 1 Nova área
 - 1.0 Linha principal
 - 1.1 Nova linha
 - 1.1.1 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.2 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.3 Switch actuator REG-K/8x230/10 with manua...
 - 1.1.4 KNX / DALI Gateway N 141/02
 - 1.1.6 KNX brightness and temperature sensor
 - 1.1.50 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.51 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.52 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.53 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.54 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.55 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.56 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.57 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.58 Brightness Controller AP 255/12
 - 1.1.100 Din Rail 8 Input / 8 Output Module - B02
 - 1.1.101 Din Rail 8 Input / 8 Output Module - B02
 - 1.1.102 Din Rail 8 Input / 8 Output Module - B02
 - 1.1.103 Din Rail 8 Input / 8 Output Module - B02
 - 1.1.104 Push-button 4-gang plus with IR receiver
 - 1.1.105 Push-button 4-gang plus with IR receiver

Figura 0.7 - Linhas KNX e equipamentos associados às mesmas

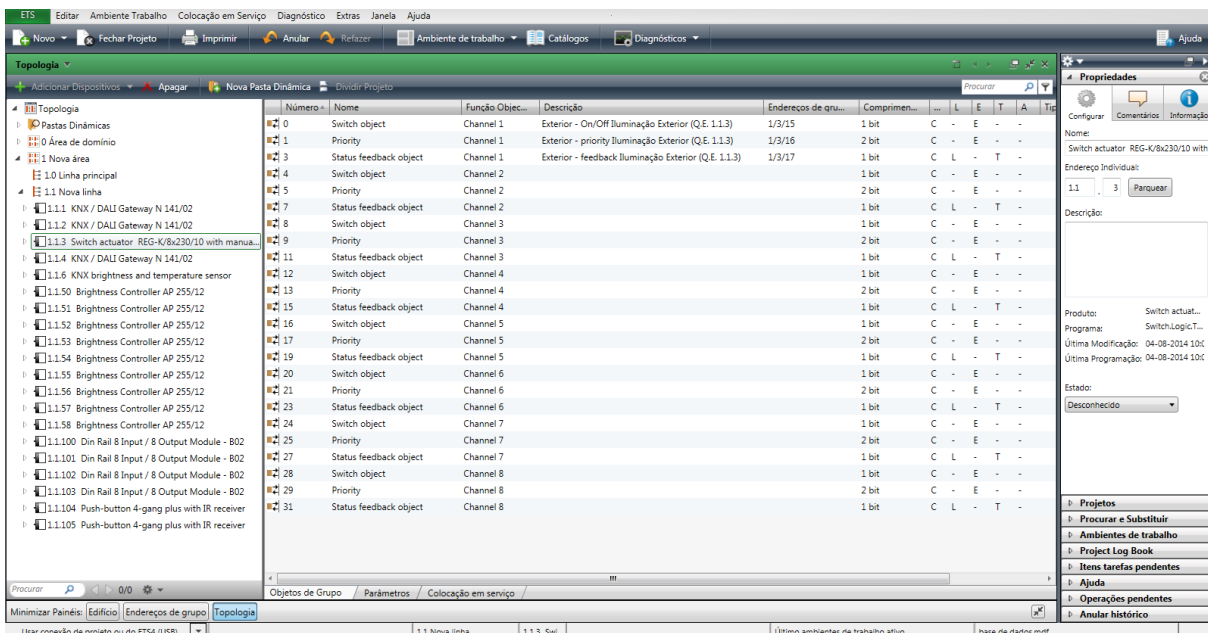


Figura 0.8 - Visão geral dos objetos de grupo de um equipamento

Número	Nome	Função Objec...	Descrição	Endereços de grupo	Comprimento	...	L	E	T	A
0	Switch object	Channel 1	Exterior - On/Off Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)	1/3/15	1 bit	C	-	E	-	-
1	Priority	Channel 1	Exterior - priority Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)	1/3/16	2 bit	C	-	E	-	-
3	Status feedback object	Channel 1	Exterior - feedback Iluminação Exterior (Q.E. 1.1.3)	1/3/17	1 bit	C	L	-	T	-

Figura 0.9 - Vista dos objetos de grupo em pormenor

• Descarregar aplicação ou programar endereço físico

Ao programar um equipamento, é necessário importar a base de dados fornecida pelo fabricante e aceder ao menu de parametrização como o da Figura 0.10 para modificar as propriedades do equipamento de acordo com o uso que o utilizador pretenda dar ao mesmo. Após configurado é necessário associar os objetos de grupo/comunicação aos respetivos endereços de grupo como já foi explicado.

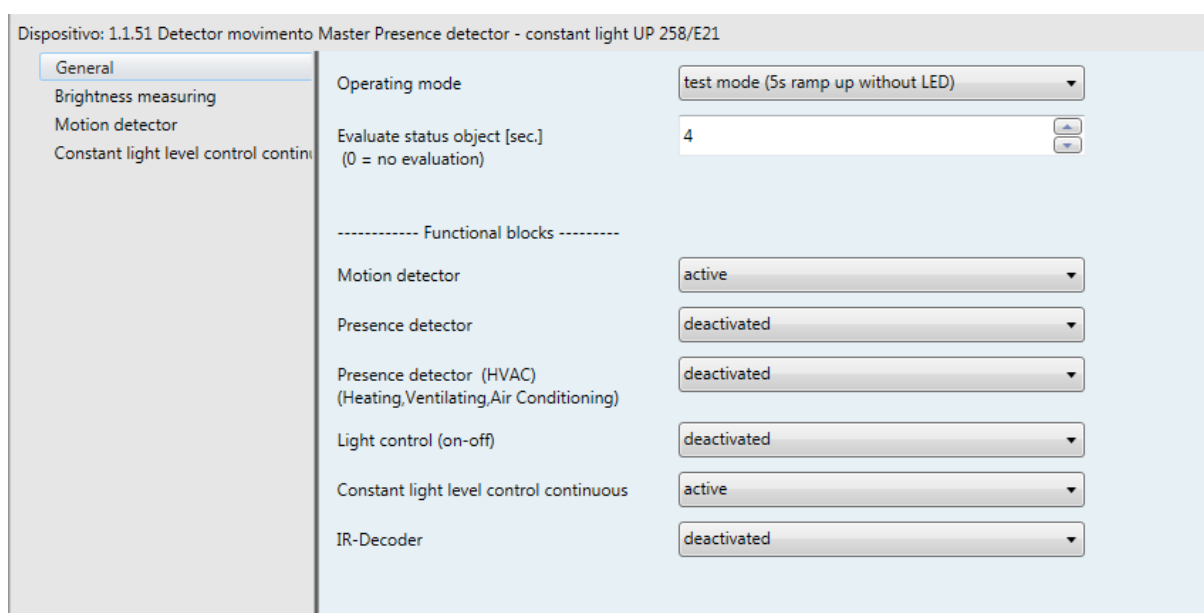


Figura 0.10 - Menu de parametrização de um equipamento KNX

Quando todo este processo for terminado basta descarregar toda a aplicação para o equipamento. Para tal, é necessário que o equipamento esteja ligado fisicamente ao BUS KNX e que o computador, com o *software* ETS, também esteja ligado ao BUS através de um interface KNX USB para permitir descarregar toda a programação do equipamento. A Figura 0.11 demonstra como descarregar a aplicação de um equipamento KNX. A programação poderá ser total, programando o endereço físico do equipamento e a parametrização, ou individual, programando apenas um destes aspetos acabados de referir. É ainda permitido modificar os endereços individuais dos equipamentos ou realizar uma programação parcial que descarrega alterações nos endereços de grupo para onde a informação é escrita e lida.

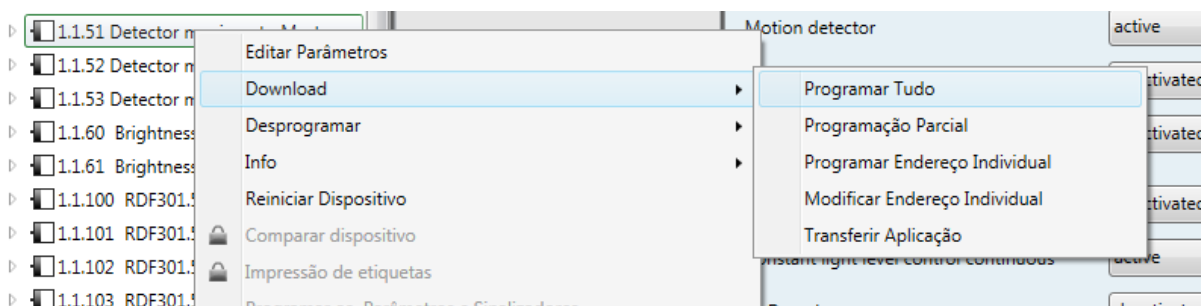


Figura 0.11 - Como descarregar a aplicação de um equipamento KNX

Para descarregar a programação, além de selecionar a respetiva opção no menu KNX, é também necessário pressionar o botão de programação do equipamento físico. Geralmente todos os equipamentos KNX possuem um botão de programação que, ao ser pressionado, liga um emissor de luz de cor vermelha, indicando que o dispositivo se encontra em modo de programação e disponível para receber o *download* de informação.

- **Exportar projetos ETS**

O *software* ETS contém uma funcionalidade que permite exportar o projeto criado para um ficheiro *.esf*, como é possível ver na Figura 0.12, gerando um ficheiro semelhante ao da Figura 0.13.

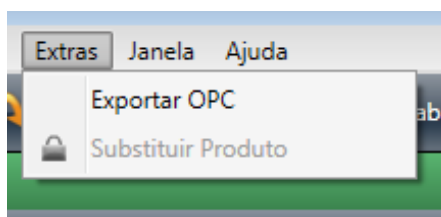
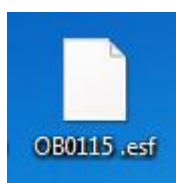


Figura 0.12 - Exportação de ficheiro ETS

Figura 0.13 - Ficheiro de um projeto exportado pelo *software* ETS

Após o ficheiro ser exportado é possível importar o mesmo em sistemas de visualização para que seja possível associar o controlo KNX aos mesmos. Na Figura 0.14 é possível verificar que, assim que o ficheiro *.esf* é importado no sistema de visualização, os endereços de grupo do projeto ETS ficam disponíveis para elaborar a restante visualização.

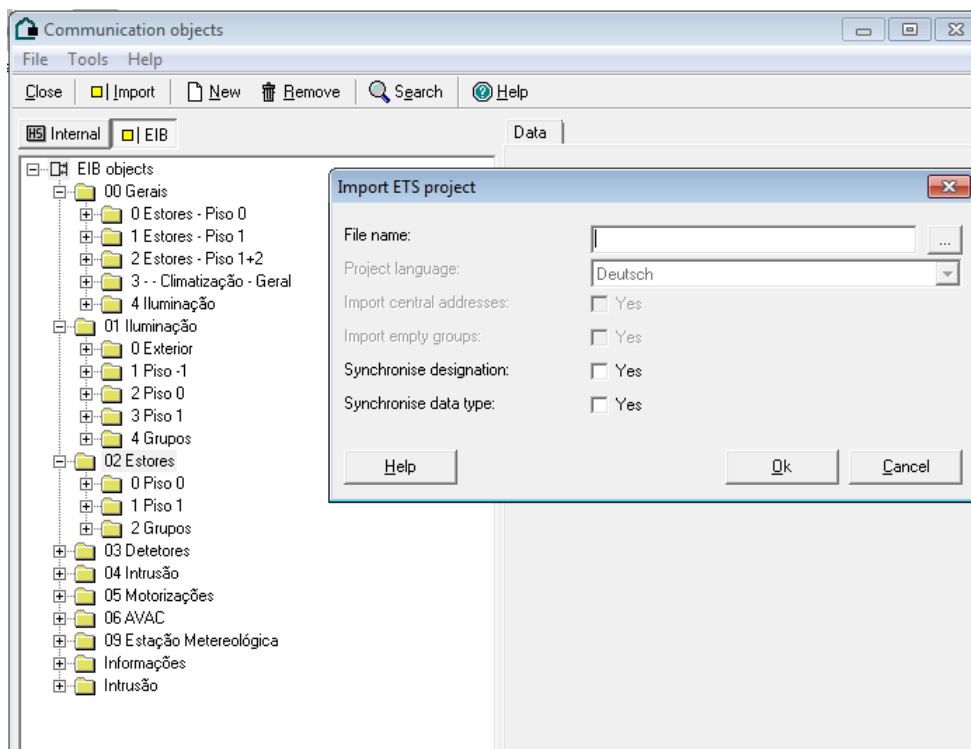
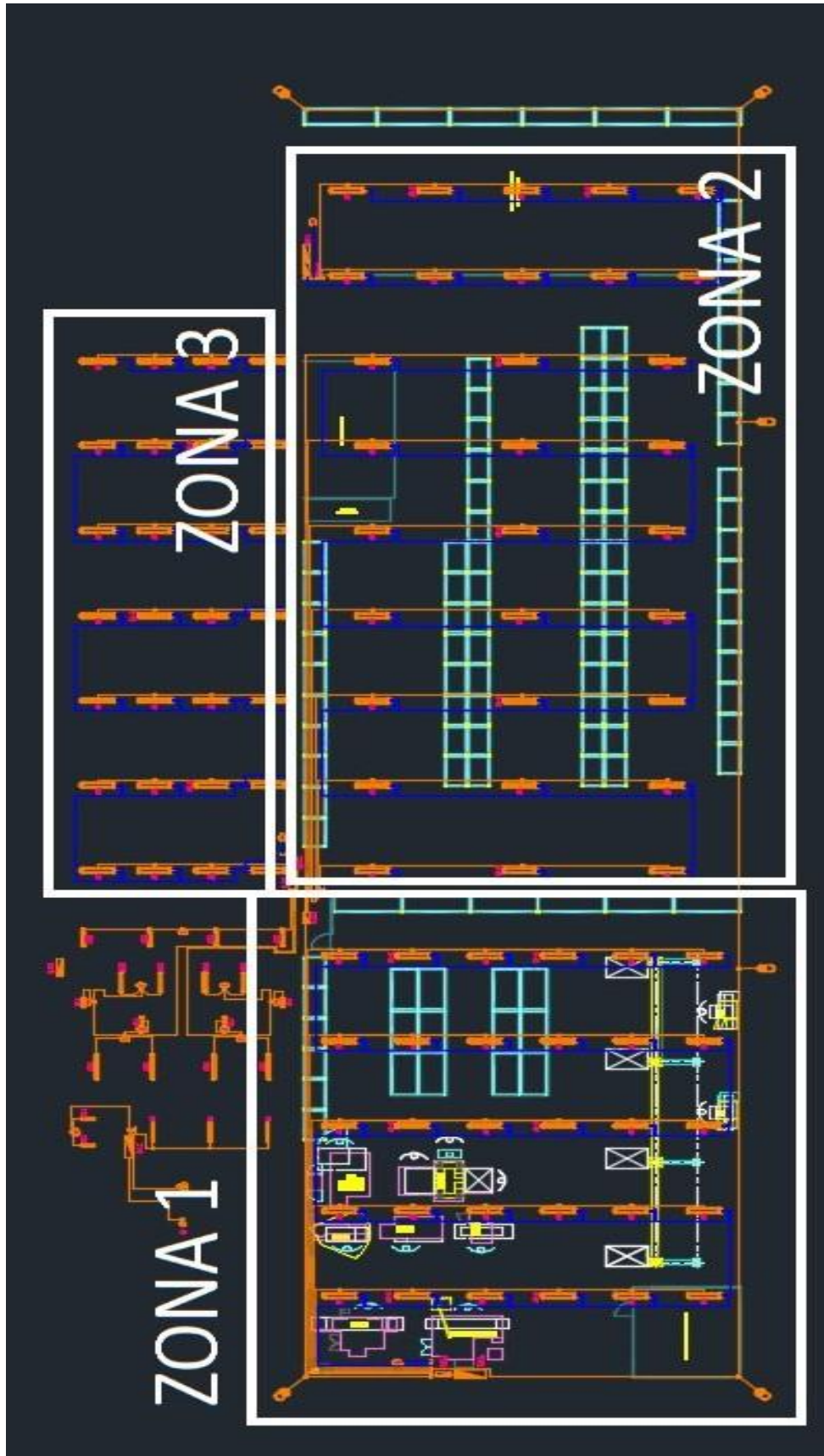
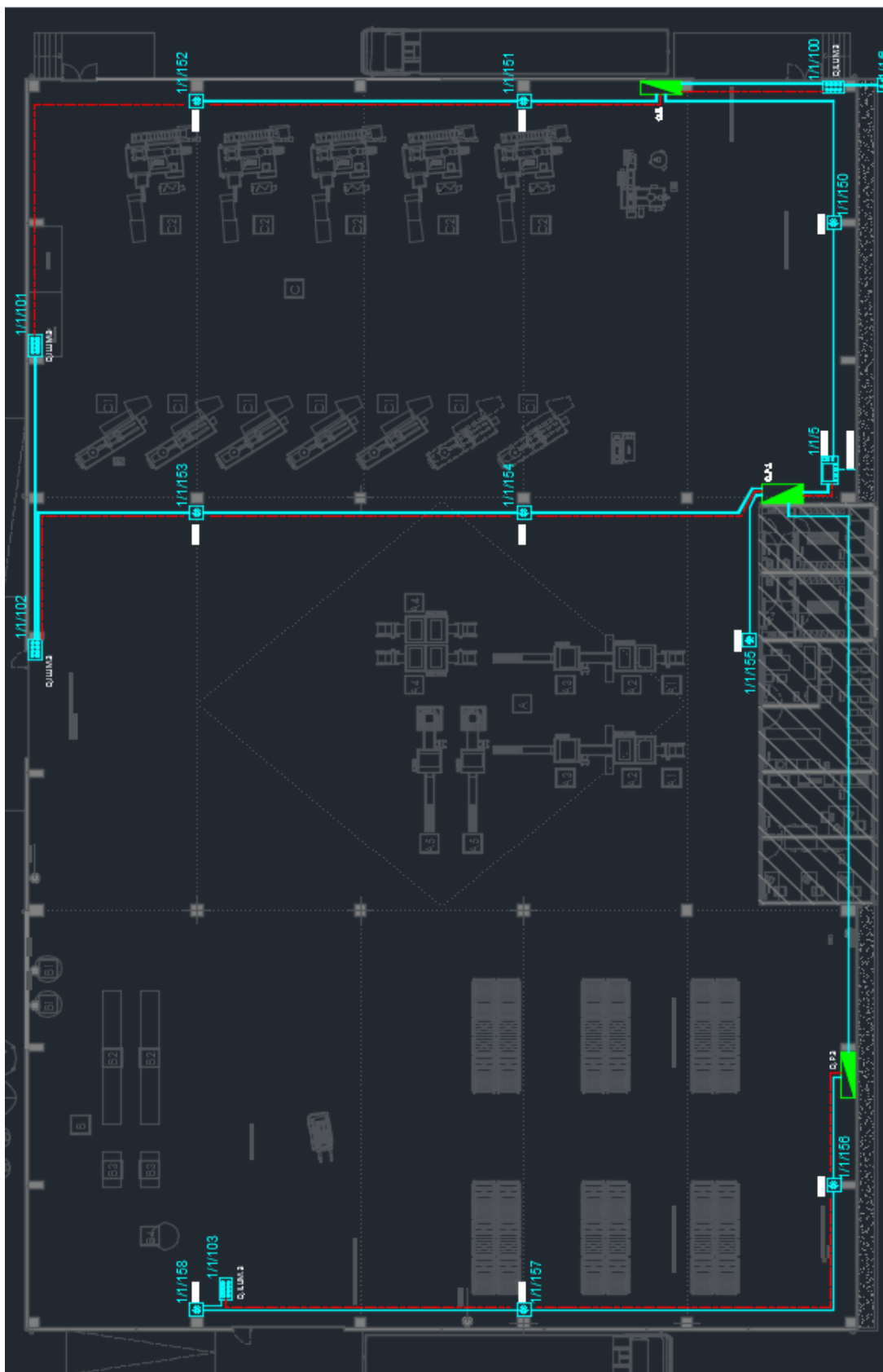


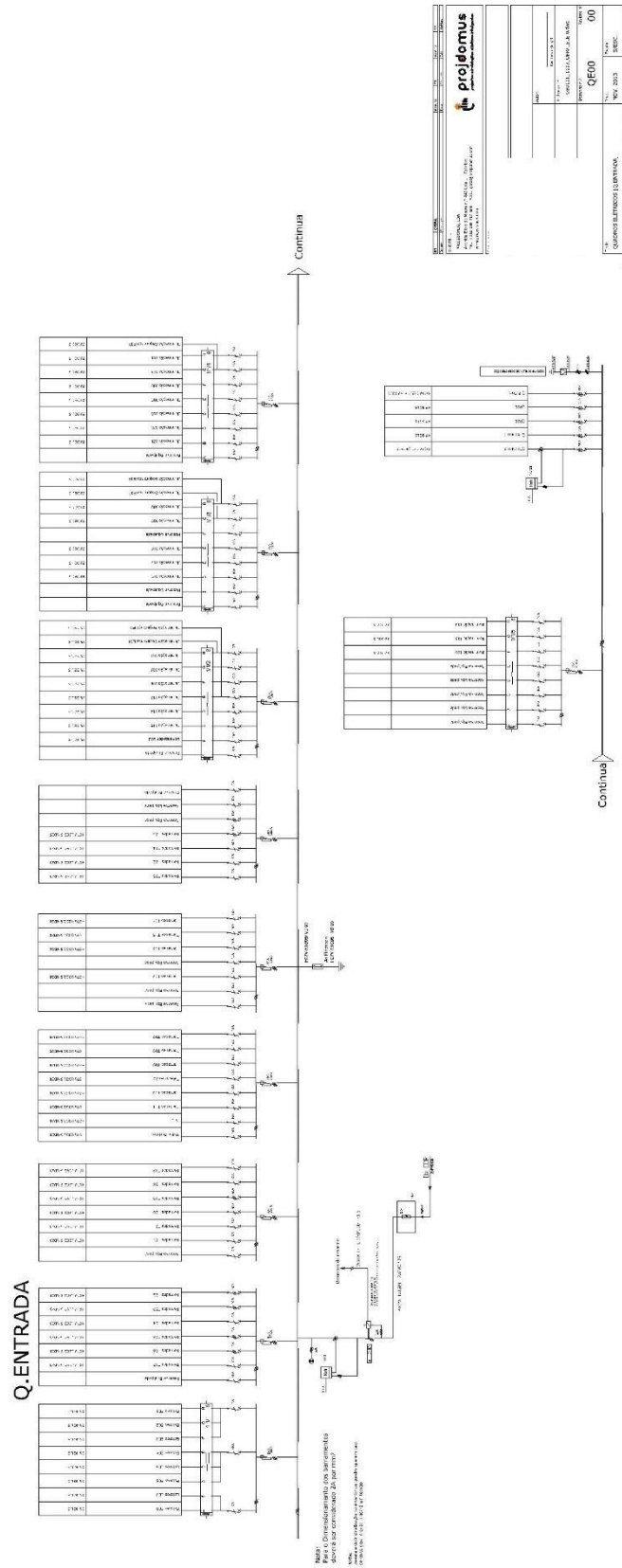
Figura 0.14 - Ficheiro ETS importando no sistema de visualização GIRA Homserver

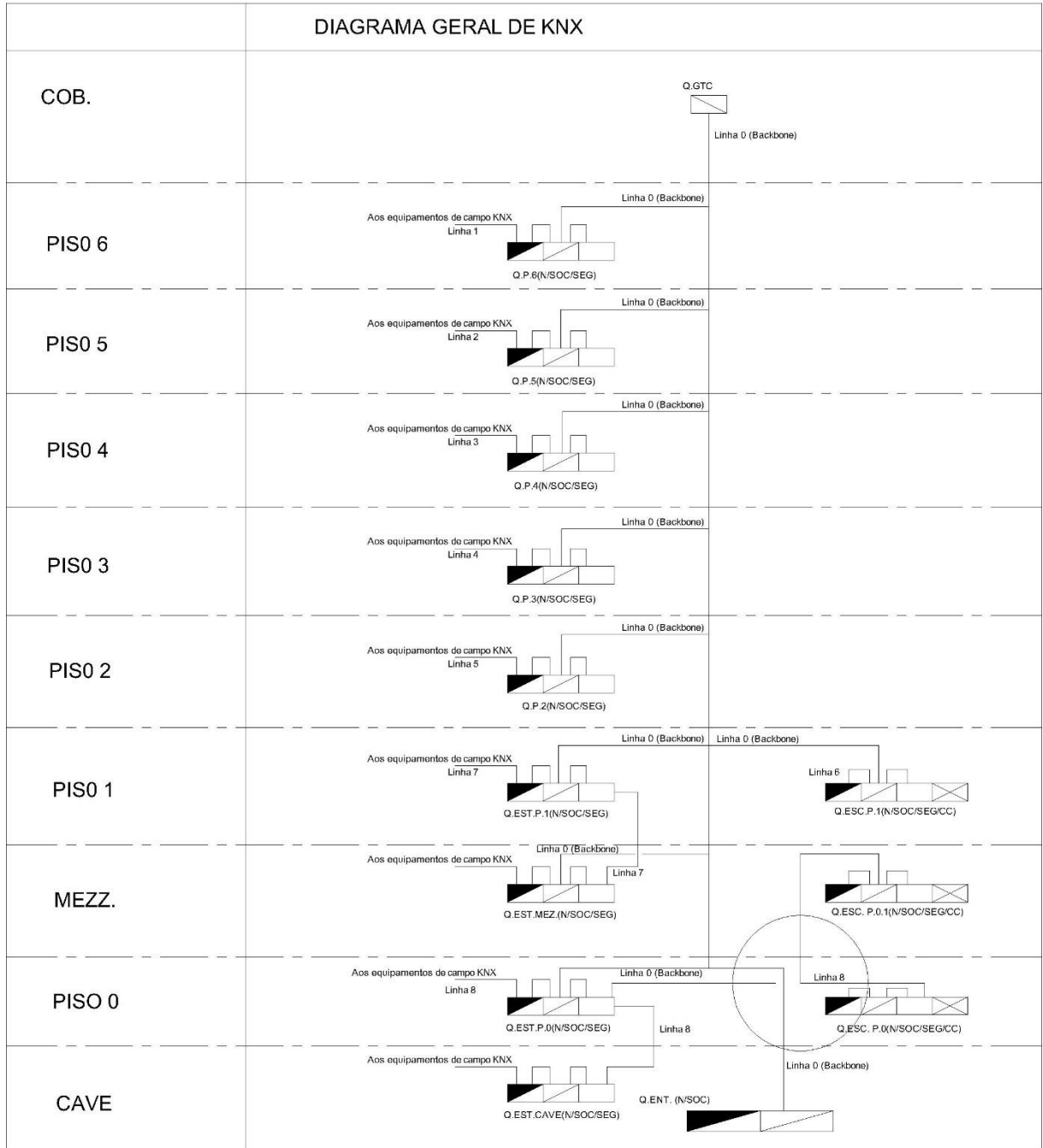
Anexo IV – Projeto de iluminação da Fábrica de Plásticos



Anexo V – Projeto KNX da Fábrica de Detergentes







Anexo VIII – Aplicação Siemens LOGO! para o quadro de desenfumagem

Este manual tem como objetivo explicar a aplicação concebida no *software* LOGO da Siemens para o controlo do quadro de desenfumagem.

• Descrição da aplicação

O funcionamento do programa supõe o seguinte funcionamento:

- 1.** O alarme geral, quando acionado, deve acionar todas as grelhas de desenfumagem dos vários pisos e todas as claraboias;
- 2.** Quando qualquer entrada digital correspondente a um caminho de evacuação horizontal (CEH) for ativa deverá ligar as saídas do autómato correspondentes as grelhas de desenfumagem que estejam orientadas com a saída do edifício e as claraboias 1 e 2;
- 3.** As entradas digitais dos caminhos de evacuação vertical CEV1 e CEV2 devem atuar as saídas digitais ligadas à claraboia 1 e 2, respetivamente, e ligar as grelhas de desenfumagem do piso 0.1 e piso 0.2;
- 4.** O botão de alarme da *hotte* deverá acionar a 2ª velocidade do ventilador da *hotte*. Nesse caso, se ao fim 30 segundos depois de ser acionado o pressostato diferencial da mesma não ficar ativo a 2ª velocidade do ventilador da *hotte* deverá desligar;
- 5.** O *Input* digital da 1ª velocidade do ventilador da *hotte* deverá ligar a mesma;
- 6.** Se o *Input* digital da avaria do ventilador da *hotte* for ativado deverá desligar a 1ª e a 2ª velocidade do ventilador da *hotte*;
- 7.** A entrada analógica deverá funcionar como um controlador 0V-10V para funcionamento PD da *hotte*. 0V corresponde à velocidade mínima e 10V corresponde a velocidade máxima do ventilador da *hotte*;
 - 7.1.** Foi definido que a saída digital do funcionamento PD da *hotte* transitaria para o estado ligado se o valor lido na entrada analógica fosse 2V ou mais. Caso isto aconteça, a válvula de gás deverá ligar;
- 8.** A 1ª velocidade do ventilador de extração de desenfumagem (VED) poderá ser ligada através da entrada digital CDG 1ª VEL (a qual corresponde ao primeiro nível de deteção da central de deteção de gás) ou através de um *timer* horário programável;
- 9.** Se o *Input* digital do alarme do VED for ativado deverá ligar a saída digital da 2ª velocidade do VED e a saída digital do ventilador de pressurização 1 (VP1);
 - 9.1.** O mesmo deverá acontecer se o *Input* digital do CDG 2ª VEL for ativo;
- 10.** Caso o *input* digital de avaria do VED seja ativo a saída digital que atua o VED deverá desligar;
- 11.** Caso o *input* digital de avaria do VP1 seja ativo a saída digital que atua o VP1 deverá desligar;
- 12.** Caso o *input* digital dos registos corta-fogo seja ativado deverá enviar ativar a saída digital do módulo LOGO-EIB e enviar a informação para o sistema KNX.

- Programação da aplicação

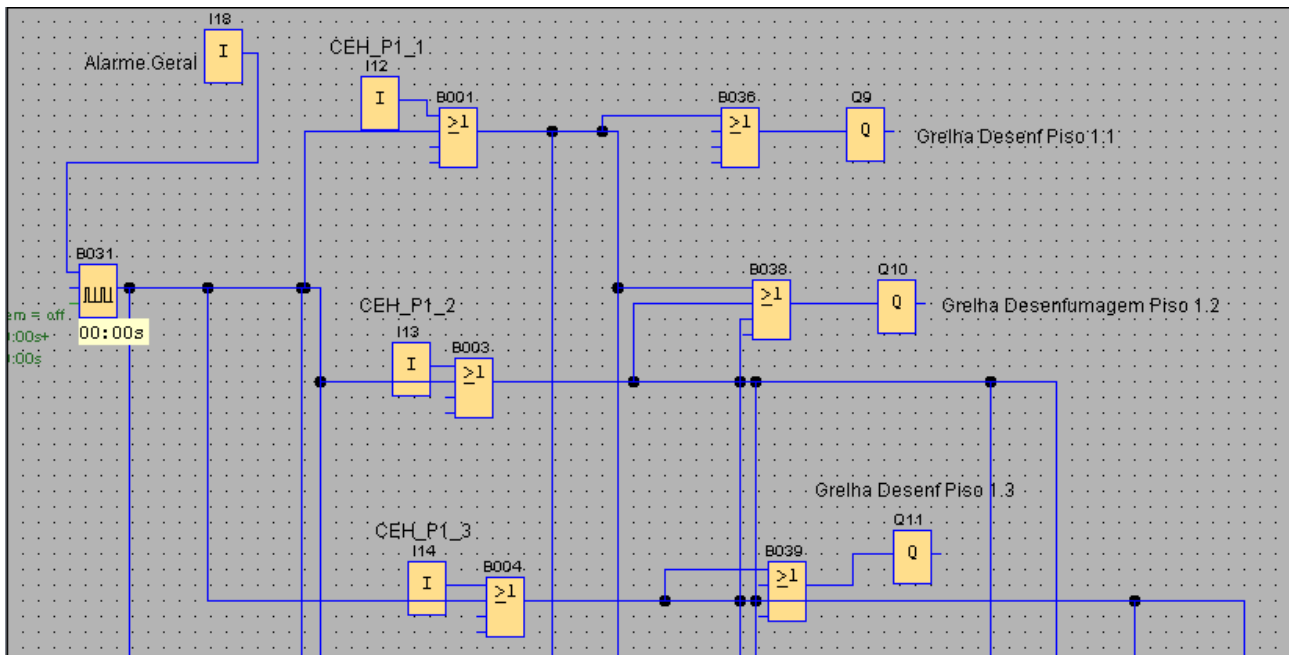


Figura 0.1 - Grelhas de desenfumagem 1

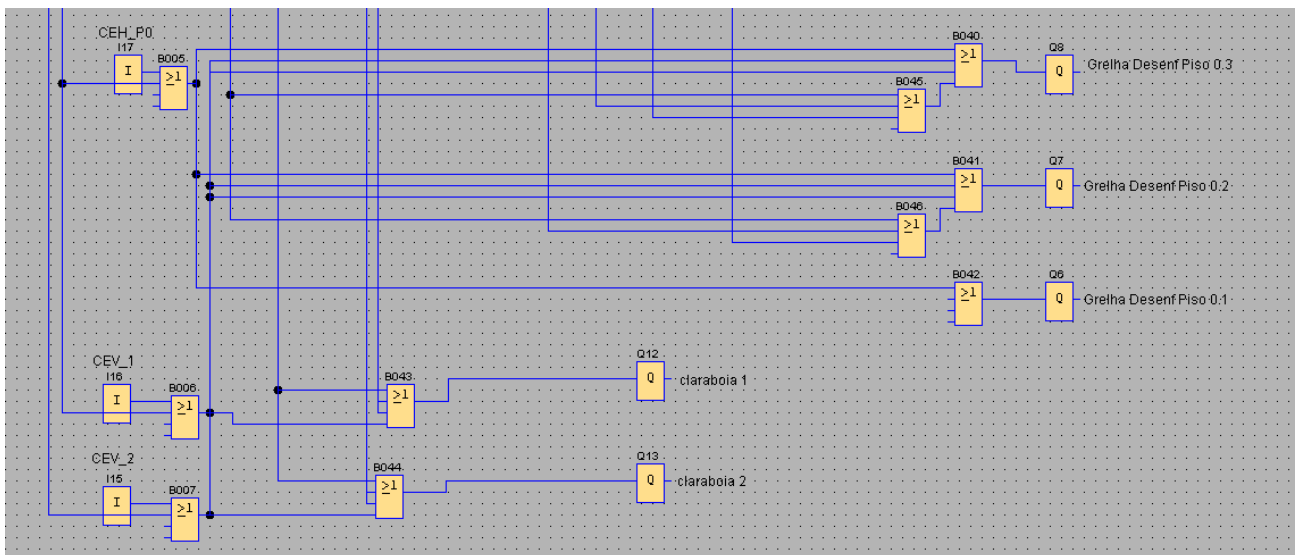


Figura 0.2 - Grelhas de Desenfumagem 2

O funcionamento das grelhas de desenfumagem baseia-se nas premissas escritas no ponto 2 da descrição da aplicação deste Anexo e a sua programação poderá ser consultada na Figura 0.1 e na Figura 0.2.

Todas as entradas e saídas digitais se encontram identificadas. Caso se pretenda, é possível simular o programa.

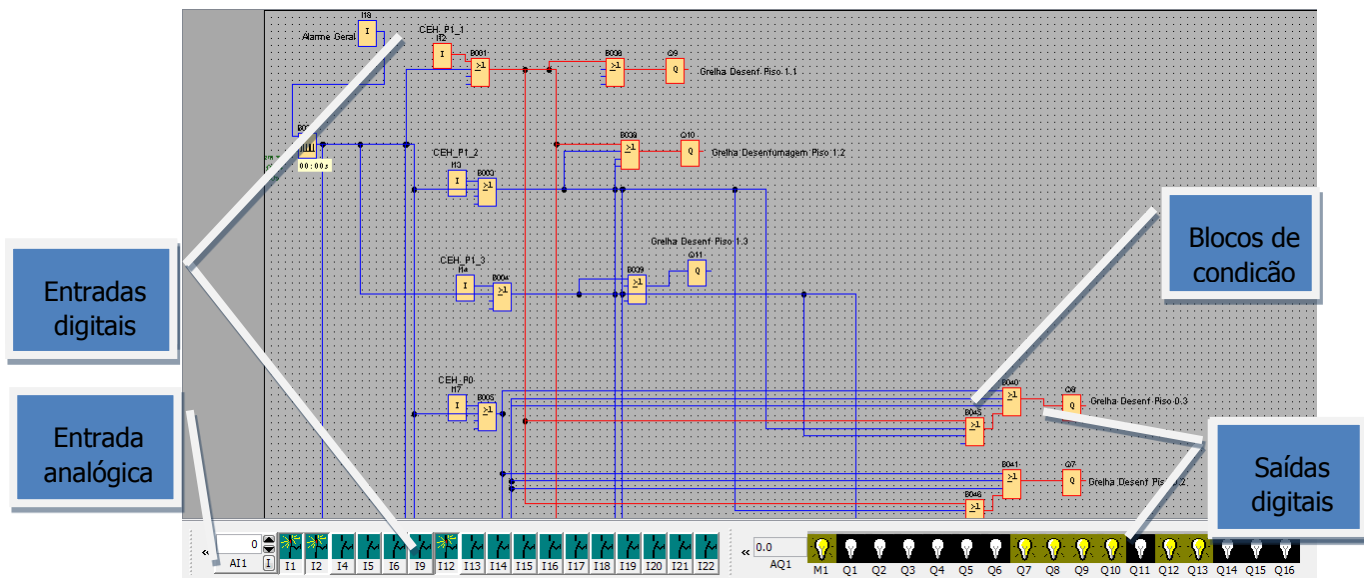


Figura 0.3 - Input digital I12 (CEH P1_1) a acionar as grelhas de desenfumagem do piso 1 e piso 0

Como se pode verificar na Figura 0.3, assim que o *input* digital é ativo é seguidamente indicado em tempo real quais as saídas digitais que foram ativadas ficam a vermelho.

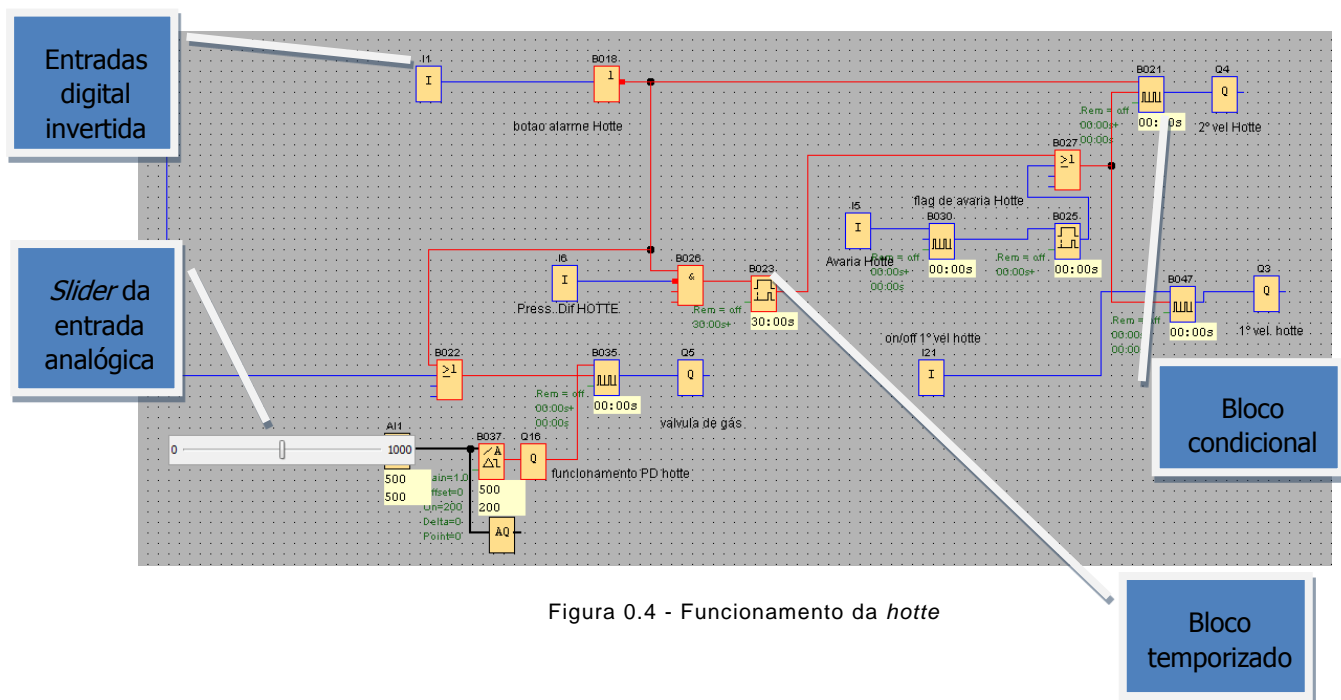


Figura 0.4 - Funcionamento da hotte

O funcionamento ilustrado na Figura 0.4 visa controlar a *hotte*. O funcionamento assenta nos pontos 4, 6 e 7 da descrição da aplicação deste Anexo .

Assim que a entrada digital invertida é ativada o bloco temporizado é ativado para verificar se o *input* digital do pressostato diferencial da *hotte* fica ativo durante 30 segundos. Caso isto não se venha a verificar esse mesmo bloco envia um pulso para a entrada “INV” (que faz a inversão do estado atual) do bloco condicional que desligará as saídas digitais correspondentes a 1ª e 2ª velocidade da *hotte*.

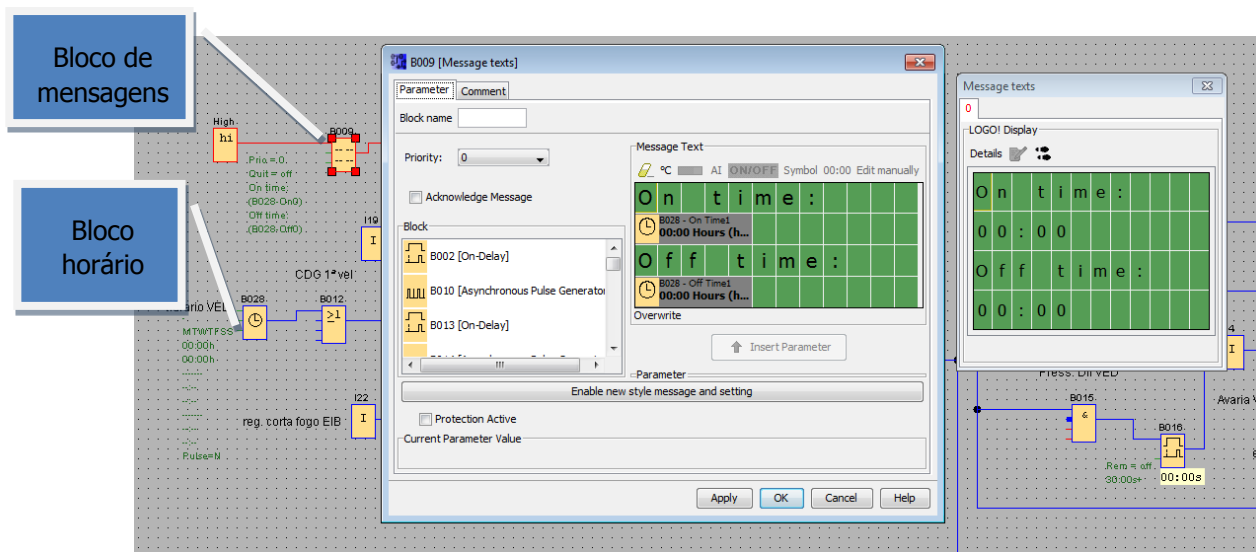


Figura 0.5 - Configuração do display LOGO

A Figura 0.5 mostra o bloco a utilizar para colocar qualquer mensagem no display do LOGO. Para tal basta utilizar o bloco de mensagens como demonstra a primeira janela a contar da esquerda. Nesse bloco é possível escrever frases como “on time:” ou “off time:” e escolher blocos para mostrarem os seus valores no ecrã como, neste caso, os blocos horários de ligar e desligar os ventiladores. O que será mostrado no LOGO está replicado na última janela a contar da esquerda.

Anexo IX – Apresentação sintética do sistema de visualização Gira Homeserver

Este anexo tem como objetivo expor algumas funcionalidades que os sistemas de visualização oferecem ao programador quando se pretende construir um sistema de visualização que permita controlar o sistema KNX. Para exemplificação foi utilizado o servidor Gira Homeserver. Como existem inúmeros servidores de domótica, neste anexo serão apenas expostas as características que este servidor possui em comum com os outros vários sistemas de comunicação existentes no mercado.

• Importação de endereços de grupo e criação de projeto

Uma característica dos sistemas de visualização KNX, se não a mais importante, é a capacidade de importar os projetos ETS e o respetivos endereçamento dos endereços de grupos. A Figura 0.1 demonstra o ambiente de importação de um ficheiro ETS. Ao importar o projeto será possível trabalhar com os endereços de grupo programados e será possível associar os mesmos a, por exemplo, botões virtuais.

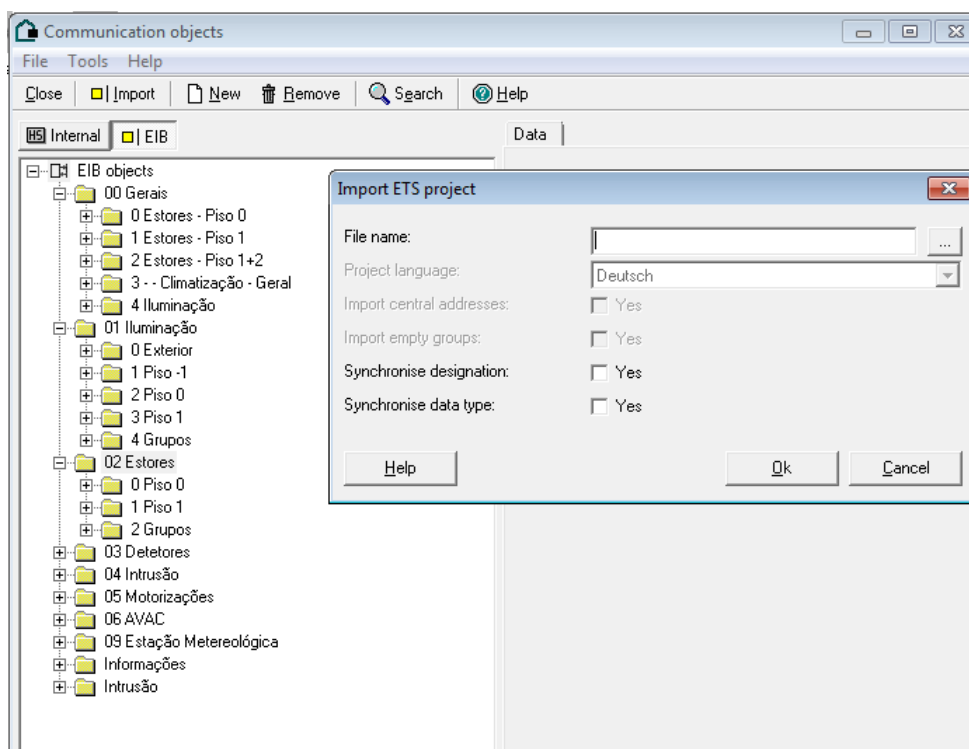


Figura 0.1 - Ficheiro ETS importando no sistema de visualização GIRA Homeserver

Para criar o projeto, também é necessário atribuir um IP ao servidor e escolher uma resolução para a visualização que irá ser criada. Estas ações podem ser feitas através do menu de projeto apresentado na Figura 0.2.

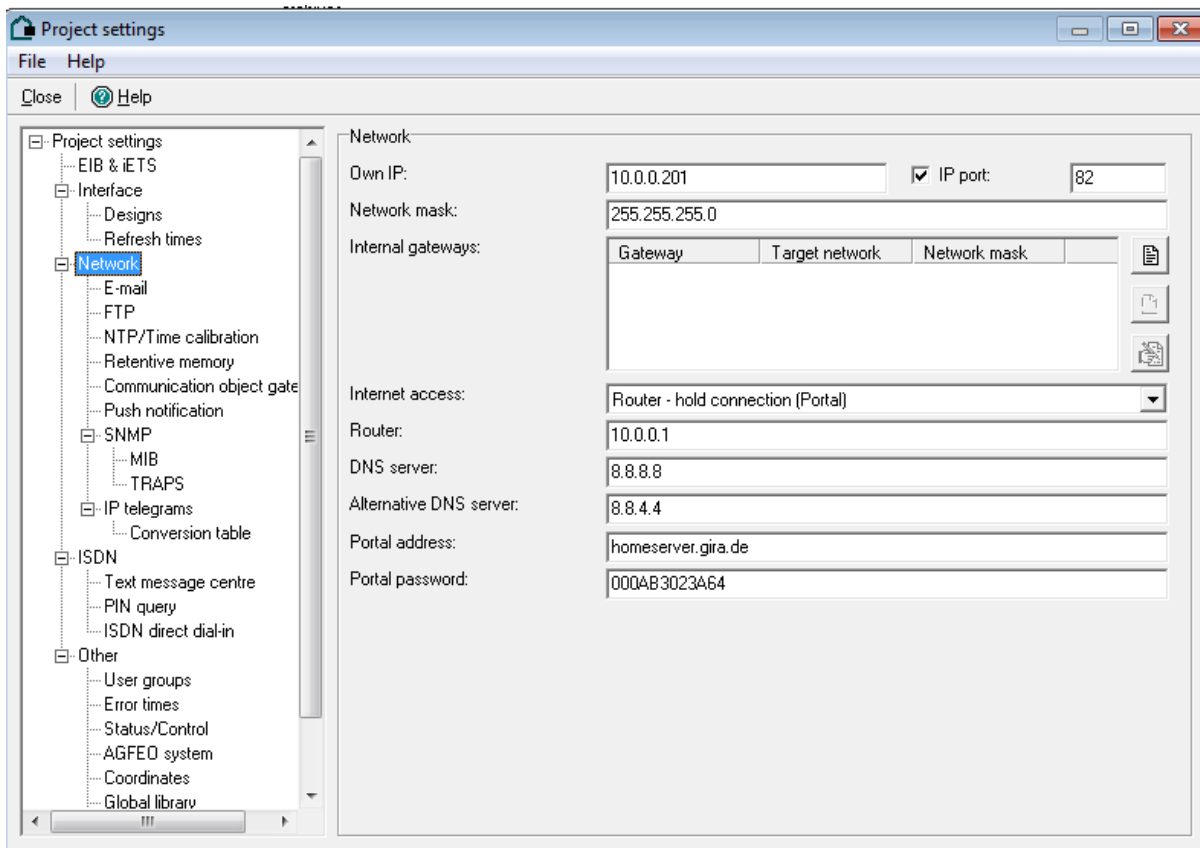


Figura 0.2 - Definições do projeto

- **Criar um ambiente de visualização**

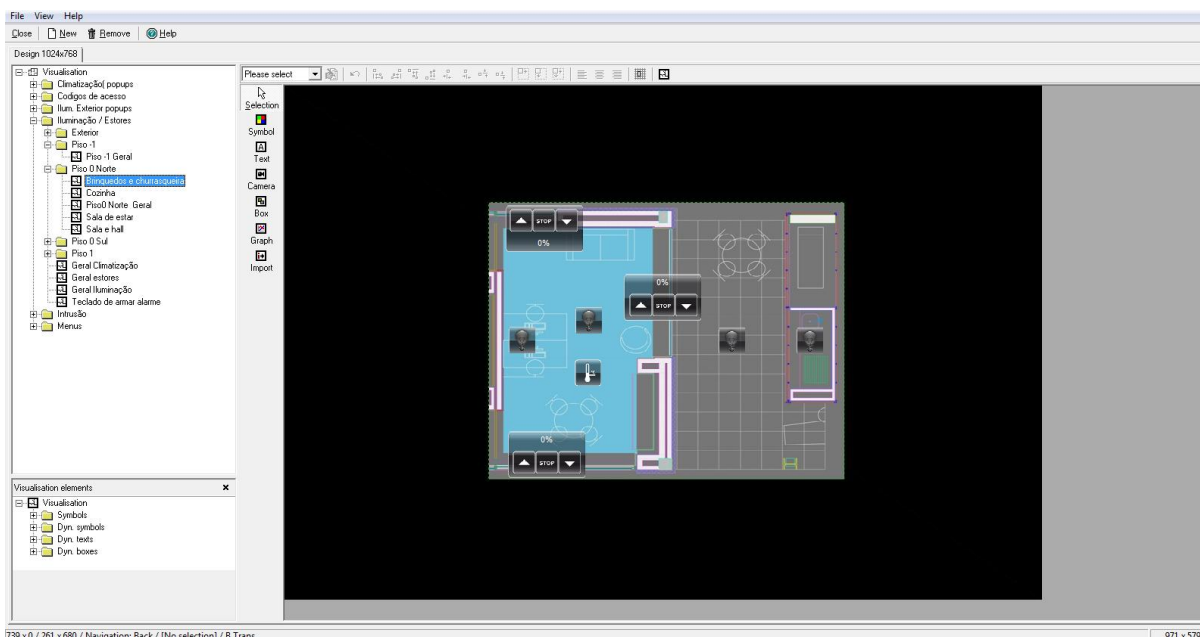


Figura 0.3 - Ambiente de criação de visualização

O software de programação do servidor Gira Homeserver, bem como muitos outros, permitem criar páginas de visualização através do editor de visualização.

Na barra lateral esquerda da Figura 0.3 estão localizadas as várias páginas de visualização criadas e no centro da figura está representada uma dessas páginas. Nesta barra, observada mais visivelmente na Figura 0.4, existe também a paleta que permite selecionar e criar ícones, textos, câmaras, gráficos ou importar imagens para o projeto de visualização.

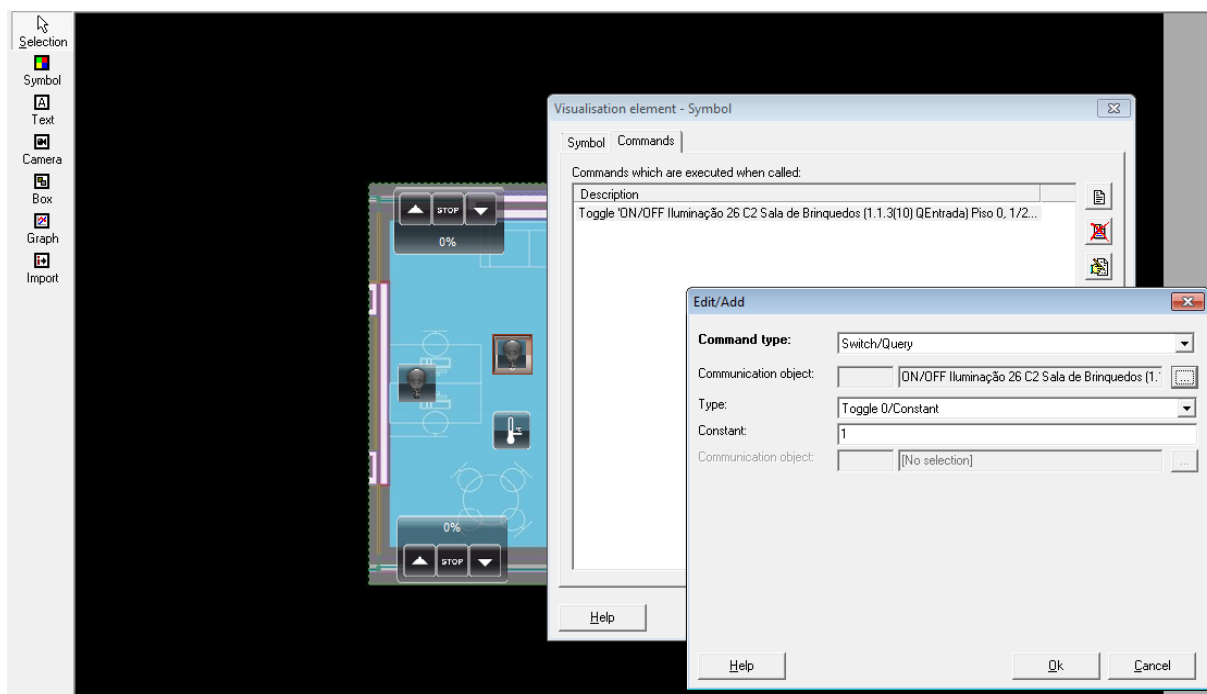


Figura 0.4 – Menu de programação de ícones

Após criar um ícone, será necessário configurar o mesmo através de um duplo clique que abrirá o menu de configuração. Neste menu, apresentado na Figura 0.4, é possível atribuir ao ícone criado permissão para escrever para um endereço de grupo (caso o intuito seja, por exemplo, ligar ou desligar um equipamento) ou ler um endereço de grupo (caso o intuito seja, por exemplo, monitorizar temperaturas).

Após concluído este processo, os ícones interativos começam a funcionar como equipamentos KNX que escrevem ou leem para os endereços de grupo programados enviando, usualmente, telegramas KNX com o endereço de origem do servidor.

Muitos servidores KNX possuem ligação ao BUS KNX direta e um endereço KNX próprio. Contudo, alguns servidores como o Gira Homeserver necessitam de uma *gateway* KNX/IP por não possuírem ligação direta ao BUS KNX. Neste caso, os telegramas enviados por este servidor têm o endereço de origem da *gateway* pois os telegramas IP serão convertidos em telegramas KNX para permitir a comunicação com os restantes equipamentos da rede.

• Menu de lógica

Este servidor KNX, bem como muitos outros disponíveis no mercado, permitem a manipulação lógica de endereços de grupo KNX através de operações lógicas. Estas ações podem ser realizadas através do editor de lógica apresentado na Figura 0.5. O *layout* desta página é semelhante ao *layout*

do editor de visualização com as páginas de lógica criadas e os módulos de lógica disponíveis apresentados do lado esquerdo do editor.

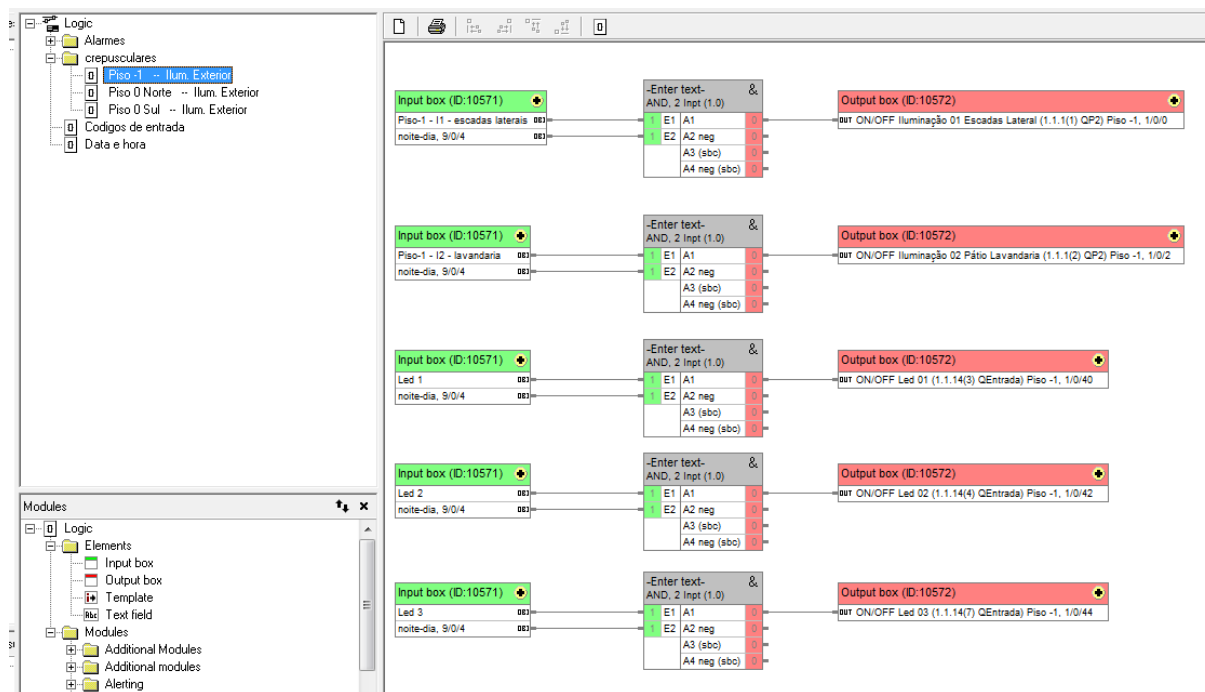


Figura 0.5 - Editor de lógica

- **Descarregar o projeto**

Muitos servidores permitem que a programação seja feita diretamente sobre eles e portanto não existe necessidade de descarregar as alterações feitas a projetos criados pois estão a ser constantemente atualizadas no servidor. Contudo, alguns servidores que recorrem a *softwares* de programação, como o caso do Gira Homeserver, necessitam que projetos sejam descarregados. Para descarregar um projeto basta aceder ao menu de transferência de projeto da Figura 0.6. A transferência de projetos é possível via *Ethernet* ou RS-232, sendo ainda possível guardar o projeto para um ficheiro.

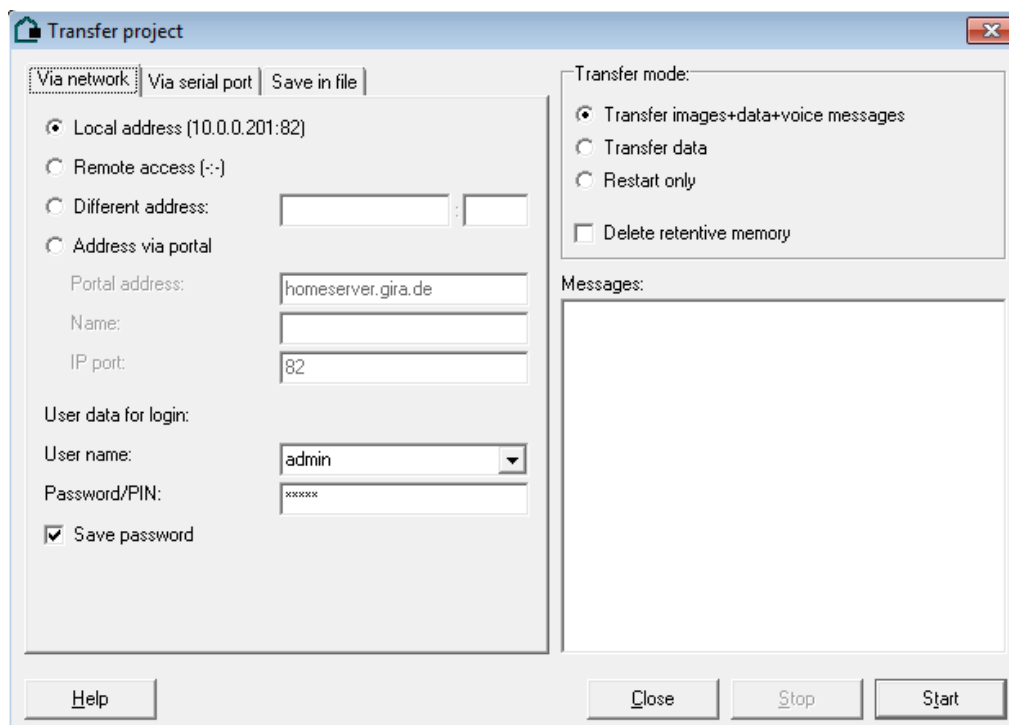


Figura 0.6 - Menu de transferência de projeto