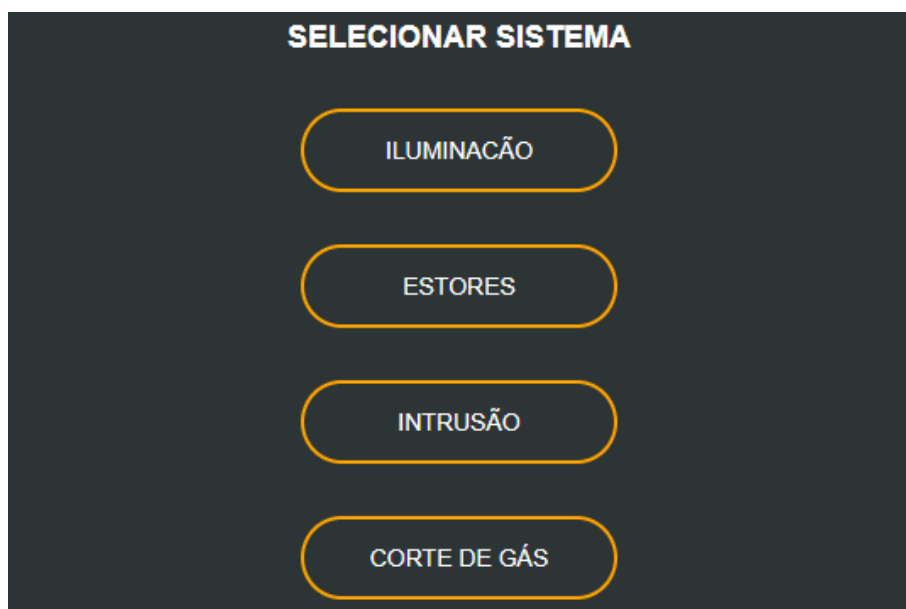




ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Projeto de sistema de supervisão para habitações

JOÃO PEDRO VALADAS MACHADO
(Licenciado em Engenharia Eletrotécnica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Doutor Mário José Gonçalves Cavaco Mendes

Doutor Fernando Paulo Neves da Fonseca Cardoso Carreira

Júri:

Presidente: Silvério João Crespo Marques

1º Vogal: Francisco Marnoto de Oliveira Campos

2º Vogal: Fernando Paulo Neves da Fonseca Cardoso Carreira

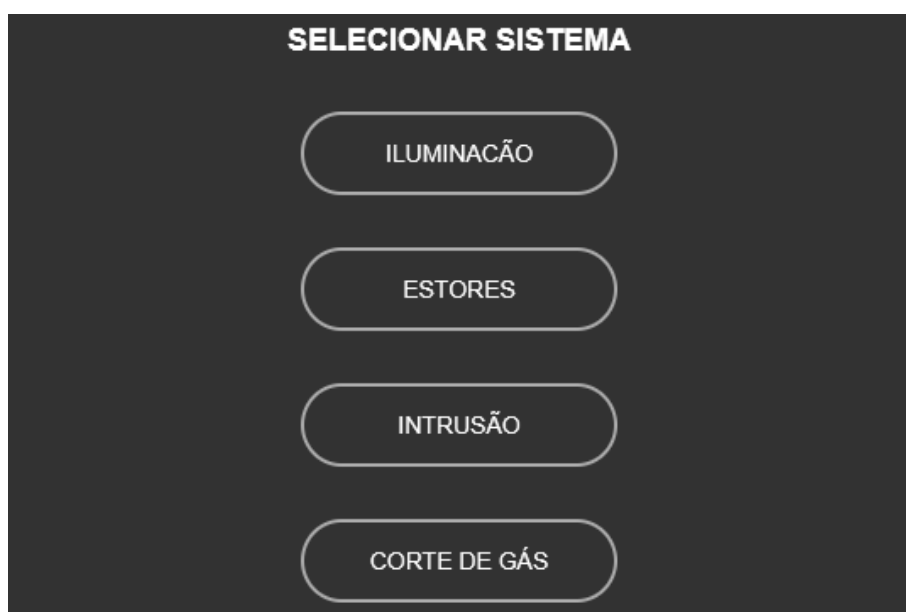
Fevereiro de 2020



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica



Projeto de sistema de supervisão para habitações

JOÃO PEDRO VALADAS MACHADO

(Licenciado em Engenharia Eletrotécnica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientadores:

Doutor Mário José Gonçalves Cavaco Mendes

Doutor Fernando Paulo Neves da Fonseca Cardoso Carreira

Júri:

Presidente: Silvério João Crespo Marques

1º Vogal: Francisco Marnoto de Oliveira Campos

2º Vogal: Fernando Paulo Neves da Fonseca Cardoso Carreira

Fevereiro de 2020

“Be grateful even for hardship, setbacks, and bad people.

Dealing with such obstacles is an essential part of training in the Art”

The Art of Peace, Morihei Ueshiba

Resumo

Nos dias de hoje existe uma constante evolução das novas tecnologias e, conseqüentemente, da modernização da domótica. Com uma perspectiva de acompanhar essas tendências por parte do ensino da engenharia, foi proposto um tema para trabalho final de mestrado para o controlo e supervisão de uma casa através de um *PLC*. Esta abordagem visa utilizar este componente normalmente utilizado no controlo de processos industriais, para fazer o controlo de uma habitação.

O objetivo de se optar por este componente prende-se com o fato de o equipamento utilizado, o autómato programável S7-1200 da empresa *SIEMENS*, a capacidade de poder ser comandado pelo utilizador através da internet, por intermédio de um *browser*, desde que o PLC seja configurado para tal. Isto leva à exploração de uma nova panóplia de soluções.

Neste trabalho apresenta-se o projeto de um sistema domótico aplicado a uma moradia comum, com apenas quatro sistemas de controlo escolhidos para o controlo da mesma. Os equipamentos escolhidos destacam-se pela sua simplicidade uma vez que todo o processo de configuração e processamento de informação é feito através do autómato, tornando a arquitetura de controlo do projeto uma arquitetura centralizada. Dado que o único dispositivo envolvido com capacidade de processamento é o PLC, isto leva a que os outros equipamentos sejam mais acessíveis em termos económicos, permitindo assim uma solução mais acessível em termos monetários para a supervisão da habitação.

Palavras-Chave:

Domótica

Casa inteligente

Automação

Página Web

Abstract

Nowadays, with the evolution of new technologies and the consequent modernization of home automation, and with the perspective of following these trends in the field of engineering, the control and supervision of a house through PLC - an industrial component used in the control of industrial processes - was proposed as a final project of the master in Mechanical Engineering.

The component selected for this project, the Programmable Logic Controller S7-1200 from SIEMENS, was chosen given its capability of being accessed by browser, provided that an internet connection is available. This leads to the exploration of a new panoply of solutions.

With this objective in mind, a common housing structure was conceived with only four control systems chosen to control it. The chosen equipment stands out for its simplicity on the account that the whole process of configuration and information processing is done through the automaton making the project control architecture a centralized one. Considering that the only device involved with processing capacity is the PLC, this results into a more affordable equipment and therefore, a more affordable solution for housing supervision.

Keywords:

Domotics
Smart Home
Automation
Web Page

Agradecimentos

A realização deste trabalho final de mestrado, inserido no plano curricular do Mestrado de Engenharia Mecânica do ramo manutenção e produção, só foi possível com o apoio de algumas pessoas a quem eu gostaria de agradecer.

E primeiro lugar, aos meus orientadores, Mário Mendes e Fernando Carreira por toda a disponibilidade, orientação e confiança depositada na minha pessoa. Aos recursos e condições de trabalho, fornecidos pela minha instituição de ensino através do professor Mário Mendes e que me foram facultados para a boa concretização deste trabalho final de mestrado.

Aos meus colegas de faculdade e amigos pelo apoio e disponibilidade.

Também quero agradecer ao ISEL por todos os anos em que lá passei, em que me ajudaram a melhorar tanto as minhas capacidades técnicas como também no meu crescimento pessoal.

Aos meus pais a oportunidade que me proporcionaram para prosseguir os meus estudos, à minha irmã especialmente por me ceder as plantas, ao meu irmão, e à restante família pela motivação e apoio incondicional em todos os momentos.

Por fim gostaria de agradecer à minha companheira Madalena por todo apoio e momentos, que me permitiram avançar com este trabalho e que um dia mais tarde este processo todo seja uma referência para as batalhas futuras.

A todos o meu muito obrigado!

Índice

Índice de figuras	ix
Capítulo 1	1
1 Introdução	3
1.1 Enquadramento	3
1.2 Motivação	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Estrutura do documento	5
Capítulo 2	7
2 Estado da arte.....	9
2.1 Introdução à domótica	9
2.1.1 Áreas de controlo.....	10
2.1.2 Componentes típicos	11
2.1.3 Arquitetura dos sistemas.....	13
2.1.4 Meios de transmissão	15
2.2 Protocolos de comunicação.....	16
2.2.1 Protocolo X10.....	16
2.2.2 Protocolo EIB/KNX	19
2.2.3 Protocolo Z-Wave.....	21
2.2.4 Protocolo Insteon.....	22
2.2.5 Protocolo Zigbee	24
2.2.6 Protocolo Profinet.....	25
2.3 Solução proposta.....	26
Capítulo 3	29
3 Domótica - Caso de estudo.....	31
3.1 Definição.....	31
3.2 Sistemas a controlar	34
3.2.1 Sistema de iluminação	35
3.2.2 Sistema de estores.....	37
3.2.3 Sistema de intrusão	39
3.2.4 Sistema de corte (válvula de gás)	41
Capítulo 4	43
4 Dimensionamento e ligações	45
4.1 Introdução	45

4.2	Componentes do caso de estudo	45
4.3	Dimensionamento da instalação elétrica.....	54
4.4	Ligações dos sistemas ao controlador.....	55
4.4.1	Designação dos cabos	56
Capítulo 5	65
5	Programação do autómato e webservice	67
5.1	Introdução	67
5.2	Diagramas de funcionamento dos sistemas	67
5.2.1	Sistema de iluminação	67
5.2.2	Sistema de estores.....	68
5.2.3	Sistema de intrusão.....	69
5.2.4	Sistema de corte de gás.....	70
5.3	Programação do autómato	71
5.3.1	Bloco de função “Estore” [FB1].....	72
5.3.2	Bloco de função “Sistema_gas” [FB3].....	76
5.3.3	Block de função “Sistema_ilu_alarme” [FB2].....	77
5.4	Servidor <i>web</i>	82
Capítulo 6	85
6	Conclusões e trabalho futuro	87
6.1	Conclusões	87
6.2	Trabalho futuro	87
Referências bibliográficas	89

Índice de figuras

Figura 2.1 – Arquitetura centralizada (adaptado de [7])	13
Figura 2.2 – Arquitetura descentralizada (adaptado de [7])	14
Figura 2.3 – Arquitetura distribuída (adaptado de [7]).....	14
Figura 2.4 – Arquitetura híbrida/mista (adaptado de [7]).....	15
Figura 2.5 – Modulo X10 [11]	17
Figura 2.6 – Normas de certificação KNX.....	21
Figura 2.7 – Insteon Hub [17]	22
Figura 3.1 – Planta do piso 0	31
Figura 3.2 – Planta do piso 1	32
Figura 3.3 – PLC S7-1200 da Siemens.....	34
Figura 3.4 – Simbologia dos tipos de componentes típicos em domótica.....	35
Figura 3.5 – Funcionamento do botão de Pressão	35
Figura 3.6 – Ligações no sensor de movimento sem quebra de Vidro.....	36
Figura 3.7 – Arquitetura do sistema de iluminação.....	37
Figura 3.8 – Alimentação do estore elétrico.....	38
Figura 3.9 – a) ligações no String Pot, b) Circuito divisor de tensão	38
Figura 3.10 – Esquema do sistema de estor	39
Figura 3.11 – Sensor de movimento com quebra de vidro.....	40
Figura 3.12 – Arquitetura do sistema de intrusão.....	41
Figura 3.13 – Ligações no sensor de gás	42
Figura 3.14 – Arquitetura do sistema de corte.....	42
Figura 4.1 – detetor de fuga de gás a) sensor de movimento b).....	46
Figura 4.2 – Motor estore	46
Figura 4.3 – sirene de intrusão a) válvula de gás b)	47
Figura 4.4 – luminária led de embutir no teto	47
Figura 4.5 – Botão de contacto simples.....	48
Figura 4.6 – Cabo ethernet	48
Figura 4.7 – Cabo elétrico 230V AC.....	49
Figura 4.8 – Autómato S7-1200	49
Figura 4.9 – dispositivos interligados com o PLC	50
Figura 4.10 – Arquitetura do PLC	51

Figura 4.11 – Fases de funcionamento do autómato	53
Figura 4.12 – Autómato com módulos de entradas e saídas adicionados	54
Figura 4.13 – Distribuição dos condutores num cabo ethernet	55
Figura 4.14 – Esquema de ligações do do cabo 0.....	56
Figura 4.15 – Esquema de ligações do cabo 1	57
Figura 4.16 – Esquema de ligações do cabo 2.....	57
Figura 4.17 – Esquema de ligações do cabo 3.....	58
Figura 4.18 – Esquema de ligações do cabo 4.....	59
Figura 4.19 –Ligações do cabo 5.....	59
Figura 4.20 – Ligações do cabo 6.....	60
Figura 4.21 – Ligações do Cabo7.....	60
Figura 4.22 – Ligações do cabo 8.....	61
Figura 4.23 – Ligações do Cabo 9.....	61
Figura 4.24 – Ligações do Cabo 10.....	62
Figura 4.25 – Ligações do Cabo 11	62
Figura 4.26 – Ligações do Cabo 12.....	63
Figura 4.27 – Ligações do Cabo 13.....	63
Figura 5.1 – Diagrama de funcionamento do sistema de iluminação.....	68
Figura 5.2 – Diagrama de funcionamento do sistema de estores	69
Figura 5.3 – Diagrama de funcionamento do sistema de intrusão.....	70
Figura 5.4 – Diagrama de funcionamento do sistema de corte de gás	71
Figura 5.5 – Funções de bloco do programa	72
Figura 5.6 – Network 1- sistema de estore	73
Figura 5.7 – Network 2- sistema de estore	74
Figura 5.8 – Network 3- sistema de estore	74
Figura 5.9 – Network 4- sistema de estore	75
Figura 5.10 – Network 5- sistema de estore	75
Figura 5.11 – Network 1- sistema de gás	76
Figura 5.12 – Network 1- sistema de iluminação e intrusão	77
Figura 5.13 – Network 2- sistema de iluminação e intrusão	77
Figura 5.14 – Network 3- sistema de iluminação e intrusão	78
Figura 5.15 – Network 4- sistema de iluminação e intrusão	78
Figura 5.16 – Network 5- sistema de iluminação e intrusão	78
Figura 5.17 – Network 6- sistema de iluminação e intrusão	79

Figura 5.18 – Network 7- sistema de iluminação e intrusão	79
Figura 5.19 – Network 8- sistema de iluminação e intrusão	80
Figura 5.20 – Network 9- sistema de iluminação e intrusão	80
Figura 5.21 – Network 10- sistema de iluminação e intrusão	80
Figura 5.22 – Network 11- sistema de iluminação e intrusão	81
Figura 5.23 – Network 12- sistema de iluminação e intrusão	81
Figura 5.24 – Network 13- sistema de iluminação e intrusão	82
Figura 5.25 – Ativação da página Web no Autômato	82
Figura 5.26 – Gerar blocos do servidor Web no autômato.....	83
Figura 5.27 – Index da página web.....	83

Capítulo 1

Introdução

Neste capítulo realiza-se uma abordagem à temática da utilização da domótica nas habitações. Faz-se um enquadramento da problemática em estudo, enuncia-se qual o objeto de estudo implícito na mesma. Especifica-se a organização, bem como a notação utilizada na elaboração deste documento.

1 Introdução

1.1 Enquadramento

O enquadramento deste trabalho final de mestrado vai de encontro ao que se assiste hoje no mundo, ou seja, a uma crescente transformação de ideias e hábitos. Graças à globalização, juntamente com uma maior procura da sociedade por forma a se atingir a sustentabilidade social, económica e ambiental, o contexto habitacional passa por mudanças que a própria sociedade tem imposto na habitação, através da alteração dos limites funcionais dos novos espaços “digitais” criados pelo uso da Domótica.

A forma como as pessoas vivem e coabitam está a ser moldada de acordo com vários fatores. A situação económica é talvez um dos requisitos mais importantes. A transformação da casa acaba por ser envolvida, promovendo a aquisição de bens e serviços.

O crescimento da utilização dos sistemas de comunicação (*smartphone's*) tem possibilitado a conexão, a monitorização, o controlo e a atualização de informações de forma bem acessível, alterando a maneira como as pessoas trabalham, estudam e se relacionam.[1]

Concluindo, o enquadramento deste trabalho final de mestrado é mais uma resposta à transformação de ideias do que se encontra hoje em dia. Pretende-se que a solução final seja uma alternativa à evolução dos novos espaços “digitais”, existentes no mercado.

1.2 Motivação

A capacidade de controlo faz parte da génese da espécie humana. O homem contém os seus sistemas de controlo naturais como por exemplo: o equilíbrio para andar sobre dois membros, a capacidade para agarrar objetos sem os deixar cair, ou até a sensação de estar saciado depois de se alimentar, indicando ao corpo para parar de comer. Desde os primórdios da humanidade, o homem tenta controlar também o que o rodeia, um exemplo antigo seria a construção de uma simples fogueira em pedra com o propósito de manter a chama dentro do seu espaço. Mais recentemente com a evolução da tecnologia, existem outros métodos para atingir o mesmo propósito, com a utilização do aquecedor com o

simples objetivo de controlar a temperatura ambiente numa determinada zona fechada. Em ambas as situações o homem quer controlar e poder manipular, de alguma maneira, um processo ou sistema. Isto faz parte da evolução da humanidade e, por sua vez, da evolução tecnológica.

Os sistemas de supervisão em habitações estão dentro daquilo que seria de esperar no âmbito do que foi referido no parágrafo anterior. A procura pelo controlo do nosso meio envolvente aumenta a sensação de conforto, segurança, reduz a realização de algumas tarefas diárias e simplifica o dia-a-dia em casa. Assim, a utilização da domótica acaba por melhorar a qualidade de vida de quem dela usufrui.

O seguinte trabalho final de mestrado, tem como grande motivação poder controlar alguns dos sistemas utilizados na automação residencial, à distância de um clique.

1.3 Objetivos

O objeto de estudo deste trabalho centra-se na aplicação dos conceitos de automação industrial a habitações domésticas. Assim, serão estudados alguns dos protocolos de domótica existentes no mercado, e comparados com a solução proposta, que recorre a um PLC industrial. Neste trabalho serão verificadas as características do sistema proposto, bem como algumas diferenças em relação aos sistemas de domótica convencionais, nomeadamente o tipo de controlador. O sistema proposto será diferente em termos da sua simplicidade de processos, com a possibilidade de controlar/observar o sistema através de um *browser*.

Os objetivos deste trabalho de projeto são:

- Criar um sistema para automação residencial, baseado num autómato industrial;
- Transpor os conceitos da indústria 4.0 para a aplicação doméstica;
- Elaborar um sistema de supervisão da habitação via Internet;
- Comunicar com o sistema e verificar valores;
- Implementar um sistema de domótica preparado para o conceito da IoT (*Internet of Things*)

1.4 Estrutura do documento

O presente trabalho final de mestrado encontra-se estruturado em seis capítulos.

No primeiro capítulo é realizado um enquadramento ao tema, é referida a motivação e objeto de estudo bem como os objetivos que impulsionaram a realização da presente dissertação e, por fim, é exposta a notação utilizada neste documento.

No segundo capítulo é apresentado o estado da arte, nomeadamente no que se refere ao conceito da domótica, quais as suas áreas de controlo, componentes típicos, arquiteturas do sistema, meios de comunicação e por fim alguns protocolos de comunicação utilizados. O capítulo termina apresentando a solução proposta neste trabalho.

No terceiro capítulo deste trabalho é introduzido o caso de estudo, apresentando-se a tipologia da moradia escolhida e a configuração dos espaços interiores. Neste capítulo também serão apresentados os sistemas que foram considerados para este projeto: iluminação, estores, intrusão e corte de gás, assim como a forma proposta de os controlar.

No quarto capítulo é abordado o dimensionamento e ligações, assim como os equipamentos utilizados, e a forma como se interligam entre si. Neste capítulo também é apresentado o tipo de ligações que são feitas entre o controlador e os restantes equipamentos.

No quinto capítulo é realizada a programação do equipamento e é apresentada a forma como os sistemas funcionam.

Por fim no sexto e último capítulo serão apresentadas as conclusões do trabalho realizado e alguns apontamentos de trabalhos futuros.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo é elaborado o Estado da Arte, em que através de documentos e artigos anteriormente publicados, é exposta a atualidade da temática domótica e a sua relevância no panorama do documento aqui realizado.

2 Estado da arte

2.1 Introdução à domótica

A domótica está em crescimento no plano nacional e internacional. Este desenvolvimento deve-se sobretudo à importância que é dada no controlo e automatização de processos, mas também devido a fatores que se prendem com a necessidade de despendar cada vez melhor o nosso tempo. Na prática é na forma de se atingir estes propósitos que a domótica pode e deve ser utilizada. [2]

O termo “domótica” (em inglês *domotics*) resulta da junção da palavra “*domus*”, (que significa casa em latim) com a palavra “robótica” (que significa automatização) [4]. Ou seja, “casa automatizada”. Outra designação que se pode adotar para domótica é “automação residencial”, ou em inglês “*home automation*”.

Quando a domótica surgiu (anos 80), apenas se pretendia controlar a iluminação, a temperatura e a segurança, além da interligação entre estes três elementos.[3]

Para se ter uma melhor perceção dos conteúdos utilizadas na domótica é importante introduzir a definição de dois conceitos:

Sistema

Corresponde a um conjunto de dispositivos que se interligam, formando uma rede de domótica. Os diversos elementos que o compõem utilizam um determinado protocolo para estabelecer a comunicação entre eles.

Protocolo

Descreve a forma de comunicação e tipo de linguagem que permite aos diversos elementos de um sistema de domótica comunicarem entre si.

2.1.1 Áreas de controlo

As áreas de controlo da domótica podem ser divididas em quatro domínios diferentes: o conforto, a gestão energética, a segurança e as comunicações. De seguida serão então expostas algumas funcionalidades a que correspondem estas áreas de controlo, sendo que algumas delas estão associadas a mais do que um domínio [5]:

Conforto

O conforto insere-se como sendo uma área que está ligada ao bem-estar das pessoas. Referem-se essencialmente a funcionalidades automatizadas pelo sistema que possam contribuir para uma melhor comodidade. As aplicações de domótica inseridas nesta área são, por exemplo:

- Regulação da climatização;
- Regulação da intensidade luminosa;
- Entretenimento (vídeo, áudio e multimédia);
- Automatização de estores;
- Automatização do sistema de rega;
- Automatização de acionamento de acessos (portões, portas, cancelas);
- Sistemas de alarme (avisos emitidos pelo forno, frigorífico, campainha, ...).

Gestão energética

A gestão energética está associada ao controlo do desperdício da energia em termos de consumos elétricos e perdas de energia térmica, ou gestão de consumos de água e gás. Além disso, existe também a componente de produção de energia que é cada vez mais utilizada nas habitações. Em termos de aplicações podem ser indicadas as seguintes:

- Automatização de estores (aproveitar a luz solar durante o dia);
- Automatização da iluminação (por sensores de presença);
- Aproveitamento de tarifas reduzidas (acionamento de equipamentos);
- Aproveitamento de águas pluviais e ou fluviais (rega, águas sanitárias);
- Energias renováveis (painéis solares, energia eólica);
- Vigilância de equipamentos (perdas de energia desnecessárias).

Segurança

O que se pode constatar em termos da área da segurança é que se trata de uma área fundamental para o bem-estar das pessoas. Em termos de aplicações temos:

- Sistemas de inundação;
- Sistemas de incêndio;
- Vídeo vigilância;
- Sistemas de intrusão;
- Controlo de acessos (portões, portas, cancelas,).

Comunicação

A comunicação está associada à interligação dos sistemas de controlo com os equipamentos, calibração dos mesmos e monitorização. Em termos de aplicações podem ser indicadas as seguintes:

- Comandos (controlo à distância de luzes, portões);
- Unidades de processamento de sinal (alguns equipamentos podem ter a necessidade de os dados serem calibrados para a comunicação fluir);
- Sistema de supervisão;
- Interface homem-máquina (HMI-*human machine interface*);
- Botões de comando.

2.1.2 Componentes típicos

Um sistema domótico é constituído por diversos dispositivos. Entre os quais podemos destacar os seguintes [6]:

Sensores

Os sensores são dispositivos cuja finalidade é detetar informação do ambiente em questão que pode ser usada pelo sistema de controlo ou visualizadas pelo utilizador (exemplo: sensor de temperatura, sensor de presença).

Atuadores

Estes equipamentos têm como função modificar variáveis do sistema, sendo elas de diversos tipos como por exemplo a temperatura, a pressão, a luminosidade ou exposição solar. Como exemplos de atuadores temos os aquecedores, as luzes, os estores, entre outros.

Interfaces

Quando se fala em interfaces pretende-se fazer uma ponte entre o sistema, o controlador e o utilizador. Na prática, uma interface é um dispositivo onde é possível verificar dados e/ou modificar valores. Uma forma muito simples de interface é, por exemplo, um indicador luminoso (led) onde apenas é exequível verificar estados binários do sistema (on/off). Como exemplo de uma interface mais complexa, os HMI são dispositivos onde já é possível verificar e até modificar as variáveis do sistema.

Ligações

As ligações são responsáveis pela transmissão de dados e permitem a comunicação entre os vários componentes do sistema domótico. As ligações podem ser feitas por comunicação sem fios (*wi-fi*, *bluetooth*), ou cabo (exemplo: sinais elétricos, coaxial, Ethernet, etc.). Cada tipo de comunicação é definida por um protocolo específico. É importante que seja respeitada a compatibilidade de protocolos entre os vários equipamentos do sistema para que as ligações sejam realizadas sem problemas.

Controladores

O sistema domótico contém dispositivos de controlo específicos, como os microprocessadores ou computadores, que monitorizam e alteram automaticamente as variáveis de um sistema domótico. As instruções automáticas são programas pelo instalador/utilizador do sistema. Os controladores também recebem dados do utilizador que, em qualquer momento, pode introduzir ordens que não estavam previamente programadas no controlador.

2.1.3 Arquitetura dos sistemas

A arquitetura dos sistemas de domótica define a forma como os seus componentes estão ligados. Desta forma é possível destacar quatro tipos de arquitetura diferentes, pela maneira como os componentes estão organizados [7][8][9].

Arquitetura Centralizada

Um sistema de domótica com arquitetura centralizada é caracterizado por ter um controlador central que comunica diretamente com todos os sensores e atuadores do sistema (Figura 2.1). Assim, o controlador é o responsável por receber a informação proveniente de diferentes sensores. Essa informação, devidamente gerida e processada pode dar origem a uma ação por parte do controlador, que será enviada aos diferentes atuadores. A principal desvantagem desta arquitetura é a existência de um ponto crítico único. Numa situação hipotética em que o controlador central deixa de funcionar, o mesmo ocorreria com o resto do sistema uma vez que este é o “cérebro” do sistema.

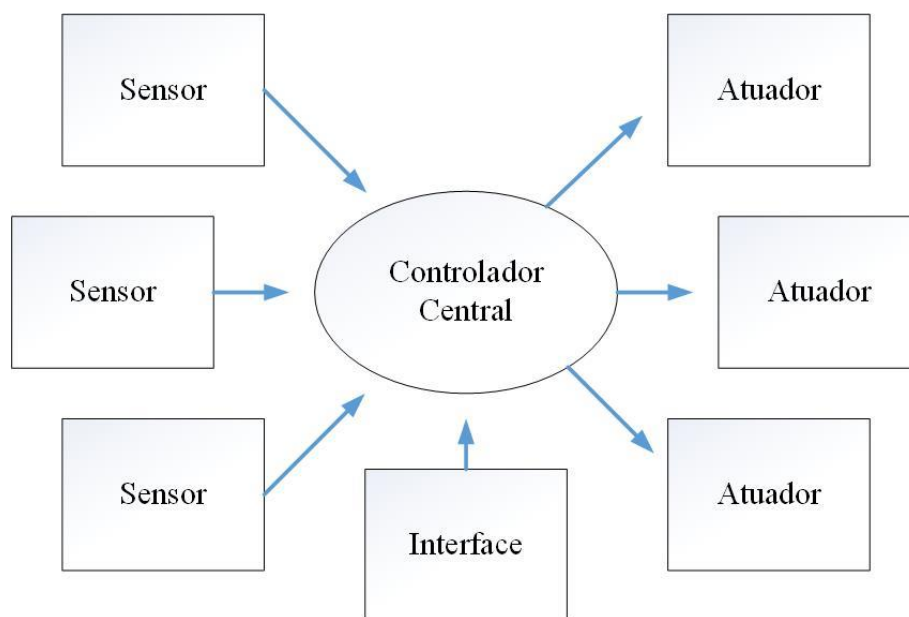


Figura 2.1 – Arquitetura centralizada (adaptado de [7])

Arquitetura descentralizada

Neste caso, ao contrário do modelo anterior, existem vários controladores que se encontram conectados entre si através de um sistema de comunicação, denominado de bus (Figura 2.2). Essa ligação recorre a um cabo bus, que transmite a informação entre os

controladores, segundo um protocolo específico. Desta forma cada controlador pode controlar diferentes atividades. Assim, no caso de falha de um controlador, o sistema não fica totalmente comprometido.

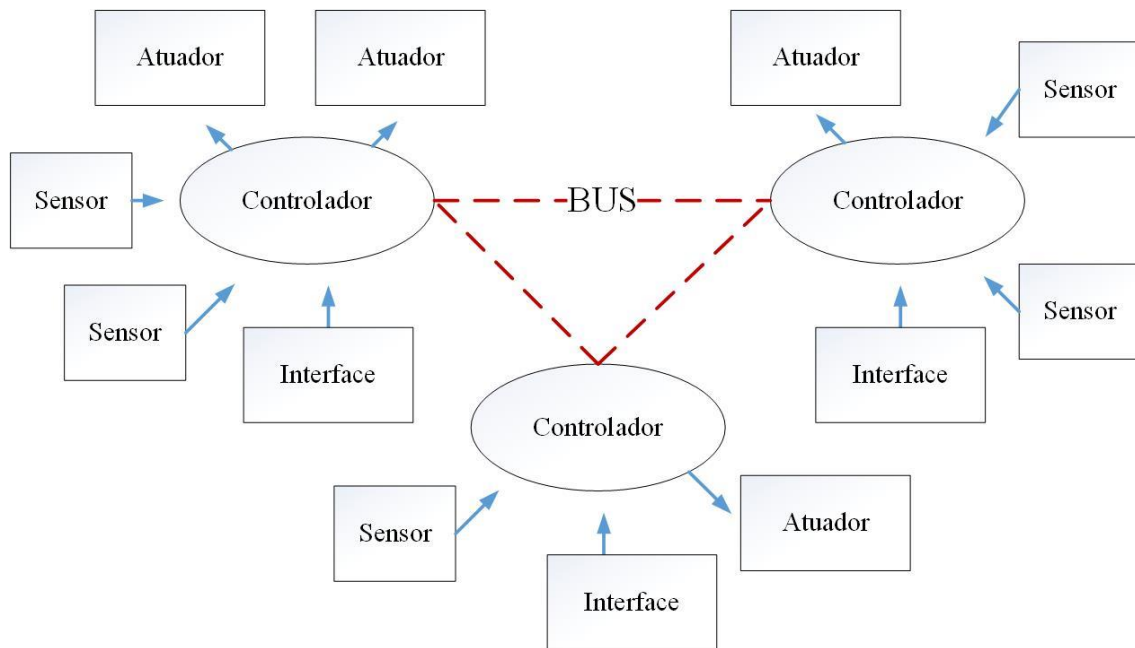


Figura 2.2 – Arquitetura descentralizada (adaptado de [7])

Arquitetura distribuída

Este tipo de arquitetura diferencia-se por ter sensores e atuadores com controladores incorporados para os dotarem da capacidade para interpretar decisões (Figura 2.3). Estes estão conectados por intermédio de uma ligação bus, e da mesma forma que o modelo anterior, o sistema não fica totalmente comprometido aquando falha de um destes controladores.

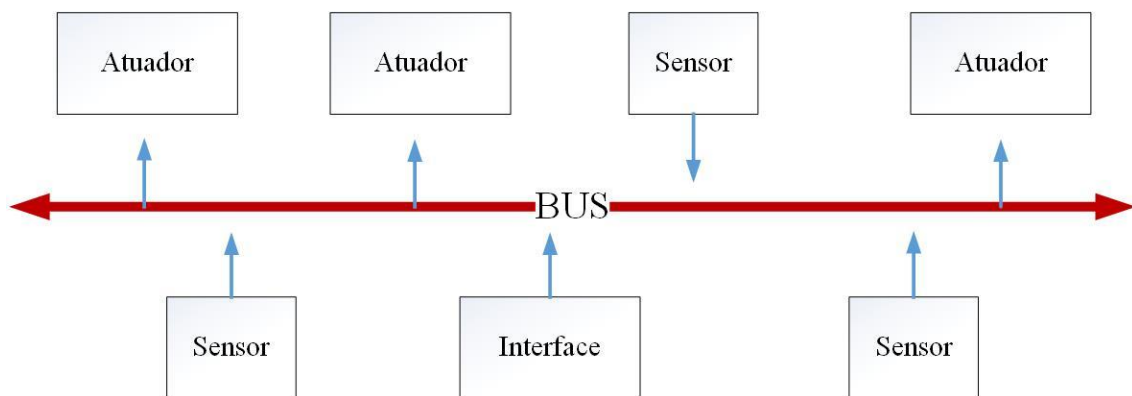


Figura 2.3 – Arquitetura distribuída (adaptado de [7])

Arquitetura híbrida/mista

Num sistema de domótico de arquitetura mista podem ser combinadas as arquiteturas dos sistemas centralizados, descentralizados e distribuídos (Figura 2.4). Esta arquitetura pode contar com um controlador central, que comunica com outros controladores descentralizados. Além disso, os diferentes módulos que o compõem (atuadores, sensores, interfaces) podem também operar como controladores, como acontece numa arquitetura distribuída.

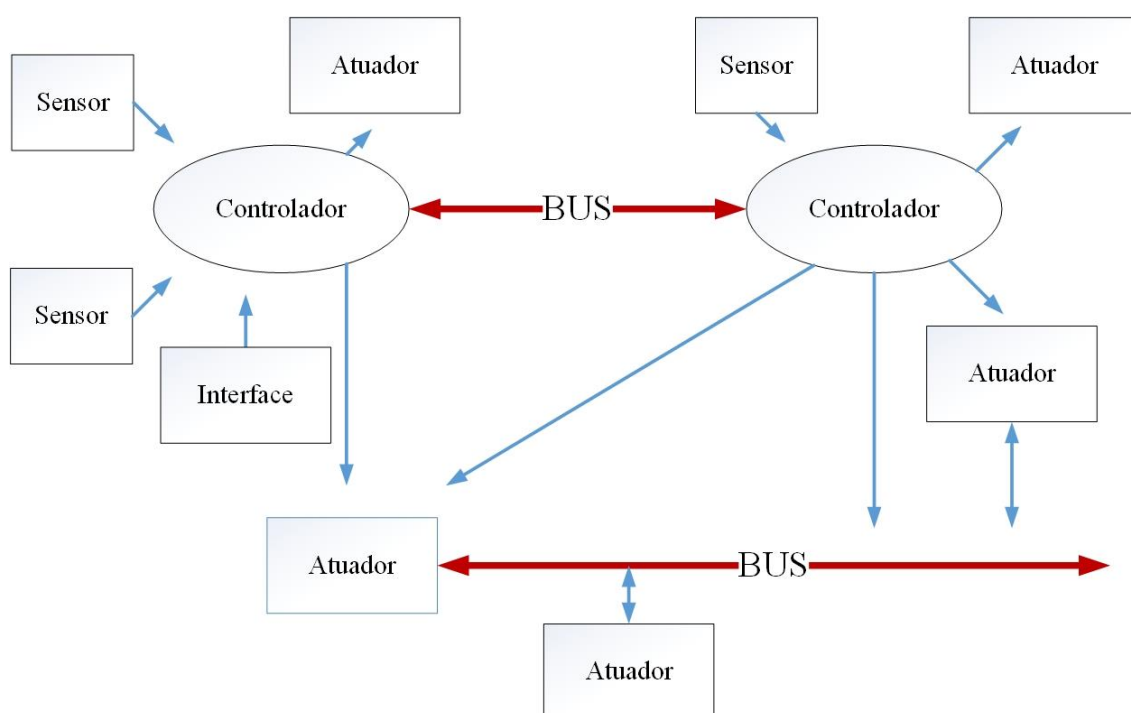


Figura 2.4 – Arquitetura híbrida/mista (adaptado de [7])

2.1.4 Meios de transmissão

Para que exista comunicação entre os vários aparelhos numa instalação domótica tem de existir um meio físico que os permita comunicar entre si. A forma de transmissão de informação tem essencialmente duas possibilidades distintas, por cabo, ou via *wireless*.

Cabo

Neste meio de transmissão os vários tipos de cabos e ligações comuns são através:

- Par de cobre

- Rede elétrica (*power line*)
- Cabo coaxial
- Fibra ótica

Wireless

Por comunicação sem fios, os tipos de transmissão mais comuns são os seguintes:

- Infravermelhos
- Wi-fi
- Bluetooth
- Rádio frequência

2.2 Protocolos de comunicação

Neste subcapítulo serão abordados alguns protocolos de comunicação utilizados na domótica tradicional. Será também abordado um protocolo de comunicação industrial passível de ser utilizado por um autómato para o controlo da instalação a dimensionar.

2.2.1 Protocolo X10

Criação

No início da implementação da domótica, o primeiro sistema utilizado foi o X10. Este protocolo subsiste na atualidade e evoluiu tecnologicamente ao longo dos tempos. Contudo, encontra-se em desvantagem em relação à maioria dos concorrentes, isto ao nível da sua capacidade de comunicação para transmissão de dados, uma vez que trabalha numa gama de frequências mais reduzida, limitando assim a capacidade de transmissão de dados[10].

O sistema foi criado pela empresa escocesa *Pico Electronics* em Glenrothes na Escócia. O seu nome deve-se ao facto de ser o décimo projeto que a empresa desenvolveu. Entretanto o X10 foi adquirido por uma outra empresa que viria a perder a patente depois desta expirar passados alguns anos, tornando-se assim o X10 um protocolo aberto a partir do ano de 1997.

Características

O X10 destaca-se por ser uma tecnologia de baixo custo e com uma grande variedade de dispositivos em que a grande maioria usa uma ligação à rede elétrica como meio de comunicação. Desta forma, a os dispositivos X10 são caracterizados por terem uma instalação simples.

No entanto, este protocolo está limitado a uma gama de frequências baixas. Os seus módulos (na Figura 2.5 módulo X10) possuem uma comunicação unidirecional pouco desenvolvida e que não possui deteção de erros e colisões de sinais. Além disso, o X10 também está limitado a uma baixa velocidade de transmissão de dados e é suscetível a ocorrência de erros de comunicação.

O protocolo X10 tem a particularidade de ser um sistema de simples instalação, através de módulos instalados na rede elétrica. No entanto, existe a possibilidade de todos os módulos instalados nesse sistema elétrico receberem a mesma mensagem. Para que o sistema interprete a mensagem corretamente é utilizado um endereçamento.



Figura 2.5 – Módulo X10 [11]

O X10 sendo um protocolo de domótica normalizado tem como atributo o facto de qualquer fabricante poder desenvolver um produto baseado na sua tecnologia.

O aspeto chave do sistema X10 acaba por ser o meio de comunicação por rede elétrica, além de ser um sistema de arquitetura descentralizada, isto é, não necessita de nenhum elemento central de controlo para o seu funcionamento.

A constituição do sistema pode ser feita pelo conjunto de dispositivos comandados diretamente pelo utilizador. Por exemplo, através de um telecomando de RF, o utilizador pode enviar um comando à distância para um modulo recetor de RF. Este último irá transmitir um sinal pela rede elétrica para um atuador que, por sua vez, fará desligar ou

ligar um aparelho. [12]

Os módulos do sistema podem receber todos os sinais que circulam na rede elétrica. Isto significa que o sistema tem de ser capaz de endereçar o dispositivo que quer atuar com cada sinal.

A comunicação no sistema X10 é feita por módulos instalados na rede elétrica. No entanto, durante a comunicação todos os módulos conseguem receber o sinal, o que se torna um problema, pois o sistema X10 deveria ter a capacidade de endereçar cada mensagem. Para contornar este problema foi implementada uma técnica, que consistiu na criação de 16 códigos de casa (usando as letras de A-P) e de 16 códigos de aparelho (1-16). Assim, cada dispositivo só será ativado quando o seu endereço estiver contido no sinal, permitindo assim duzentos e cinquenta e seis ($256 = 16 \times 16$) dispositivos no sistema [4].

O sistema X10 funciona através da rede elétrica, mas é possível criar um sistema mais complexo recorrendo a controladores X10 específicos. Estes controladores permitem comunicar com um computador através de uma interface RS323 (comunicação série) onde é possível, por exemplo, executar programações horárias para ligar ou desligar equipamentos e conjuntos de ações a desencadear em determinadas condições. Atualmente, existem diversos equipamentos X10 que permitem a integração com várias aplicações nomeadamente com sistemas de aquecimento central (SM10E) e com equipamentos eletrónicos que recebem sinais infravermelhos (S3011 – Conversor X10 IR).

Também de forma a facilitar o desenvolvimento de novos produtos baseados no protocolo X10 foram desenvolvidas duas interfaces PLC, que permitem a qualquer fabricante incluir um módulo de comunicação X10 nos seus produtos. Esta solução permitiu o aparecimento de vários dispositivos que são compatíveis com o sistema X10.

Como exemplo de sistemas de segurança compatíveis com o sistema X10 temos a HomeProtector e PowerMax da Visonic. O comunicador IP dos sistemas Jablotron é compatível com a aplicação VisãoWeb, que permite o controlo remoto de todos os equipamentos, através de um qualquer dispositivo com acesso à internet. [12]

2.2.2 Protocolo EIB/KNX

Criação

No ano de 1987 um conjunto de empresas entre as quais a Siemens, *Asea Brown Boveri* (ABB), Gira, Jung e a Merten juntou-se para criar um novo sistema que fosse capaz de monitorizar, controlar e aceder a todas as funcionalidades existentes num edifício. Foi então criado um sistema padrão tendo em conta os objetivos propostos, o *European Installation BUS* (EIB). Este sistema tem como pressuposto a descentralização da inteligência do sistema, o que se traduziu em aparelhos mais inteligentes distribuídos pelo sistema.

Hoje em dia o EIB encontra-se integrado no gigante europeu *Konnex* (KNX), que combina três tecnologias: o próprio EIB, o BatiBus e o *European Home Systems* (EHS). Esta associação fez com que o KNX se tornasse um dos sistemas mais conceituados da Europa [10].

Características

A associação KNX é criadora e proprietária da tecnologia KNX – a norma mundial para todas as aplicações de controlo de residências e edifícios. O KNX abrange o controlo de sistemas como a iluminação, estores e até diversos sistemas mais complexos como a segurança, aquecimento, ventilação, ar condicionado, vigilância, alarme, controlo de água, gestão energética, medição inteligente, bem como eletrodomésticos, áudio/vídeo entre outros.

Para transferir todos os dados de controlo para os componentes de gestão de edifícios é necessário um sistema que elimine os problemas dos dispositivos isolados, garantindo que todos os componentes comuniquem através de uma linguagem comum. Em suma, um sistema como o KNX é independente dos domínios do fabricante e da aplicação. O protocolo de comunicação KNX evoluiu ao longo dos anos através das experiências em tecnologias anteriores ganhando características que permitem comunicação por diferentes tipos de ligações como cabo Bus, par de cobre, infra-vermelhos, entre outros. Os sistemas utilizados neste protocolo são variados sendo que alguns exemplos podem ser encontrados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 Sistemas KNX

				
Iluminação	Persianas & Estores	Sistemas de Segurança	Gestão de Energia	Sistemas AVAC
				
Sistemas de Monitorização	Controlo Remoto	Medição	Controlos de Áudio/Vídeo	Marcas brancas

O KNX é um protocolo de referência, é possível encontrar várias instalações KNX bem sucedidas, não só em toda a Europa, mas também no Extremo Oriente, na América do Norte e América do Sul, tornando o protocolo uma abordagem atrativa em termos de sistemas domóticos. Mais de 370 empresas membros da KNX espalhadas por todo o mundo oferecem nos seus catálogos mais de 7.000 grupos de produtos KNX certificados, provenientes de diversos domínios de aplicação.

Certificado

O Protocolo KNX é aprovado como uma norma mundial (ISO/IEC 14543-3), assim como uma norma europeia (CENELEC EN 50090 e CEN EN 13321-1) e uma norma chinesa (GB/T 20965). Por conseguinte, é possível afirmar que se trata de uma “marca” resistente ao futuro. Os produtos KNX de diferentes fabricantes podem ser combinados. O logotipo da marca registada KNX (Figura 2.6) garante o funcionamento entre os vários dispositivos e compatibilidade. A KNX é, portanto, uma norma mundial aberta para o controlo quer de edifícios residenciais quer para edifício comerciais.[13]



Figura 2.6 – Normas de certificação KNX

2.2.3 Protocolo Z-Wave

Criação

A Z-Wave alliance foi estabelecida no início de 2005 por um grupo de fabricantes de produtos de controlo doméstico. Cada uma dessas empresas estava insatisfeita com a fragmentação tecnológica que limitava a indústria de controladores domésticos e tinham como objetivo agitar a indústria de modo a criar uma tecnologia que permitisse o controlo entre vários aparelhos existentes.

Após alguns anos de espera por tecnologias que criassem um verdadeiro *standard*, para o qual estes poderiam construir os seus produtos, os membros fundadores Intermatic, Leviton, Wayne Dalton, Danfoss e a Universal Electronics encontraram-se com a empresa Zensys, criadora da tecnologia Z-Wave, para criar um sistema conjunto. [16]

Características

A melhor característica dos dispositivos Z-wave é sua compatibilidade entre diferentes sistemas da marca. Esta oferece boa integridade de rede e estabilidade, sendo uma das tecnologias de domótica por comunicação sem fios mais antigas.

Funcionamento

Cada nó Z-wave tem um ID de rede único e cada rede tem uma identificação única. Esta é uma tecnologia em malha e, portanto, os nós vizinhos podem comunicar diretamente uns com os outros.

A frequência de operação do Z-wave varia de acordo com a região; a frequência onde é utilizado sendo de 908,42 MHz nos Estados Unidos da América (EUA), de 868,42 MHz na Europa e, recentemente, de 2.4 GHz num chip específico. As distâncias diretas cobertas pelo Z-wave aproximam-se dos 30 metros, sendo possível aumentar as mesmas utilizando os nós como repetidores. Este processo pode ser utilizado para estender alcance da rede através de um máximo de 4 nós, pois quando o número de nós ultrapassa os 4 o Z-wave termina a transmissão. [15]

2.2.4 Protocolo Insteon

Criação

A Insteon foi fundada em 2005 em Irvine, por Joe Dada. Este já havia fundado a Smarthome em 1992, uma empresa de catálogos de produtos de automação residencial e operadora do site de comércio eletrônico Smarthome.com. No final da década de 90, Joe Dada adquiriu duas empresas de engenharia de produtos que realizaram esforços para o desenvolvimento de produtos com o intuito de criar uma tecnologia para domótica baseada em comunicações por rede elétrica e rede sem fios. Em 2004, a empresa solicitou proteção da patente para a tecnologia resultante, chamada de Insteon, e foi lançada em 2005. Na Figura 2.7 está representado o Hub que funciona como controlador.



Figura 2.7 – Insteon Hub [17]

Características

Insteon é um protocolo para automação residencial com dupla tecnologia de comunicação no controlo e medição local e remoto. Em termos de sistemas está apto a controlar iluminação, estores ou persianas, climatização, deteção de movimento ou violação perimétrica, abertura de portões de garagens automatizados, sendo estas as suas principais aplicações. A Insteon utiliza uma tecnologia de duplo canal para incremento da fiabilidade, usando conjuntamente a rede elétrica existente em casa (*Powerline*) e comunicação via rádio.

Como vantagens no protocolo Insteon podemos referir por exemplo a fiabilidade, em que os sinais são propagados via radio frequência e sobre a corrente elétrica ao mesmo tempo. A escalabilidade é uma grande vantagem visto que praticamente não existe um limite para a dimensão de uma rede Insteon (o limite teórico é atualmente 16.7 milhões de dispositivos). A velocidade de propagação de sinal é rápida e também o baixo custo são vantagens deste sistema.

Funcionamento

O que torna Insteon um protocolo de comunicação fiável é a sua tecnologia de rede em dupla malha. Dupla significa que Insteon usa simultaneamente os canais de rádio e corrente elétrica para a transmissão de sinais. Qualquer mensagem é confirmada quando recebida com sucesso e se algum erro ocorrer, a mensagem é reenviada automaticamente. Ao contrário de algumas tecnologias de automação doméstica, o sistema Insteon usa todos os seus dispositivos como repetidores de sinal. Deste modo, quanto maior for o número de dispositivos de uma rede Insteon, maior é a sua robustez.

Sem a necessidade de um elemento controlador central ou de uma configuração de rede prévia, a implementação de um sistema Insteon consiste simplesmente em ligar para emparelhar dispositivos entre si. Como cada dispositivo tem o seu único código identificador, não existe possibilidade de interferências com redes vizinhas. O Insteon HUB é o controlador, que permite controlar a habitação tanto no local como remotamente através de smartphone ou tablet.[17]

2.2.5 Protocolo Zigbee

Criação

A Zigbee Alliance foi criada em 2002. O desenvolvimento da empresa deu-se através dos conhecimentos profundos e diversos dos seus membros, com programas de certificação robustos e um conjunto completo de soluções Internet of Things (IoT) abertas. [14]

Características

O Zigbee é uma tecnologia sem fios baseada na norma IEEE 802.15.4 a nível da camada física e camada Medium Access Control (MAC). O Zigbee tem como objetivo um baixo consumo de energia de modo a que, ao ser alimentado por baterias, estas tenham uma elevada autonomia.

A utilização do protocolo está inserida em diversas áreas, como no desporto, na agricultura, na medicina na automação industrial ou na domótica, entre outras.

O baixo custo de instalação oferecido pela Zigbee ajuda a combater os caros e complexos problemas de arquitetura com sistemas de automação residencial.

De modo a satisfazer os requisitos de baixo custo financeiro e energético, o Zigbee é uma tecnologia que utiliza potências de transmissão e taxas de transmissão de dados substancialmente menores do que redes de área local. Isso implica um alcance menor. Contudo, o Zigbee suporta comunicações *multihop* (é um tipo de rede que não possui um nó ou terminal especial) e, assim, consegue aumentar o alcance entre dispositivos. O coordenador Zigbee tem a responsabilidade de criação e manutenção da rede. Cada dispositivo eletrónico na habitação pertence a uma rede Zigbee gerida pelo coordenador. O Zigbee suporta uma elevada quantidade de nós na rede, até 65.535 dispositivos por cada coordenador, atingindo um alcance direto máximo com mais de 10 metros. Este protocolo pode operar em diferentes bandas de frequência: a banda dos 2.4 GHz que, com 16 canais, do 11 ao 26, separados por 5 MHz, pode obter taxas de transmissão até 250 kbps; a banda dos 915 MHz que, com 10 canais, do 1 ao 10, pode obter taxas de transmissão na ordem dos 40 kbps; e 868 MHz, no canal 0.

O Zigbee define três tipos de nós: coordenador (ZC), encaminhador ou router (ZR) e end device (ZED). O Zigbee admite diferentes tipos de topologia, sendo elas em estrela em árvore ou em malha.[15]

2.2.6 Protocolo Profinet

Até agora todos os protocolos de comunicação abordados eram especialmente utilizados em aplicações de domótica ou *Smart Homes*. O protocolo Profinet é um protocolo de comunicação amplamente utilizado na automação industrial.

Tendo em conta que este trabalho pretende implementar um sistema domótico, usando a tecnologia de automação industrial, torna-se importante abordar este protocolo. Também é importante referi-lo pois é o sistema utilizado pelos autómatos da Siemens, para comunicar com os dispositivos interligados, os quais serão utilizados no âmbito deste trabalho.

Características

O protocolo de comunicação Profinet é uma evolução do já estabelecido protocolo Profibus DP da Siemens para a Ethernet industrial.

O protocolo Profinet baseou-se em 15 anos de experiência em operação realizado pelo Profibus DP e combinou a utilização das operações de comando com o uso simultâneo da inovação de conceitos da tecnologia Ethernet. Isto permitiu uma suave migração do protocolo Profibus DP para o Profinet.

O protocolo Profinet é muito semelhante ao seu antecessor, mas apoiado num standard Ethernet.

Com o Profinet é usada uma tecnologia de switch que permite aos dispositivos aceder à rede a qualquer altura. Desta forma, a rede pode ser utilizada de uma maneira muito mais eficiente, através da transferência de dados em simultâneo nos diversos nós da rede. Assim, enviar e receber simultaneamente informação é possível através da tecnologia de switch. Este sistema permite operação em simultâneo de enviar e receber dados com uma banda larga de 100 Mbit/s.

Em termos de meio físico de comunicação o Profinet utiliza essencialmente uma cablagem Ethernet.

Objetivos

- Criar um standard para a automação baseada na Ethernet;
- Utilização TCP/IP e os IT standard;
- Automação das aplicações em tempo real;
- Integração total de um sistema de campo.

Funcionamento

Comparando com o protocolo Profibus DP, anteriormente utilizado, o processo de observação dos dados permanece igual para:

- Entradas e saídas (acesso às entradas e saídas por equações lógicas);
- Armazenamento de dados (guardar os parâmetros e os dados usados);
- Ligação a sistemas de diagnóstico (reportar eventos encontrados, diagnóstico de buffer).

Isto implica que quem tenha conhecimentos acerca do Profibus DP, pode continuar a aplicar o seu conhecimento do protocolo antigo para implementar o profinet. [18]

2.3 Solução proposta

A solução proposta neste trabalho final de mestrado consiste na aplicação da tecnologia de automação industrial, utilizada no âmbito da Indústria 4.0, para a criação de um sistema doméstico, a implementar numa moradia.

Neste trabalho pretende-se projetar o sistema doméstico para uma moradia, incluindo a definição dos sistemas a comandar, sensores, atuadores, e sistema de controlo. Será também projetado o layout das cablagens e contactores para comando de atuadores (ex: motores).

O sistema doméstico a implementar irá integrar a gama de autómatos da *Siemens S7-1200*. Ao utilizar um autómato desta gama de acesso é possível conectar a um serviço *web server* da *Siemens*. O serviço de *web server* permite interagir com o sistema doméstico a partir de qualquer dispositivo que tenha acesso à internet (computador, tablet, smartphone), através de uma aplicação acessível por um *browser*.

Neste trabalho pretende-se explorar esta nova funcionalidade do *web server*, que antes apenas estava disponível em autómatos da *Siemens* da gama mais elevada, e implementar no sistema de domótica uma lógica de contactos através das entradas e saídas do autómato. Em termos de comunicações é possível projetar uma forma simples de correspondência entre os equipamentos, através de sinais elétricos, processados por um PLC, sem que seja necessário um protocolo específico para a comunicação. Em relação à arquitetura, o caso de estudo irá ser projetado com uma tipologia de arquitetura centralizada, uma vez que apenas será utilizado um PLC para controlar todo o sistema.

Capítulo 3

Caso de Estudo

Neste capítulo será abordado o caso de estudo em questão. Vai ser definido o modelo de habitação em que se vai aplicar o projeto de supervisão. Quais os sistemas utilizados no projeto de domótica, o tipo de arquitetura e os equipamentos.

3 Domótica - Caso de estudo

3.1 Definição

O caso de estudo consiste na aplicação de um sistema de domótica a uma moradia com três quartos, duas casas de banho e um lavabo social, cozinha, escritório, sala de jantar e sala de estar. A moradia tem dois pisos e varandas em cada um deles. A planta da habitação encontra-se no anexo 2. O piso 0 está esquematizado na Figura 3.1

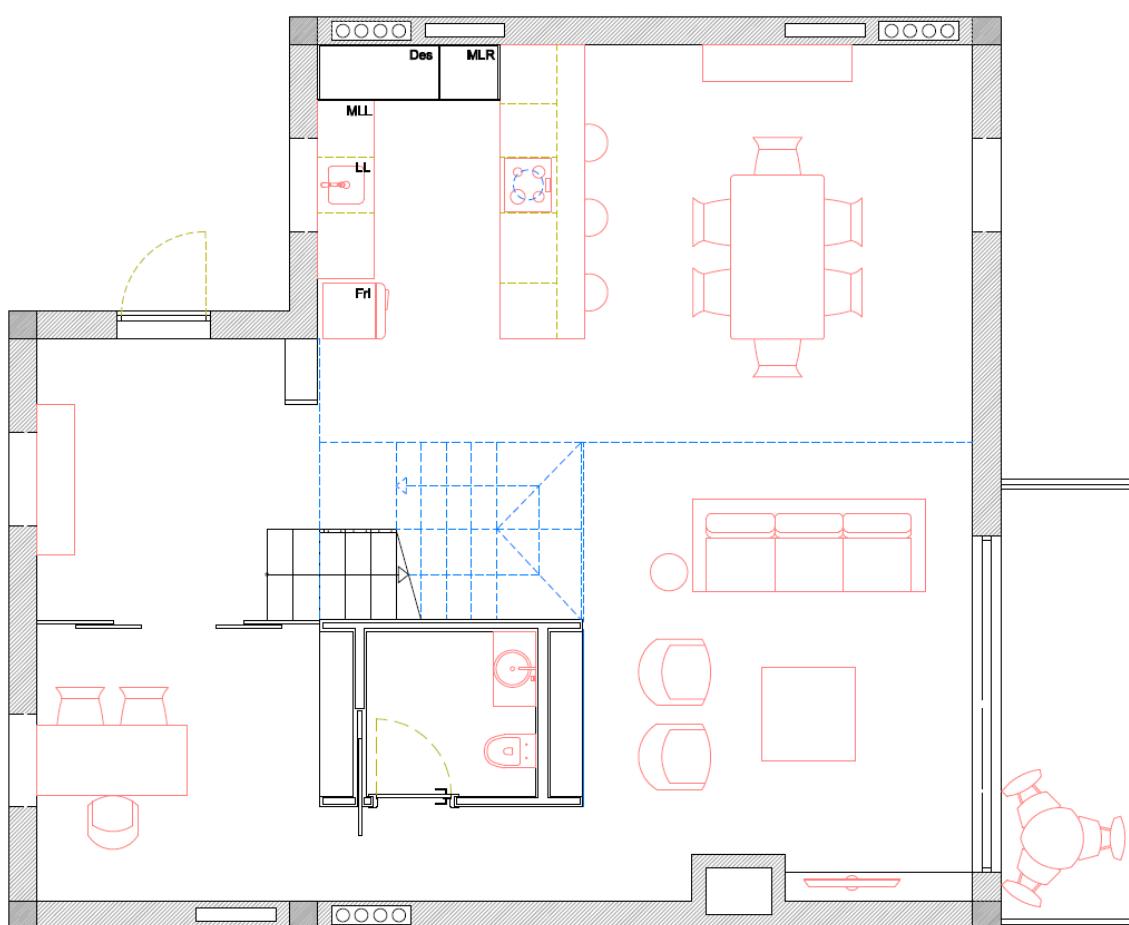


Figura 3.1 – Planta do piso 0

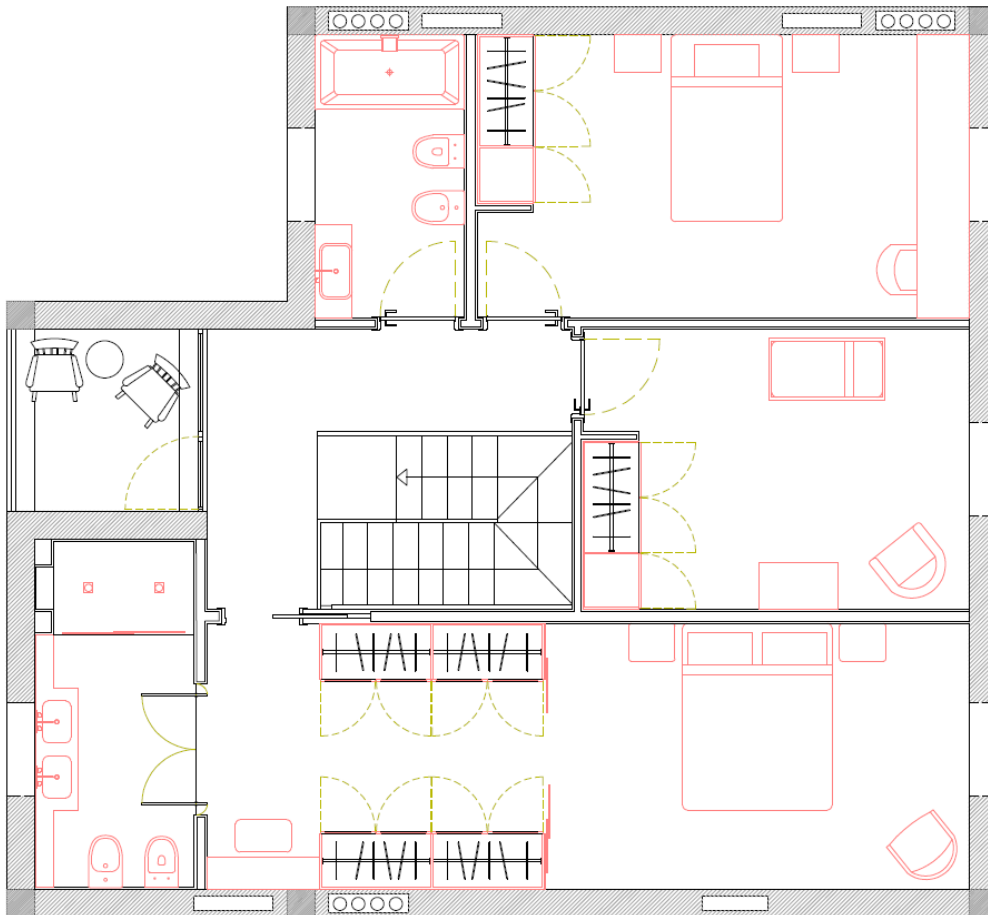


Figura 3.2 – Planta do piso 1

A opção por este tipo de edifício serve como um exemplo para um projeto de dimensionamento possível de implementar num caso real de uma construção doméstica. O propósito desta tipologia de modelo traz também a vantagem de ser uma configuração de moradia comum e mais adaptável em caso de variações na distribuição de dispositivos no edifício.

Para melhor interpretação dos sistemas a controlar, é importante proceder-se á identificação de cada zona da habitação (ver Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Descrição das zonas da habitação

	Zona	Nome	Área [m ²]
Piso 0	0.1	<i>Hall</i>	8,7
	0.2	Escritório	10,0
	0.3	Cozinha	11,0
	0.4	Circulação(escadas)	3,8
	0.5	Lavabo Social	3,2
	0.6	Circulação	2,4
	0.7	Sala de Jantar	17,6
	0.8	Sala de Estar	20,9
	0.9	Varanda	6,4
Piso 1	1.1	Circulação	6,9
	1.2	Varanda	3,8
	1.3	Instalação Sanitária <i>Suite</i>	6,1
	1.4	Instalação Sanitária	4,9
	1.5	<i>Closet</i>	10,5
	1.6	Quarto 1	15,9
	1.7	Quarto 2	12,3
	1.8	<i>Suite</i>	12,9

O controlo de um sistema domótico utilizando um PLC é realizado através de sinais de impulsos elétricos emitidos em corrente contínua (DC) (ex: 12 V DC). No entanto, além desses sinais também é necessário proceder à alimentação dos equipamentos existentes no sistema de domótica com corrente alterna (AC) a 230 V. Na realização deste projeto também foi considerado o dimensionamento elétrico do sistema domótico para fins de alimentação dos equipamentos a 230 V AC.

O sistema que se pretende executar é controlado por um PLC da Siemens, modelo S7-1200 (ver Figura 2.1).



Figura 3.3 – PLC S7-1200 da Siemens.

O sistema desenvolvido é controlado por um único automático, implicando que a arquitetura do sistema seja do tipo centralizada. Este tipo de arquitetura tem a vantagem de ser uma opção mais económica, devido à utilização de apenas um controlador. Deste modo, não será necessário utilizar dispositivos com controladores incorporados para a implementação do sistema.

3.2 Sistemas a controlar

No projeto a implementar pretende-se que seja a solução proposta de baixo custo (*low cost*). Para responder a este pressuposto, implica que os aparelhos escolhidos sejam selecionados tendo em conta a sua simplicidade e capacidade de comunicação com o controlador utilizado. Uma arquitetura centralizada não necessita que os dispositivos tenham capacidade de processamento, ou seja, dispositivos com placas eletrónicas específicas para domótica (ex: identificação, controlo, etc.). Assim, poderá haver mais liberdade para selecionar dispositivos com menos complexidade tecnológica e mais baratos.

Os circuitos desenhados para ilustrar os sistemas são baseados em cinco tipo de figuras geométricas, sendo atribuído a cada uma delas um significado diferente, por forma a caracterizar os componentes típicos usados em domótica. Sendo assim as interfaces serão identificadas por triângulos, os sensores por círculos, os atuadores por losangos, o controlador por retângulos e finalmente as ligações serão caracterizadas por hexágonos. A Figura 3.4 apresenta a simbologia a utilizar nos esquemas seguintes.



Figura 3.4 – Simbologia dos tipos de componentes típicos em domótica.

3.2.1 Sistema de iluminação

O sistema de iluminação foi dotado de, pelo menos, um ponto de luz por cada zona da habitação. O acionamento da luz de cada zona será feita por botões de pressão ou por sensores de movimento colocados na respetiva zona.

Relativamente ao esquema do sistema de iluminação este funciona da seguinte forma: o(s) botão(ões) localizado(s) na zona que se pretende iluminar são conectados por dois condutores distintos um condutor da fonte de alimentação e outro de uma entrada do autómato (ver Figura 3.5). Quando o botão é pressionado permite a passagem de corrente para a entrada do autómato. Posteriormente o autómato aciona um sinal na saída associada ao ponto de luz, o qual fará atuar um contator. Quando acionado, o contator alimenta com 230 VAC o ponto de luz na zona, iluminando o local.



Figura 3.5 – Funcionamento do botão de Pressão

Além do acionamento por botão este sistema funciona também através de sensores de movimento (modelo JS-20, marca *JABLOTROM ALARM*) localizados na zona. O sensor é conectado à fonte e ao *ground* (GND) da fonte para alimentação em seguida é feito um *shunt* no sensor entre o terminal dos 12 V e a entrada do *sensor passive infrared* (PIR) (ver Figura 3.6).

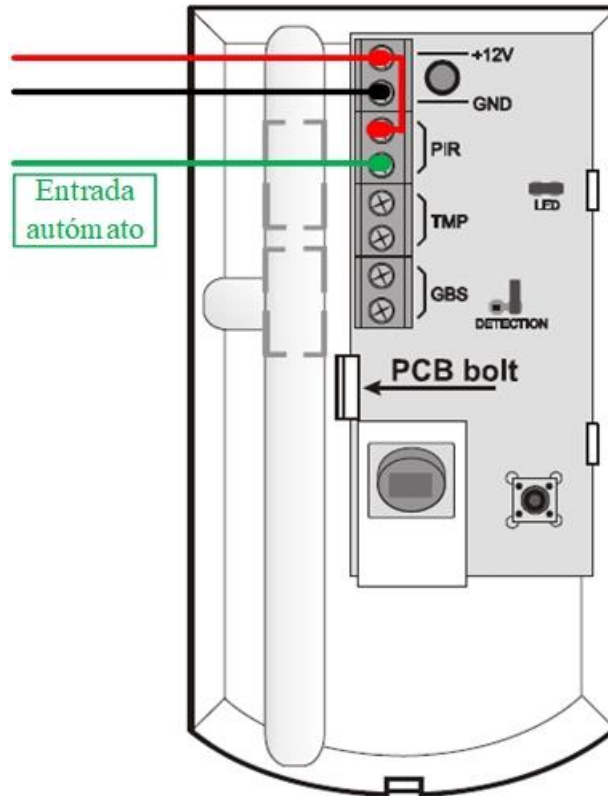


Figura 3.6 – Ligações no sensor de movimento sem quebra de Vidro

A outra entrada do PIR é ligada a uma entrada do automático. O terminal PIR funciona em “normalmente fechado”, ou seja, quando não está atuado a entrada do automático recebe 12 V. O PIR abre o contacto quando deteta uma fonte de calor na proximidade do sensor, cortando o valor de 12 V à entrada do automático, nesta situação é acionado uma saída do automático que faz mobilizar o contactor de modo a passar corrente 230 VAC para ligar a iluminação na zona. Na Figura 3.7 está ilustrado o esquema do sistema de iluminação.

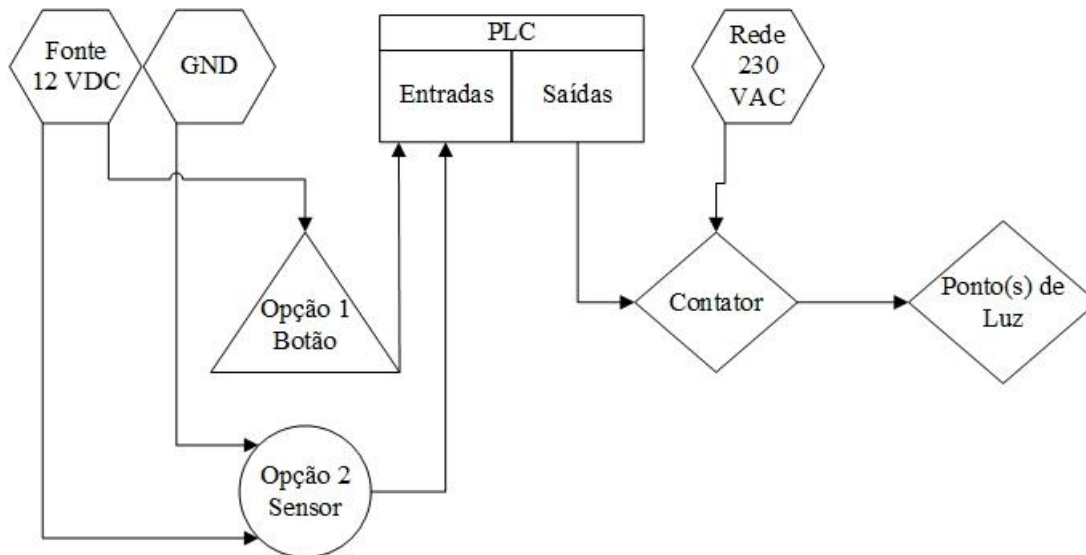


Figura 3.7 – Arquitetura do sistema de iluminação

3.2.2 Sistema de estores

A habitação tem dez estores com motor elétrico, cinco no piso 0, e cinco no piso 1. O estore da sala de estar é de dimensão superior aos demais, uma vez que dá acesso à varanda. Cada estore terá dois botões de pressão, um para subir e o outro para descer.

O sistema de estores funciona da seguinte forma: o(s) botão(ões) localizado(s) na zona onde se pretende movimentar o estor são conectados por dois condutores distintos um condutor da fonte de alimentação e outro de uma entrada do autómato, tal como no sistema de iluminação. Quando o botão para subir é pressionado este aplica o valor da fonte de alimentação à entrada do autómato (ver figura 3.3), posteriormente o autómato aciona um sinal na sua saída que fará atuar um contator. Quando acionado o contator alimenta com 230 VAC o motor do estore, fazendo com que este comece a subir. Para o botão de descer, o processo é o mesmo sendo que o contator acionado para descer o estor é diferente do de subir. Na Figura 3.8 é possível verificar as ligações a fazer ao motor, sendo que a direção 1 e 2 não podem ser acionadas ao mesmo tempo.

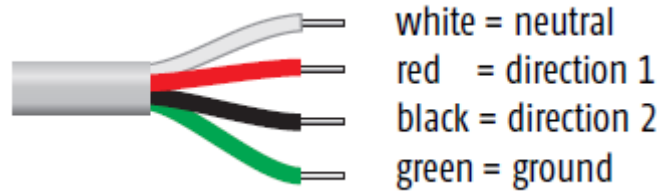


Figura 3.8 – Alimentação do estore elétrico

Para se saber a posição do estore é proposto a utilização de um *String Potenciometer* (potenciômetro com resistência variável de corda), com o gancho do potenciômetro encastrado na ponta do estore (Figura 3.9 a)). Desta forma o valor da resistência varia conforme a posição do estore. Com a utilização de um divisor de tensão (Figura 3.9b)) é possível retirar um valor analógico correspondente à posição do estore, cujo sinal é fornecido a uma entrada analógica do autômato.

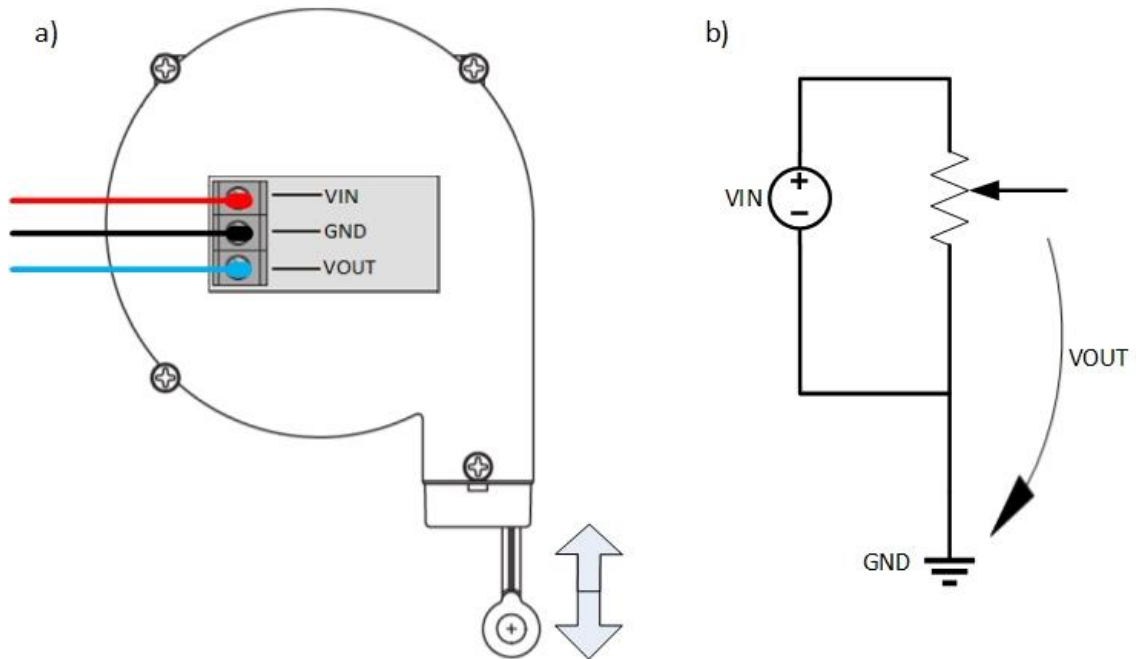


Figura 3.9 – a) ligações no String Pot, b) Circuito divisor de tensão

O valor retirado pelo condutor ligado ao VOUT do potenciômetro (Figura 3.9) vai conectar numa entrada analógica do autômato. Os valores analógicos recebidos terão de ser tratados à posteriori, desta forma é possível obter a posição do estore de forma mensurável.

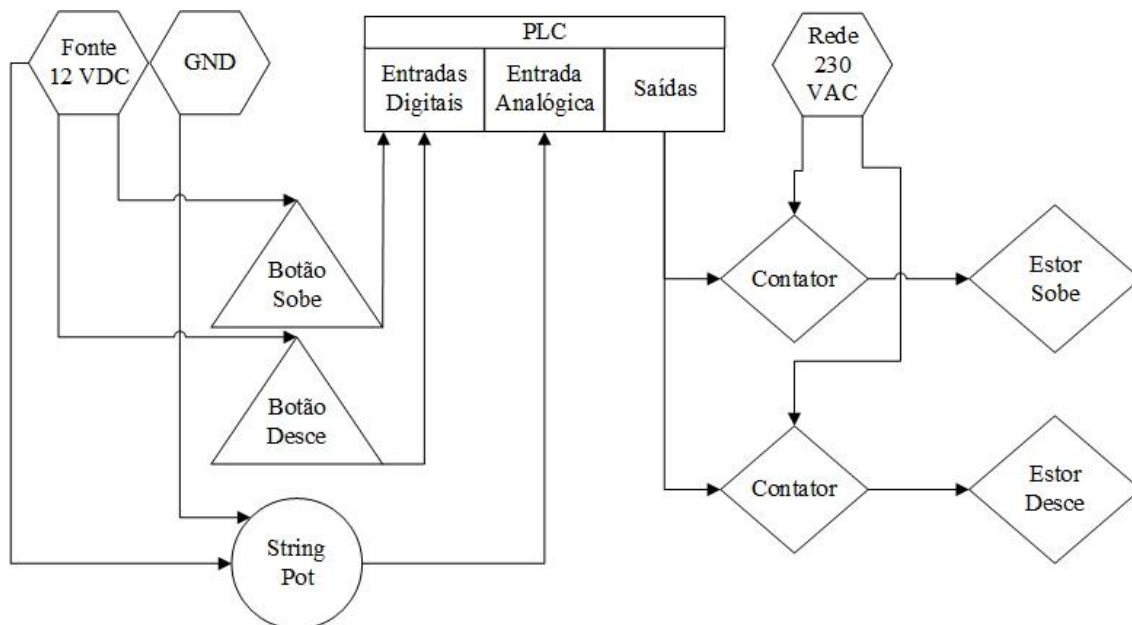


Figura 3.10 – Esquema do sistema de estor

Na Figura 3.10 é possível verificar a arquitetura do sistema de estores para um caso geral. No caso do estore com acesso ao alpendre, a diferença está nas características do motor e do tamanho do fio do *String Potenciometer*. A arquitetura da instalação e a programação será semelhante aos restantes estores.

3.2.3 Sistema de intrusão

O sistema de intrusão contém diversos sensores de movimento e de quebra de vidro, colocados em diversos locais da habitação e um alarme sonoro posicionado no *hall* de entrada da habitação. Quando ativado, o sistema de intrusão aciona um alarme sonoro sempre que alguns dos sensores for acionado.

Para o sistema de intrusão funcionar é necessário ativá-lo. Neste sistema não foi previsto qualquer tipo de botão específico para o acionamento do sistema. A ativação e desativação é realizada através de uma conjugação de ações (ver capítulo 5.2).

Relativamente aos dispositivos de detecção de intrusão, os dois tipos utilizados diferem apenas na existência ou não do sensor de quebra de vidro incorporado. Neste sentido é possível verificar o sensor de movimento (sem quebra de vidros) na Figura 3.6 e o sensor de movimento com quebra de vidros na Figura 3.11.

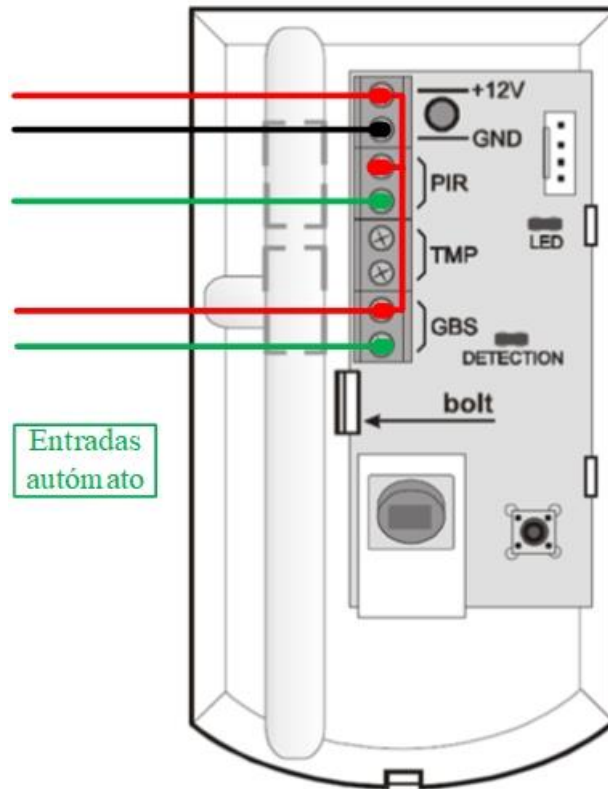


Figura 3.11 – Sensor de movimento com quebra de vidro

Para realizar as ligações no sensor com quebra de vidro (Figura 3.11), será necessário realizar um shunt entre os 12 V e o PIR, como acontece com o sensor de movimento sem quebra de vidro. Além disso também será necessário realizar um *shunt* com o *Glass Breakage Sensor* (GBS), terminal que é utilizado para o sinal dado pelo sensor de quebra de vidro. O terminal GBS tal como o terminal PIR têm um modo de funcionamento normalmente fechado. Isto significa que é normalmente fornecido para a entrada do automático um sinal de 12V, passando a 0 V quando é detetado a quebra de vidro. Para o correto funcionamento do sensor este deve estar situado na proximidade do vidro

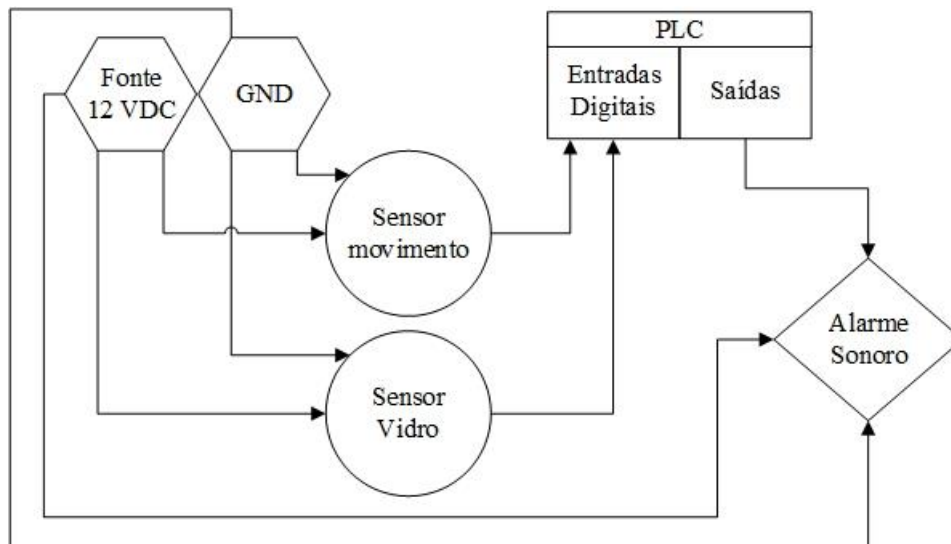


Figura 3.12 – Arquitetura do sistema de intrusão

Na Figura 3.12 é possível verificar a arquitetura do sistema de instrução. Este sistema não contém uma interface física na sua constituição, como aliás foi referido anteriormente. A ativação/desativação e visualização do funcionamento deste sistema é suposto ser verificado por meio da página web. Outra característica que diferencia este sistema em relação aos anteriores é o acionamento do alarme sonoro. Como o alarme é normalmente alimentado por uma fonte de alimentação de 12 VDC, nesta solução, a sua alimentação é feita diretamente pelo autómato, sem ser necessário utilizar um contator.

3.2.4 Sistema de corte (válvula de gás)

O sistema de segurança para atuação em caso de fuga de gás é composto por um sensor de deteção de gás e uma válvula de corte. Em caso de fuga de gás, o sensor colocado na zona da cozinha deve atuar, enviando um sinal ao autómato, a fim de tomar a decisão de atuar a válvula de corte para segurança da moradia. Ao detetar a fuga, o sensor aciona também um alarme sonoro automaticamente. Este alarme encontra-se dentro do próprio sensor e não está interligado com o autómato.

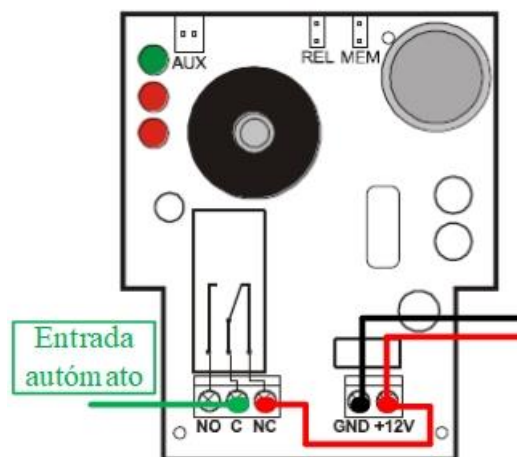


Figura 3.13 – Ligações no sensor de gás

As ligações no sensor de gás (Figura 3.13) são semelhantes aos outros sensores. Existe ligação aos conetores de 12 V e do GND para fins de alimentação, um *shunt* entre os 12V e o conector do sinal de comando e um fio condutor entre a saída do sinal do sensor e uma entrada do autômato correspondente. Neste caso, o sensor trabalha em normalmente fechado. Neste modo de funcionamento, o sensor envia um sinal para a entrada do autômato quando não deteta nenhuma fuga de gás, mudando o estado, ou seja deixando de enviar o sinal, quando uma fuga gás é detetada.

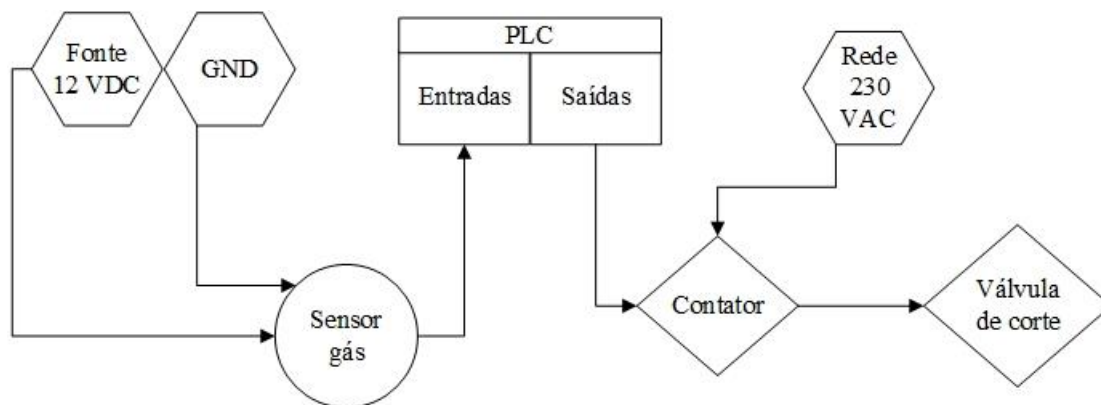


Figura 3.14 – Arquitetura do sistema de corte

A válvula abre quando é alimentada pela rede de 230 V AC, isto é, quando recebe sinal elétrico ela permanece aberta e fecha quando deixa de ser alimentada. O sistema de corte (Figura 3.14) não pode ser atuado externamente através de um botão, uma vez que não foi projetado para tal função. Quando é acionado, o sensor inibe o sinal à entrada do autômato e este inibe a alimentação da válvula de corte, fazendo com que esta feche. Por razões de segurança, o rearme da válvula é feito manualmente pelo utilizador

Capítulo 4

Dimensionamento e ligações

Neste capítulo será abordado o dimensionamento da parte elétrica do edifício, assim como as ligações necessárias para a comunicação entre sistemas, tendo em conta o modelo de habitação utilizado. Será também introduzida uma pequena abordagem ao controlador

4 Dimensionamento e ligações

4.1 Introdução

A construção do sistema é um processo complexo que necessita a verificação de vários parâmetros para que estes estejam em concordância com as normas em vigor. Neste capítulo serão especificadas as ligações existentes, assim como os componentes utilizados. O PLC será o dispositivo mais abordado pois trata-se do equipamento central do projeto.

4.2 Componentes do caso de estudo

Para instalar o sistema domótico proposto neste trabalho é necessário instalar alguns componentes. Os componentes podem ser agrupados em cinco categorias: interfaces, sensores, atuadores, controladores e ligações.

Sensores

Na Figura 4.1 estão ilustrados os sensores do sistema que são ligados a uma fonte de alimentação externa de 12V.



Figura 4.1 – detetor de fuga de gás a) sensor de movimento b)

Atuadores

Os atuadores são componentes que estão ligados às saídas do PLC, recebendo sinais enviados pelo controlador de modo a atuar no sistema.

No caso de os atuadores receberem sinais de 12V DC, os atuadores são ligados diretamente ao autómato. Os atuadores que necessitam de energia com tensão 230 V AC, são ligados a partir de contactores, que são acionados pelo autómato.



Figura 4.2 – Motor estore



Figura 4.3 – sirene de intrusão a) válvula de gás b)



Figura 4.4 – luminária led de embutir no teto

Interfaces

De forma a poder interagir com sistema é necessário algum tipo de comunicação. Essa interação é introduzida em forma de botões de pressão simples ou duplos. Os botões simples devem ser usados a quando temos um botão isolado e os duplos devem ser utilizados quando há necessidade de existência de dois botões, colocados no mesmo espelho. Na Figura 4.5 está ilustrado a interface de comunicação.



Figura 4.5 – Botão de contacto simples

Ligações

As ligações entre os equipamentos instalados na moradia e o controlador que enviam e recebem sinais de baixa tensão 12 VDC são feitas através de cabo *ethernet*. Este cabo possui oito condutores dentro dele, ou seja, é possível fazer a ligação a seis entradas ou saídas diferentes, mais duas para alimentação. Os sinais de comando feitos por lógica de contactos requerem uma alimentação de 12 V.

Os equipamentos alimentados a 230V AC são acionados por contactor que por sua vez é controlado através dos sinais enviados pelas saídas do autómato.

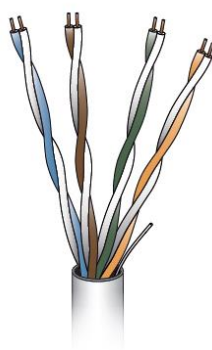


Figura 4.6 – Cabo ethernet



Figura 4.7 – Cabo elétrico 230V AC

Controlador

O controlador é a peça central do sistema existe apenas um e é o automático da SIEMENS s7-1200, com capacidade para ligar a um servidor web. Na Figura 4.8 está ilustrado o controlador do sistema



Figura 4.8 – Automato S7-1200

O automato

O PLC é um equipamento amplamente conhecido no meio industrial. No entanto será dada uma breve introdução ao equipamento.

Este equipamento é caracterizado por ser um equipamento eletrônico robusto, preparado para ser utilizado em meios industriais. É programado pelo utilizador, com funcionamento cíclico e é capaz de controlar diferentes tipos de processos.

O controlo é realizado com base nos sinais recebidos pelas entradas (emitidos por sensores, botões de comando, etc.) e permite determinar os estados das saídas, que irão acionar os equipamentos associados a cada uma delas, como por exemplo, motores, luzes, entre outros (ver Figura 4.9).

Os autômatos são usados em aplicações comerciais ou industriais e atuam como controladores de máquinas e de processos. Também têm a capacidade de monitorizar as entradas, tomam decisões e controlam as saídas de forma a automatizar máquinas e processos.

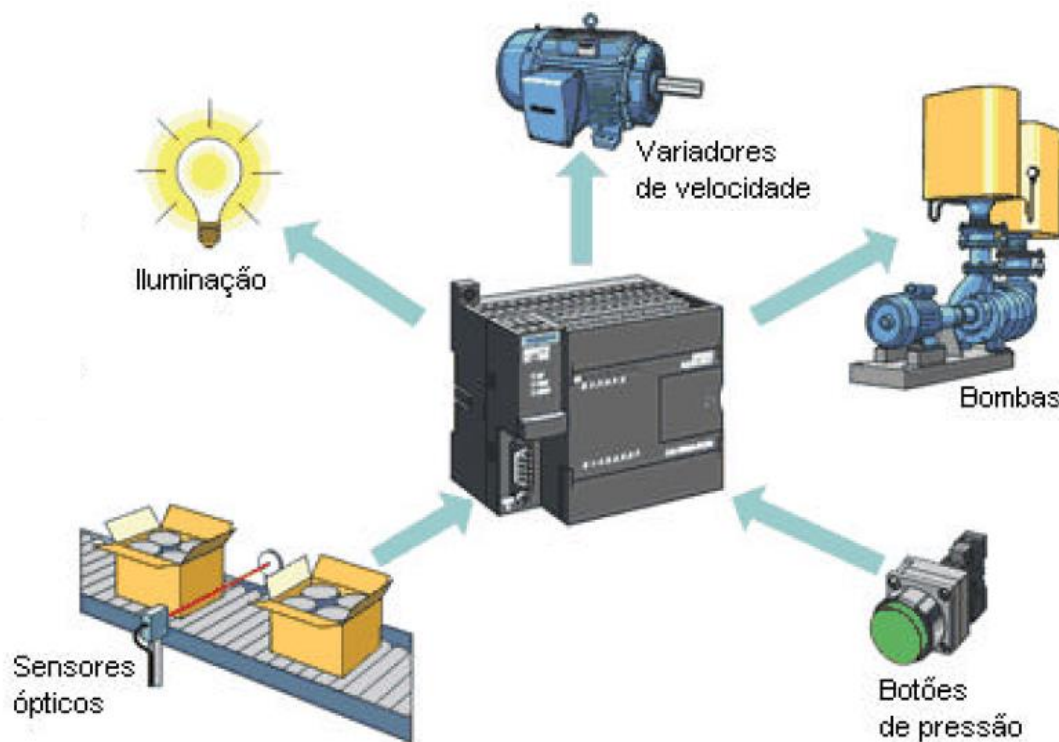


Figura 4.9 – dispositivos interligados com o PLC

Arquitetura do autômatos

Os elementos básicos de um autômatos são a Unidade Central de Processamento CPU, a memória de programa e de dados, os módulos de entradas e saídas, a alimentação e a porta de periféricos (ver Figura 4.10).

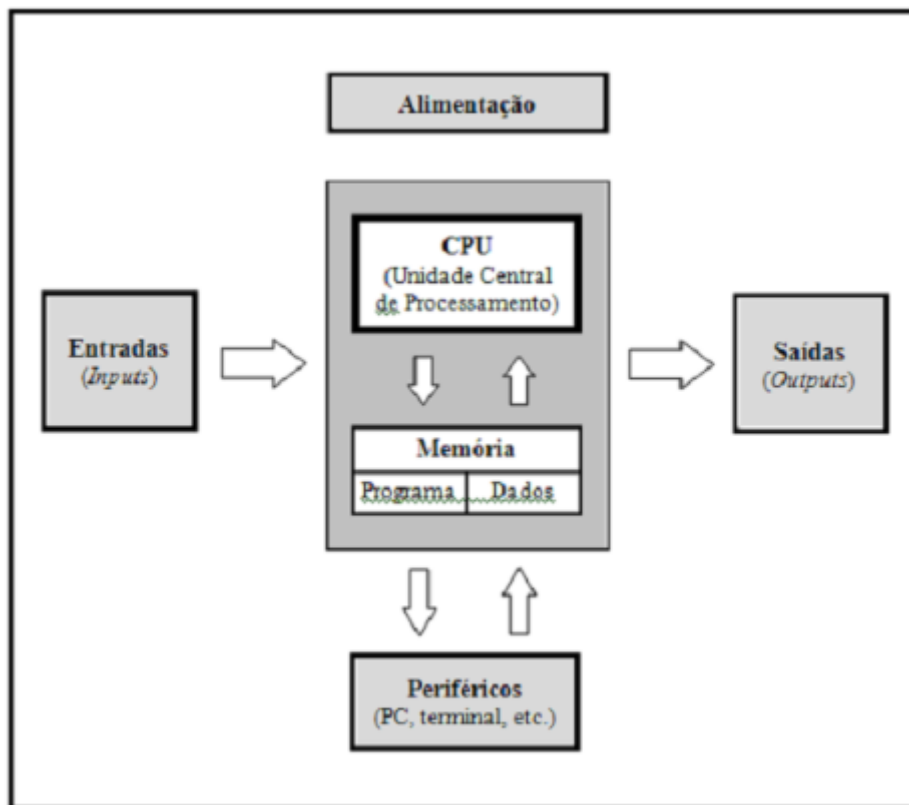


Figura 4.10 – Arquitetura do PLC

Entradas

Os sensores são colocados nas entradas do autómato, estes interpretam as grandezas físicas (velocidade, temperatura, pressão, etc.) transformando-as em sinais eléctricos normalizados. Desta forma os sinais podem ser processados pelo CPU do autómato.

Saídas

As saídas transmitem aos pré-actuadores (contactores) os sinais que irão actuá-los e permitir que os actuadores (motores, sirenes, luminárias, etc) sejam ativados. Por norma os actuadores têm um consumo elevado. É por isso que as saídas dos autómatos não atuam directamente sobre os dispositivos, pois não têm capacidade em termos de potência para alimentarem os mesmos. No projeto efectuado existe uma situação em que o controlador liga directamente à sirene sem necessidade de contactor.

CPU

A CPU realiza operações aritméticas, lógicas e funções de controlo, guardando o resultado destas operações em variáveis internas, na memória do autómato.

Periféricos

Os periféricos são dispositivos que se ligam ao autómato através da porta de ligação. Geralmente o periférico mais utilizado é o computador pois é o meio de programação do autómato mais comum. No entanto os periféricos podem ser utilizados para comunicar com equipamentos específicos do processo em que os sinais de entrada ou saída são mais complexos na sua generalidade.

Funcionamento do autómato

No autómato as entradas e saídas asseguram a integração direta do autómato no seu ambiente de trabalho. O autómato recebe as informações do processo através das entradas e armazena esses dados na sua memória. Esta informação é processada pela CPU e de acordo com o programa que está a ser executado, envia ordens através das saídas para os atuadores, que por sua vez atuam sobre o processo.

Fases de funcionamento

Durante a execução do programa, os autómatos executam um conjunto de tarefas (incluindo as programadas) de forma repetida, ciclicamente, enquanto estão no modo “*run*”. As tarefas a executar estão agrupadas em 4 fases (ver Figura 4.11), como se descreve de seguida.

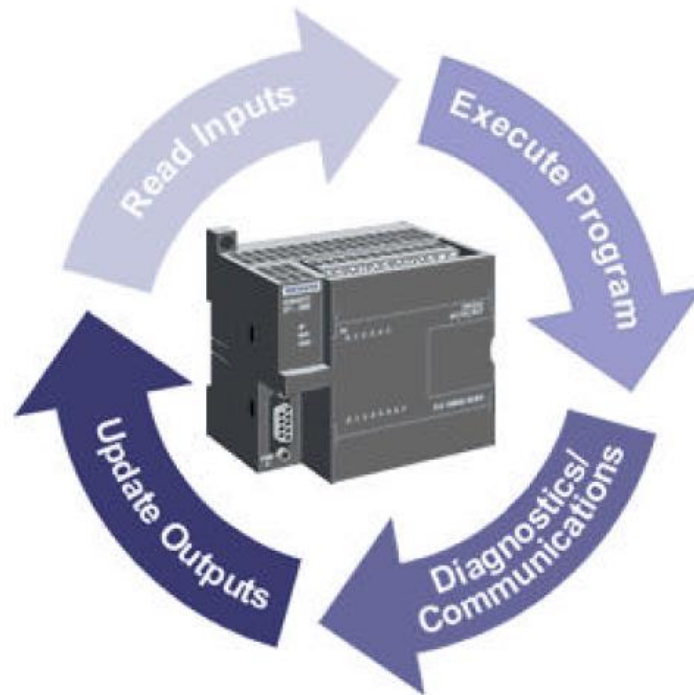


Figura 4.11 – Fases de funcionamento do autómato

Fase 1: leitura das variáveis de entrada

O ciclo de scan começa com a leitura do estado das entradas físicas e respetivo armazenamento nas variáveis de entrada, na memória de dados.

Fase 2: execução do programa

A informação presente nas variáveis de entrada, é processada através da CPU de acordo com o programa existente na memória. Durante a execução do programa o CPU toma as decisões programadas e executa operações (essencialmente operações lógicas) de modo a atualizar o estado das variáveis de saída, armazenadas na memória de dados.

Fase 3: diagnóstico de erros

Uma vez completa a execução do programa a CPU executa uma série de tarefas internas de diagnósticos e comunicações para detetar possíveis erros.

Fase 4: atualização das variáveis de saída

Caso não existam erros resultantes do programa ou de comunicações, os valores das variáveis de saída, contidos na memória de dados, são transferidos para as saídas físicas. Estas são atualizadas e o autómato reinicia um novo ciclo, recomeçando a executar as tarefas da fase 1.

A memorização prévia das variáveis de entrada destina-se a evitar alterações no decorrer do ciclo do programa. O processamento é feito a partir do estado das variáveis memorizadas, que é igual durante todo o ciclo. A atualização das saídas físicas dá-se no final do ciclo, quando todos os comandos a transmitir para o exterior já estão definidos. O tempo de ciclo corresponde ao tempo decorrido entre a leitura das entradas e atualização das saídas e está relacionado também com a velocidade de processamento do CPU

Alimentação

Os autômatos são geralmente alimentados a 24 VDC ou a 230 VAC. Nos autômatos que possuem fonte de alimentação interna é vulgar a existência de uma tensão de saída de 24 VDC. Esta tem a finalidade de alimentar diretamente sensores e outros dispositivos de baixo consumo.

4.3 Dimensionamento da instalação elétrica

O autômato utilizado no projeto possui entradas e saídas insuficientes neste projeto. Para aumentar o número de variáveis de entradas e/ou saídas, sejam elas de contacto (digitais) ou analógicas, colocaram-se módulos associados ao controlador no *rack* do autômato, conforme o tipo de entradas/saídas pretendido. Na Figura 4.12 é possível verificar o layout de um autômato com 7 módulos adicionados. os módulos n.º 2 a 8 correspondem aos adicionados.

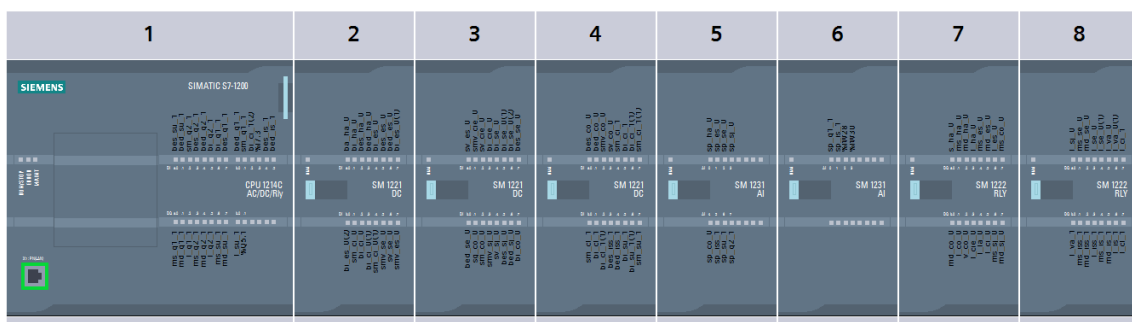


Figura 4.12 – Autômato com módulos de entradas e saídas adicionados

O módulo n.º 1 corresponde ao PCU S7-1200 e os n.º 2 a 8 correspondem a 7 módulos adicionados, de 4 tipos diferentes. As características dos módulos são:

- 3 módulos de entrada digital com 16 entradas (módulos n.º 2 a 4);
- 1 módulo de entrada analógica com 8 entradas (módulo n.º 5);
- 1 módulo de entrada analógica com 4 entradas (módulo n.º 6);
- 2 módulos de saída digital com 16 saídas do tipo relé (módulo n.º 7 e 8).

4.4 Ligações dos sistemas ao controlador

As ligações dos sistemas de controlo foram projetadas da seguinte forma. Os sinais de baixa tensão DC (ex: 12V) são transmitidos com recurso a cabos *ethernet*. Utilizando como condutores os fios de um cabo *ethernet*, é possível usar o mesmo cabo para ligar vários sinais às cartas de entradas e saídas do autómato. Com isto é possível fazer a distribuição dos circuitos de controlo de forma progressiva, ou seja, o mesmo cabo é utilizado de forma a que os dispositivos sejam ligados em sequência. Na Figura 4.13 é possível observar como é constituído o código de cores dentro de um cabo *ethernet*.

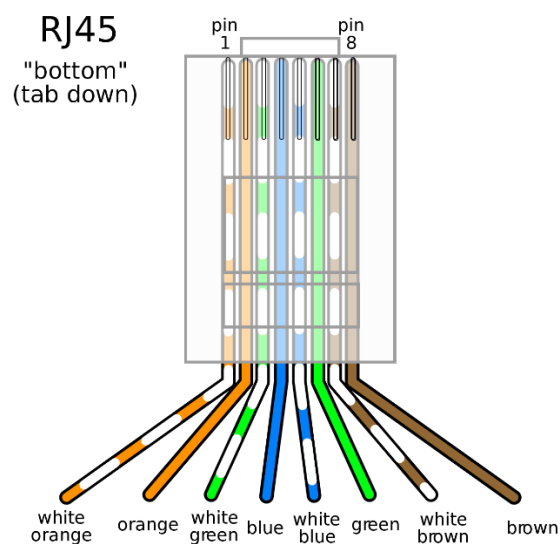


Figura 4.13 – Distribuição dos condutores num cabo ethernet

4.4.1 Designação dos cabos

Os cabos estão distribuídos para ligar os vários componentes de forma a minimizar a quantidade de cabos a instalar. Por exemplo, um cabo segue do autómato em direção aos vários dispositivos distribuindo os condutores de sinais, até todos estarem ligados. É importante referir que cada cabo está identificado com o equipamento a que este vai ligar e qual a porta do autómato está ligado.

Para um melhor entendimento do como as ligações são feitas, utilizou-se mais uma vez a associação de figuras geométricas, também se utilizou a cor dos condutores e a porta de conexão. No anexo 2 está inserido as plantas com a distribuição dos cabos na moradia.

Cabo 0

Este cabo serve fazer a ligação ao botão de alarme. Inicialmente a numeração dos cabos no projeto era de 1 a 13 cabos. Durante a programação do autómato houve a necessidade de adicionar um botão novo para essa função específica. O botão de alarme que ficou com a entrada do controlador I0.0, que estava inicialmente como reserva. Para não alterar a constituição dos restantes cabos este cabo ficou com a configuração de “cabo 0” e o número total de cabos passou a 14. O cabo 0 (ver Figura 4.14) não está descrito nas plantas porque o botão de alarme está colado ao quadro onde se encontra o controlador, sendo por isso irrelevante o seu percurso entre equipamentos.

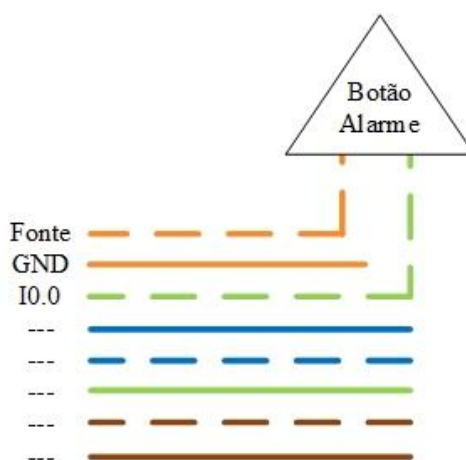


Figura 4.14 – Esquema de ligações do do cabo 0

Cabo 1

O cabo 1 faz a ligação de sinais entre o autômato e 6 componentes/equipamentos: o botão de iluminação do hall, a sirene do alarme de intrusão, o divisor de tensão para a entrada analógica que registra a posição do estore, os botões do estore do hall e o botão de iluminação do escritório. O esquema de ligação do cabo 1 está representado na Figura 4.15 e na Figura 4.15.

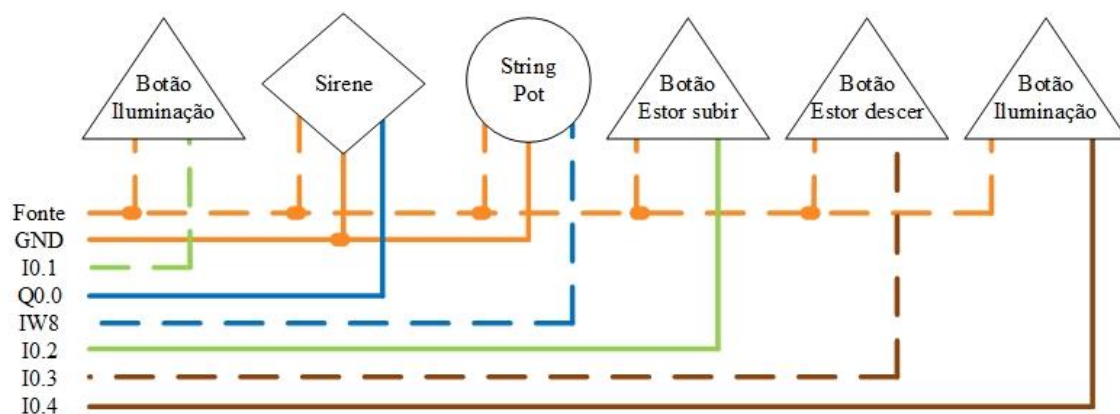


Figura 4.15 – Esquema de ligações do cabo 1

Cabo 2

O cabo 2 esquematizado na Figura 4.16 transmite sinais entre os botões do estore do escritório, o outro botão de iluminação para o escritório, o botão de iluminação para a circulação (corredor) e o sensor de movimento do corredor.

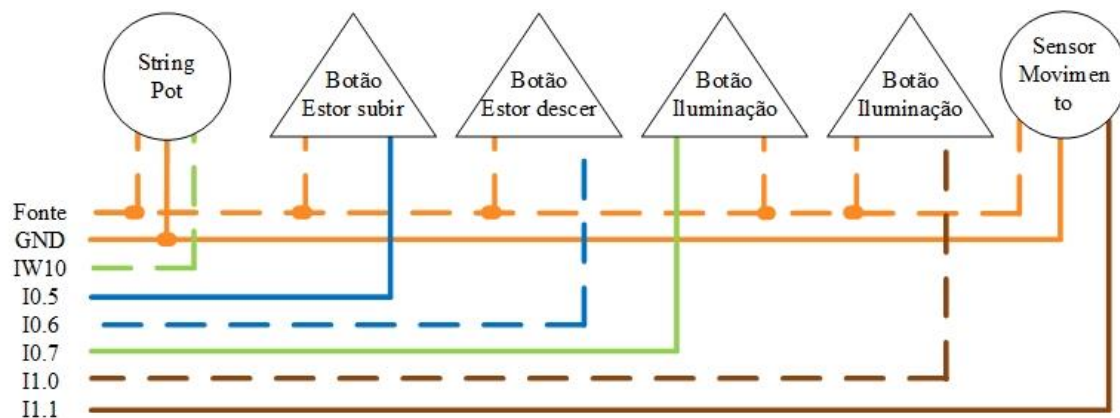


Figura 4.16 – Esquema de ligações do cabo 2

Cabo 3

O cabo 3 transmite sinais de dois botões e três sensores para o autômato. Os dois botões localizam-se na casa de banho e no corredor, e destinam-se à iluminação desses locais. O cabo ainda faz a ligação de dois sensores de movimento da sala de estar, para o sensor de quebra de vidro e do sensor de posição (após a saída do divisor de tensão) do estore da sala de estar (ver Figura 4.17).

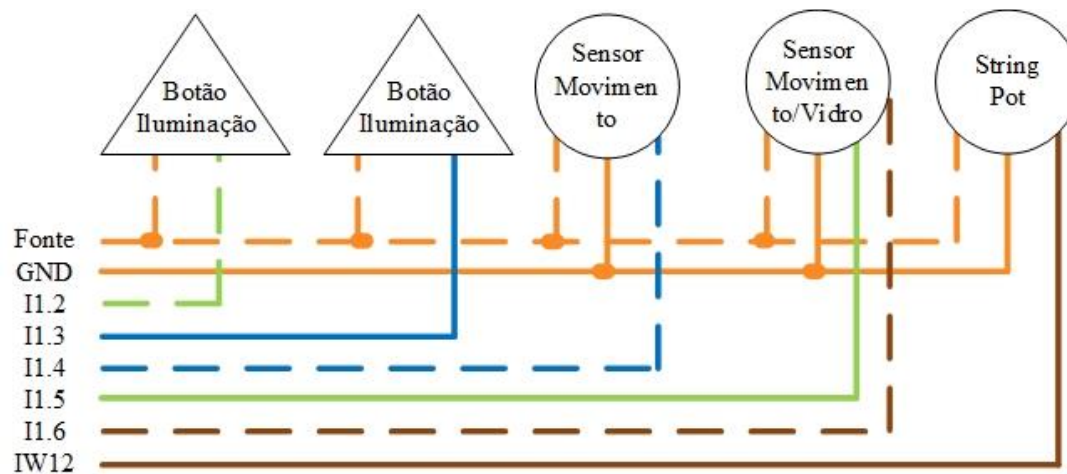


Figura 4.17 – Esquema de ligações do cabo 3

Cabo 4

O cabo 4 recebe sinais de quatro dispositivos, dois sensores de movimento com sensor de quebra de vidro incorporado, direcionados para hall de entrada e escritório e dois botões de iluminação, um para a circulação (escadas) e o outro para a iluminação da sala de estar (ver Figura 4.18).

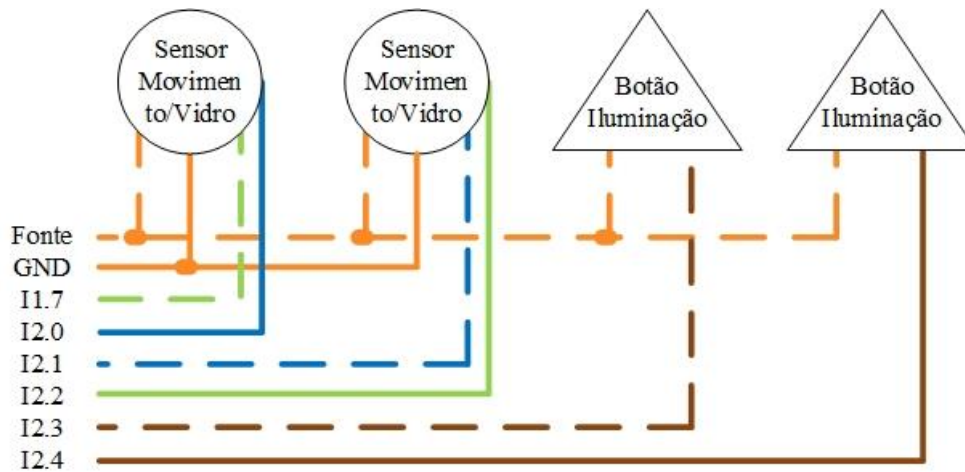


Figura 4.18 – Esquema de ligações do cabo 4

Cabo 5

No cabo 5 transmite sinais de uma saída do controlador (Q0.1), que atua a válvula de corte de gás e provenientes de cinco botões/sensores para as entradas do autômato. Em relação aos sinais para as entradas, um é proveniente do sensor de posição do estore da sala de jantar (após o divisor de tensão), dois dos botões para subir e descer o estore da sala de estar e, finalmente, aos botões para comandar a iluminação da sala de jantar e a varanda (ver Figura 4.19).

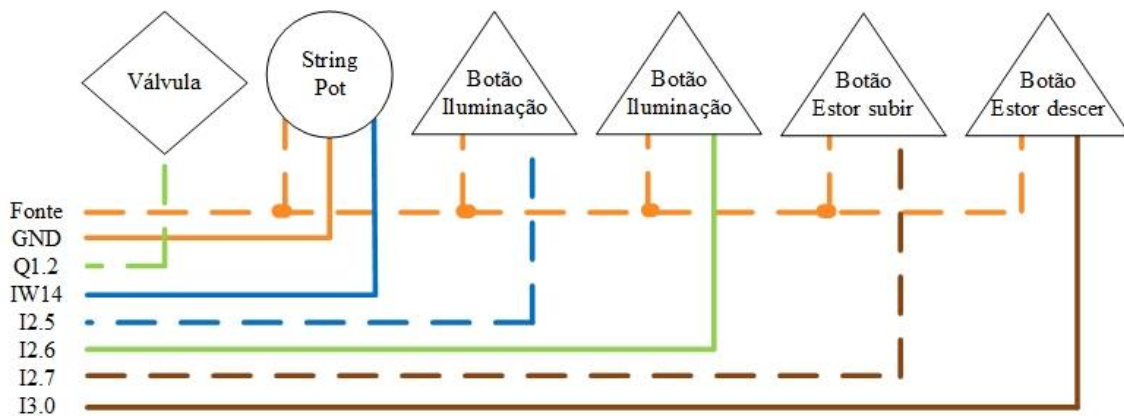


Figura 4.19 – Ligações do cabo 5

Cabo 6

O cabo 6 percorre as áreas da cozinha e sala de jantar e transmite dados de três sensores e dois botões. O sensor de detecção de gás e um sensor de movimento estão localizados na

cozinha e o outro sensor de movimento, localiza-se na sala de jantar. Este cabo também recebe sinais do sensor de quebra de vidro na sala de jantar e dos botões de iluminação da sala de jantar e da varanda (ver Figura 4.20).

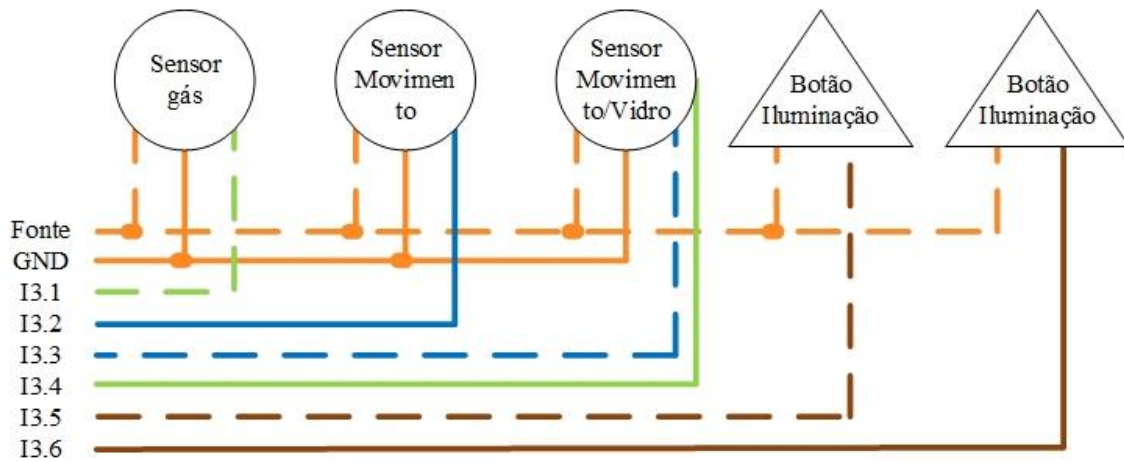


Figura 4.20 – Ligações do cabo 6

Cabo 7

O cabo 7 é o último dos cabos que está instalado no piso 0. Este cabo recebe sinais do botão de iluminação da cozinha, dos botões de subir e descer do estore da cozinha, do sensor de posição do estore da cozinha (após o divisor de tensão) e, por último, do sensor de movimento e de quebra de vidro da cozinha (ver Figura 4.21).

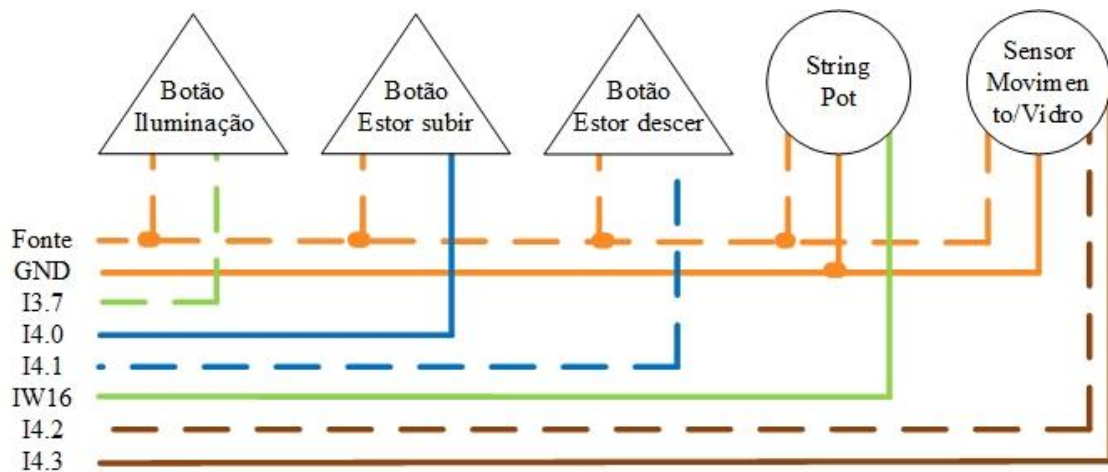


Figura 4.21 – Ligações do Cabo 7

Cabo 8

Todos os cabos a partir deste (cabo 8) estão localizados no piso 1 do edifício. Neste cabo também está ligado o sensor de movimento do da circulação das escadas, os botões para a iluminação da varanda e de circulação com piso 1 e, por último, o outro sensor de movimento das escadas (ver Figura 4.22).

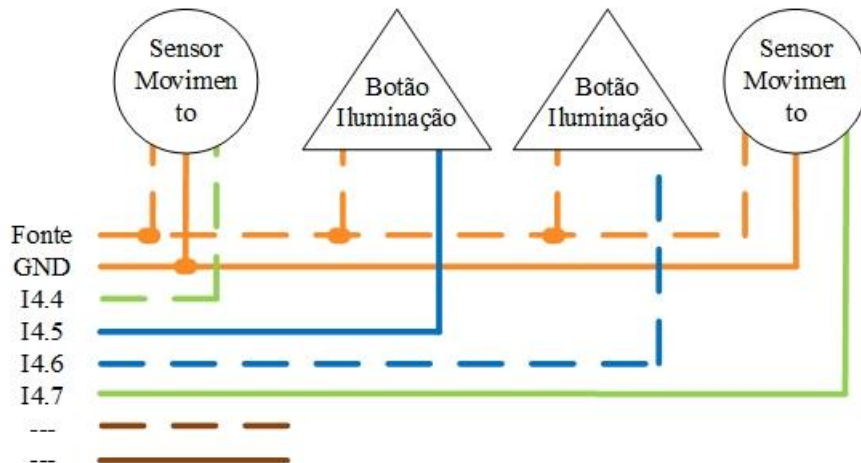


Figura 4.22 – Ligações do cabo 8

Cabo 9

O Cabo 9 recebe dados de 6 dispositivos: do sensor de movimento do closet, dos botões de iluminação do closet e da casa de banho da suite, do sensor de posição do estore (após o divisor de tensão), da casa de banho e dos botões de subir e baixar o mesmo estore (ver Figura 4.23).

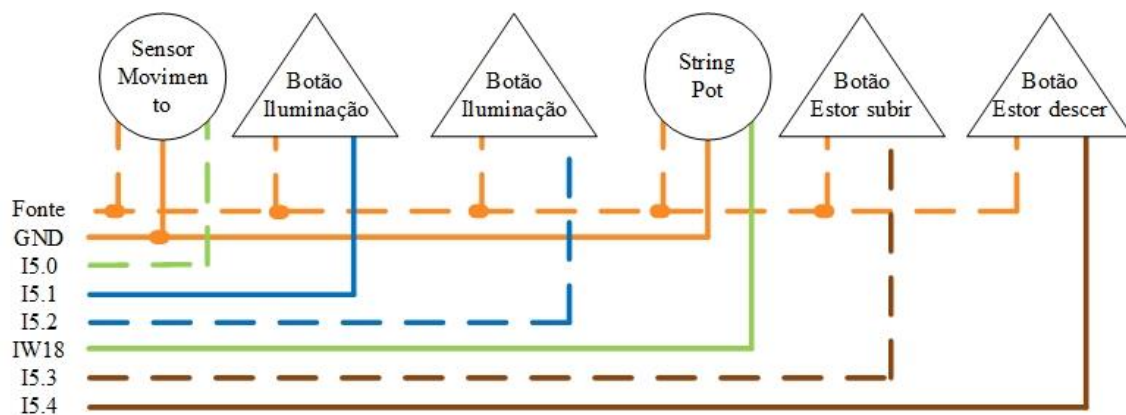


Figura 4.23 – Ligações do Cabo 9

Cabo 10

No cabo 10 recebe sinais dos botões de iluminação do closet e da suite, do sensor de movimento da suite, do sensor de posição do estore da suite e dos seus respectivos botões para subir e descer (ver Figura 4.24).

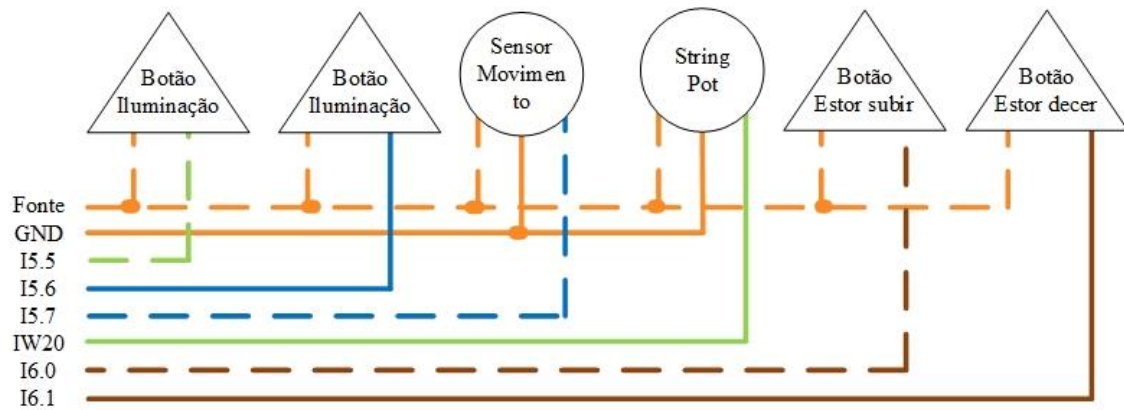


Figura 4.24 – Ligações do Cabo 10

Cabo 11

O cabo 11 está projetado para transmitir sinais para apenas 4 entradas do controlador, sendo elas: o sensor de movimento, os botões de subir e descer do estore e o seu sensor de posição. Todos os dispositivos estão localizados na mesma zona da moradia, o quarto 2 (ver Figura 4.25).

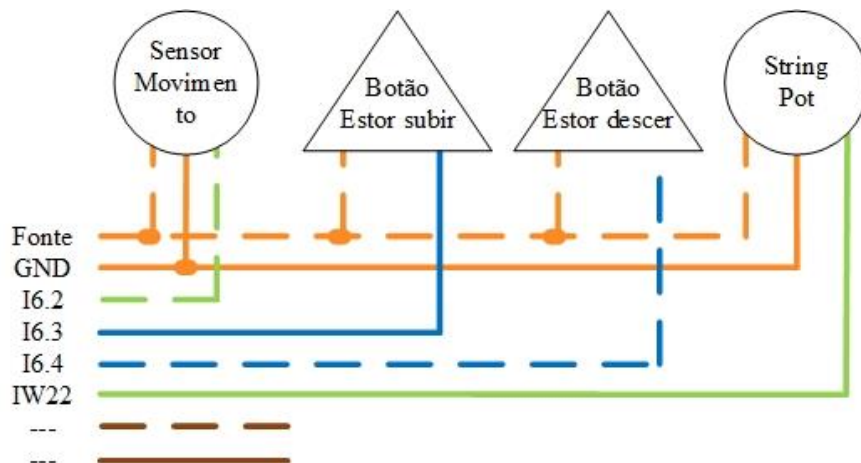


Figura 4.25 – Ligações do Cabo 11

Cabo 12

O cabo 12 está ligado ao botão de iluminação do quarto 2, ao botão de iluminação do quarto 1, aos botões de subir e descer do estore, sensor de posição também do estore e sensor de movimento, estes últimos dispositivos todos do quarto 1 (ver Figura 4.26).

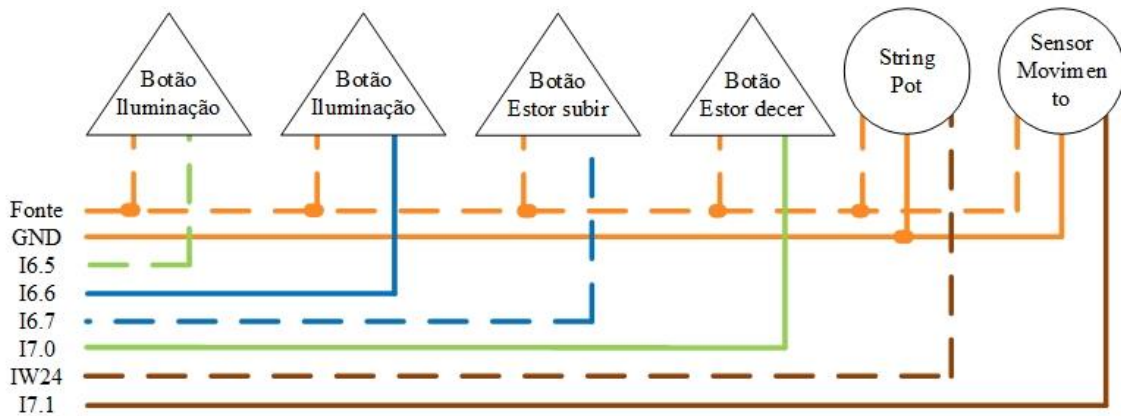


Figura 4.26 – Ligações do Cabo 12

Cabo 13

No cabo 13 está ligado ao botão de iluminação e subir e descer estore, assim como o sensor de posição do estore (após a saída do divisor de tensão). Todos estes dispositivos estão localizados na casa de banho do piso 1 (ver Figura 4.27).

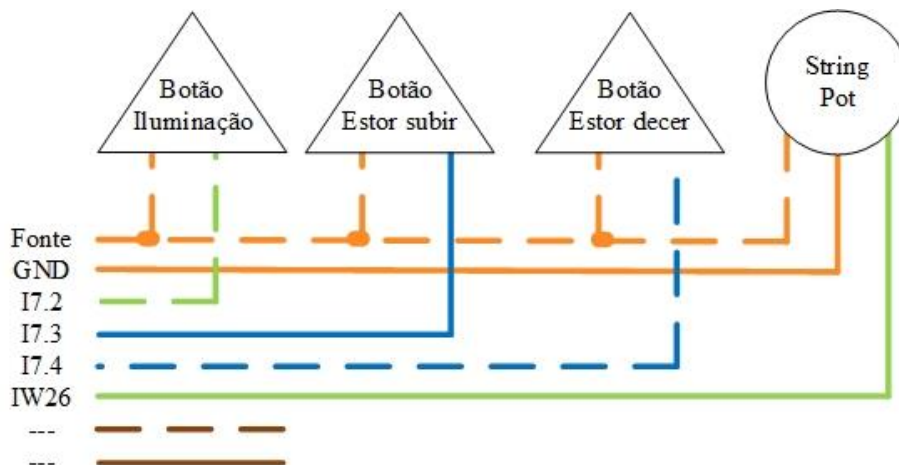


Figura 4.27 – Ligações do Cabo 13

Capítulo 5

Programação do autômato e webservice

Neste capítulo será abordada a programação do autômato, assim como a construção do webservice. A necessidade da programação do autômato e do webservice são fundamentais para a comunicação entre sistemas.

5 Programação do autómato e webservice

5.1 Introdução

O autómato é utilizado na indústria para controlar sistemas, sendo por isso construído com robustez de modo a ser adaptado às condições industriais. O autómato utilizado neste trabalho é o S7-1200, que é um dispositivo de gama de entrada da Siemens e que veio substituir o modelo anterior S7-200. Para além deste novo equipamento ser melhor em várias componentes distintas (melhor processador, mais memória), provavelmente a grande melhoria nas especificações é o fato de ser um dos primeiros autómatos de gama de entrada a ter acesso ao sistema de *WebService* da Siemens.

O acesso a este serviço permite ao utilizador ter ligação ao autómato através da *web* sendo que para isso é necessário criar ou programar uma interface (página *web*) para comunicar com o autómato. Este capítulo irá descrever a programação feita tanto na parte do autómato como na parte de webservice.

5.2 Diagramas de funcionamento dos sistemas

5.2.1 Sistema de iluminação

O sistema de iluminação funciona da seguinte forma, existem duas opções para que a iluminação ligue são elas por sensor de movimento ou por botão. No caso de se querer ligar o sistema por botão basta para isso pressionar o botão da zona correspondente e em seguida a iluminação acende como num sistema convencional. A diferença para o sistema convencional é que o botão que aciona a iluminação é um botão de contacto que está ligado a uma entrada do autómato que pode ser programado para ter outras funções. Para ligar a iluminação por sensor de movimento é necessário antes conectar o sensor ao sistema. Os sensores de movimento foram programados para funcionar tanto com o sistema de iluminação como com o sistema de intrusão, em alternância, ou seja, funcionam com um destes sistemas de cada vez. O sensor é conectado ao sistema de iluminação pressionando durante 5 segundos qualquer botão de iluminação da moradia.

Ao entrar no sistema de iluminação, os sensores acionam a iluminação quando detetam movimento.

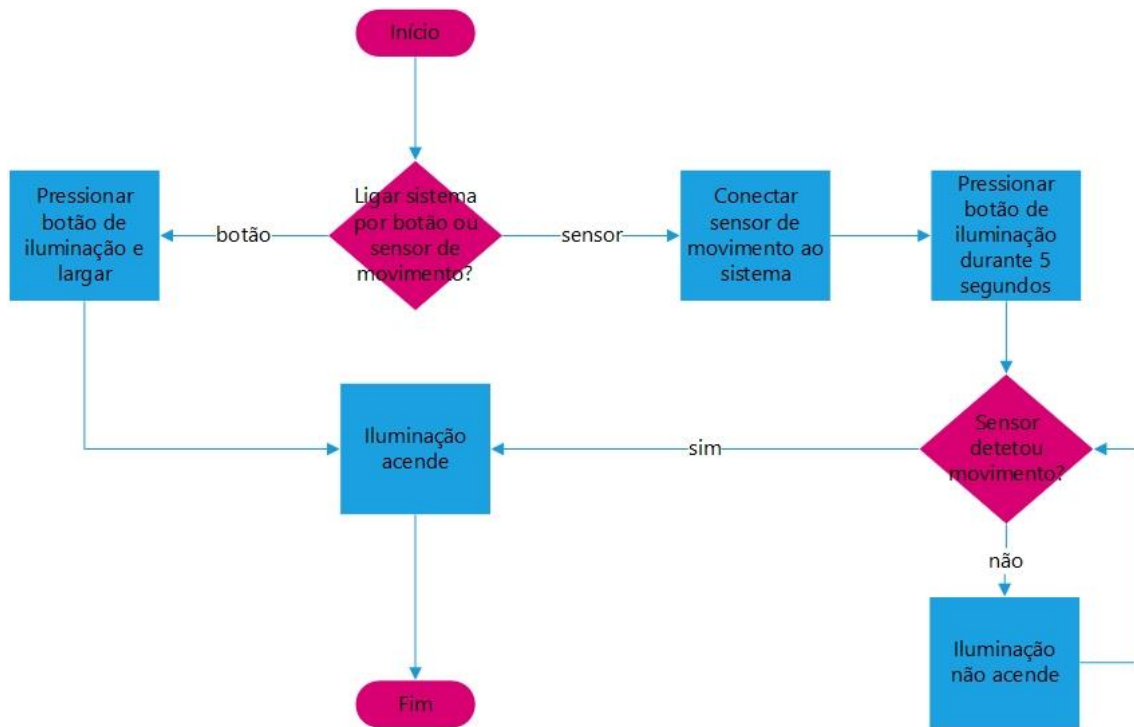


Figura 5.1 – Diagrama de funcionamento do sistema de iluminação

5.2.2 Sistema de estores

O sistema de estores é composto por duas ações possíveis, que são as de subir ou descer o estore e uma variável de decisão que é a posição em que se encontra o estore. Existem dois botões, um para cada ação. O comando dos estores conta ainda com a informação da posição em que se encontra o estore, obtida através do sensor de posição analógico que dá ao controlador a posição em que ele se encontra.

O controlador verifica a posição do estore, e consoante a disposição de onde se encontra, permite apenas a realização de uma das ações ou de ambas. Dentro da ação dos estores é possível executar funções diferentes. Por exemplo, no caso de se pretender subir totalmente o estore basta carregar duas vezes seguidas no botão subir num período de 4 segundos e o estore abre totalmente. No caso em que se queira subir até certo ponto específico basta ficar a carregar no botão subir continuamente até o estore chegar à posição pretendida. Da mesma forma que o sistema funciona para subir, também existem essas funções para descer. Também é possível parar o estore quando se optou pela

situação de subida ou descida total do estore, basta carregar no botão oposto à opção que o estore está a executar que este pára.

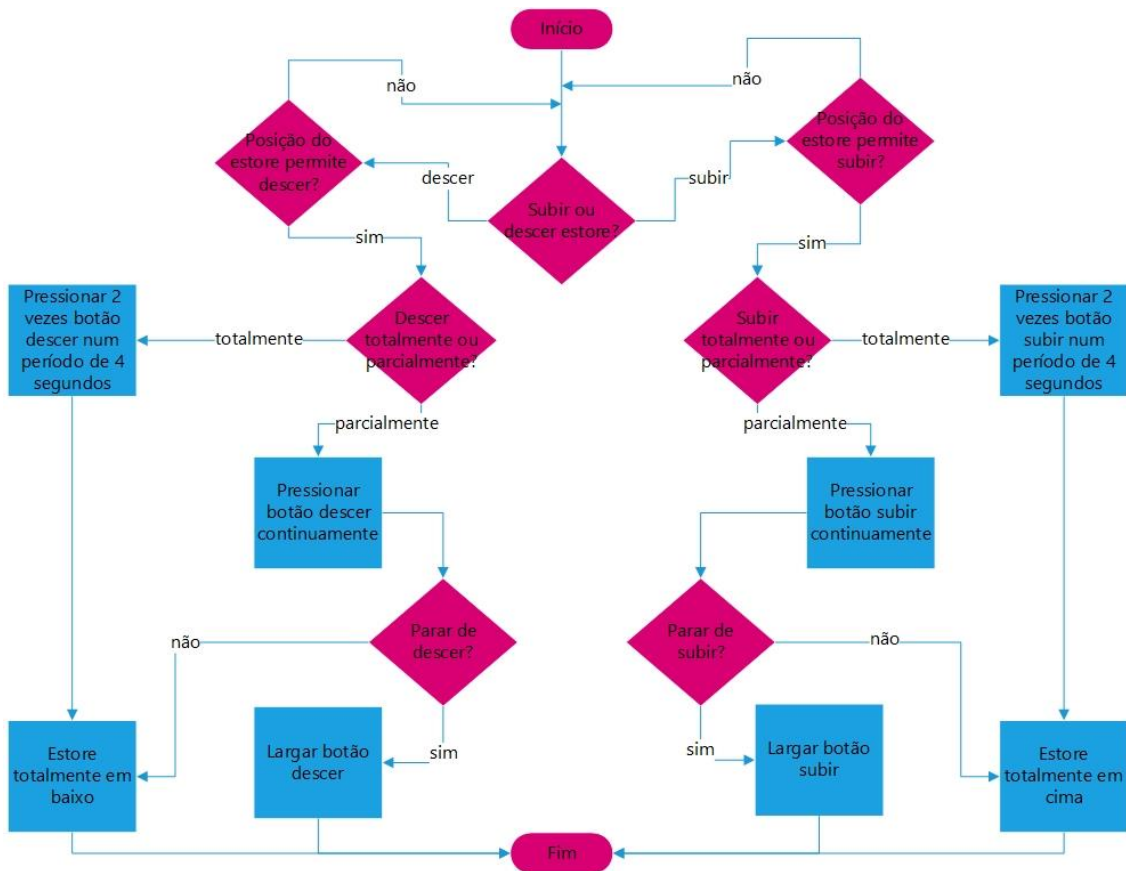


Figura 5.2 – Diagrama de funcionamento do sistema de estores

5.2.3 Sistema de intrusão

Neste sistema temos a possibilidade de ativar os sensores de movimento, como já previamente indicado. Além do sensor de movimento, a sirene de alarme também pode ser acionada pelo sensor de quebra de vidro. Para ativar o sistema de intrusão é necessário carregar no botão de alarme que se encontra no hall de entrada. Ao pressionar continuamente durante 10 segundos o sistema fica ativo, sendo que apenas o sensor de quebra de vidro está ativo. Esta opção de ter apenas o sensor de quebra de vidro ativo é importante porque permite ter o sistema de intrusão ativo mesmo com pessoas em casa. Para acionar a opção de detetar por sensor de movimento, basta pressionar o botão de alarme 3 vezes seguidas num período de 5 segundos. Esta opção de utilizar os sensores de movimento para o sistema de intrusão só faz sentido quando os moradores não estão presentes em casa.

Quando o sensor de quebra de vidro ou movimento é acionado a sirene soa o alarme e só desliga quando o sistema de intrusão é desligado pelo utilizador. O sistema desliga da mesma forma que é ativado, ao pressionar o botão de alarme durante 10 segundos.

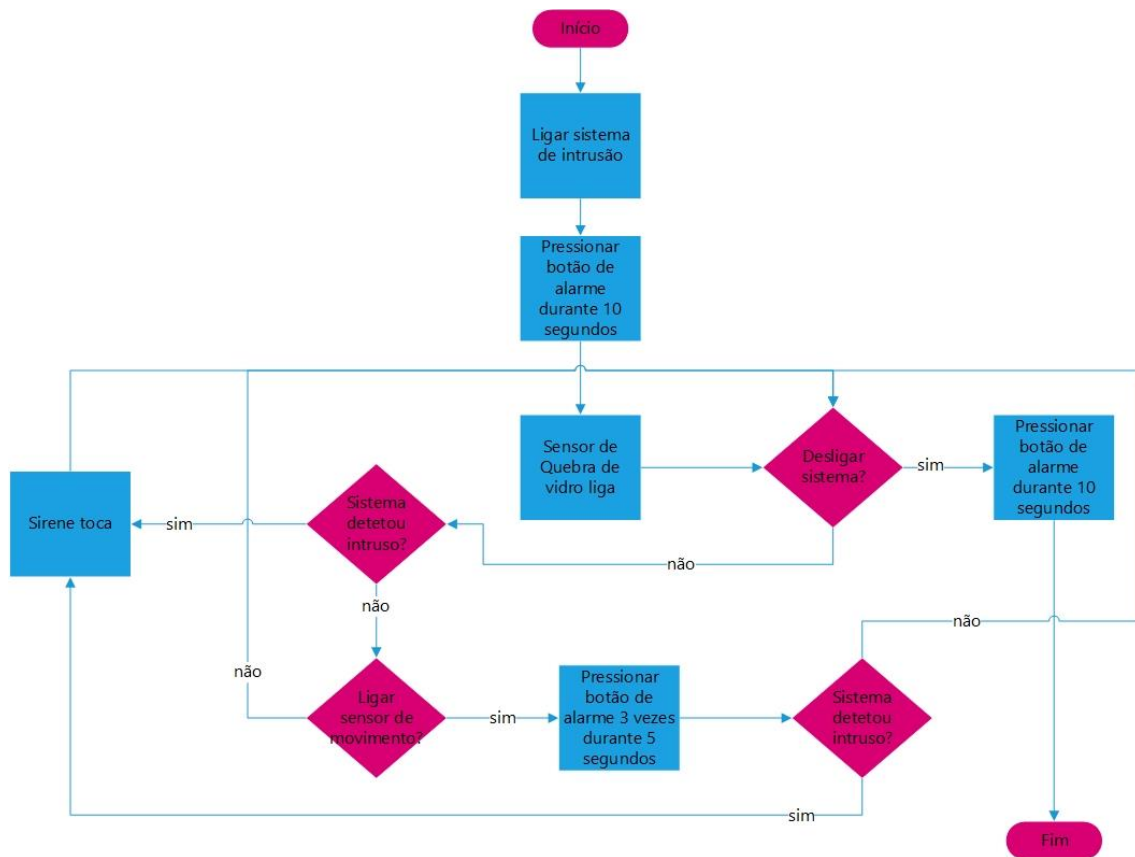


Figura 5.3 – Diagrama de funcionamento do sistema de intrusão

5.2.4 Sistema de corte de gás

Neste sistema a complexidade envolvida é praticamente inexistente. Existe um sensor que deteta a presença indevida de gás que em seguida provoca um corte na alimentação do gás, no local onde a válvula de corte está instalada. Para voltar a ativar o sistema é necessário rearmar a válvula manualmente.

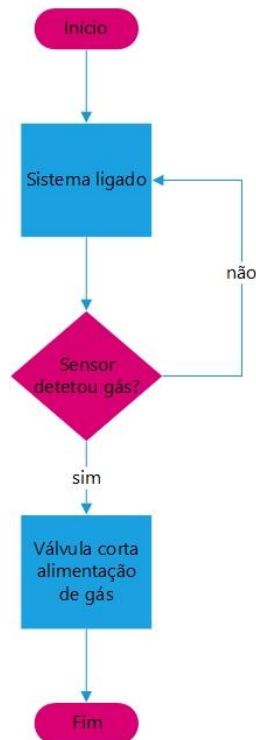


Figura 5.4 – Diagrama de funcionamento do sistema de corte de gás

5.3 Programação do autómato

Descrição da programação no TIA Portal

O sistema de domótica da habitação realizado no âmbito deste trabalho foi desenvolvido no *software* de automação da Siemens *Totally Integrated Automation Portal* (TIA Portal). O projeto está definido para controlar os 4 sistemas atrás introduzidos, sendo eles iluminação, estores, gás e intrusão.

O programa foi estruturado em *Ladder* tendo sido programado através de três blocos de funções (*function blocks* - FB) (ver Figura 5.5), parametrizados para cada zona da casa em que o sistema está a controlar.

O sistema de intrusão e o sistema de iluminação foram replicados na mesma função de bloco porque ambos utilizam o mesmo sensor de movimento, mas para propósitos diferentes.

No anexo 4 está inserido a tabela de entradas e saídas do autómato.

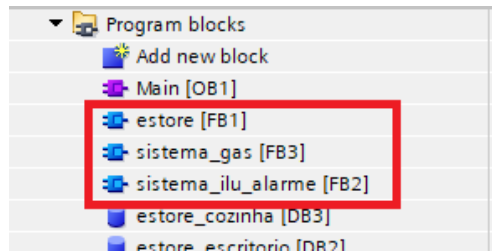


Figura 5.5 – Funções de bloco do programa

5.3.1 Bloco de função “Estore” [FB1]

No sistema de estores estão definidas 2 entradas (*input*) de contacto no controlador, (botão para subir e botão para descer), e um *input* analógico que indica a posição do estore através do sensor de posição.

Como saídas (*outputs*) do sistema temos o acionamento dos contactores para descer o estore e para subir o estore.

A programação desta função de controlo do posicionamento dos estores tem 5 redes (*networks*) de programação *Ladder*. a explicação de cada uma delas será dada em seguida. A *network* 1 (ver figura 5.6) tem como finalidade o acionamento do motor para descer o estore, existindo duas formas diferentes de o fazer. A primeira forma é pressionar o botão para descer, sendo que o movimento se inicia ao fim de um segundo e mantém-se enquanto o botão permanece pressionado. A outra forma é aplicar dois toques no botão para descer de modo a que ele desça na totalidade. Neste caso, os dois toques têm de ser consecutivos, conforme se descreve de seguida.

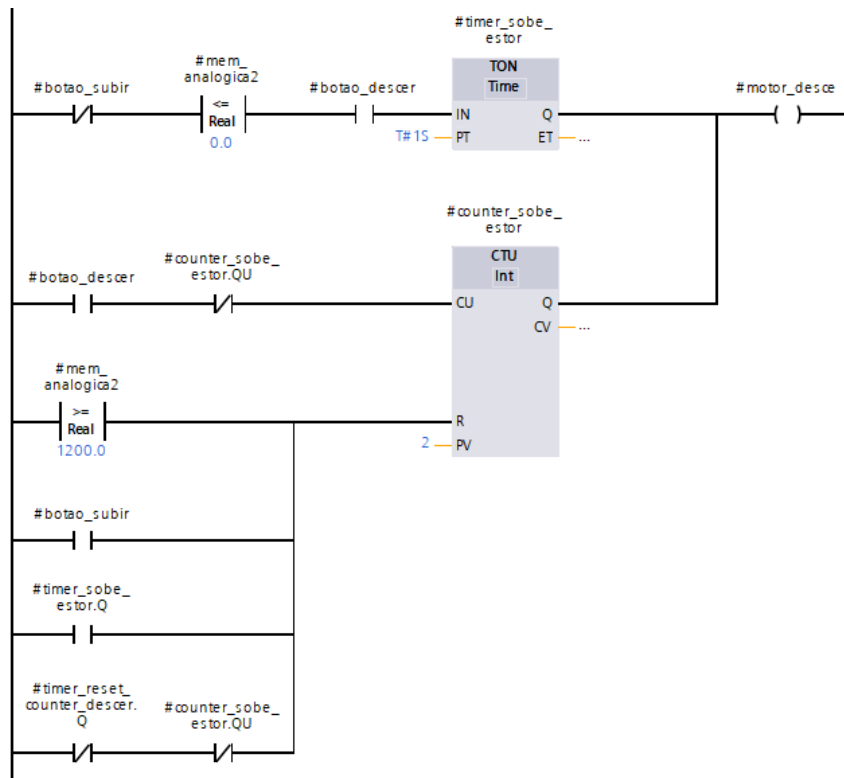


Figura 5.6 – Network 1- sistema de estore

Utilizando um contador para identificar o número de toques dados no botão é possível aplicar um comando contínuo ao *output* para descer o motor.

Ao aplicar este comando de baixar o estore através de dois toques, é necessário criar as condições para que o mesmo páre quando for necessário. A paragem do motor é efetuada aplicando um *reset* ao contador, sendo possível as seguintes formas:.

- Pressionar o “botão subir”;
- Pressionar o “botão descer” mais de um segundo e depois largar o botão;
- Quando a posição do estore chega ao fim do sensor;
- Depois de pressionado uma vez o botão para descer, se depois de quatro segundos (ver figura 5.7) for pressionado novamente, é feito *reset* ao contador. Isto previne as situações em que alguém pressiona o botão apenas uma vez e ao fim de algum tempo volta a pressionar o botão. Desta forma o controlador não assume esse comando como dois toques seguidos.

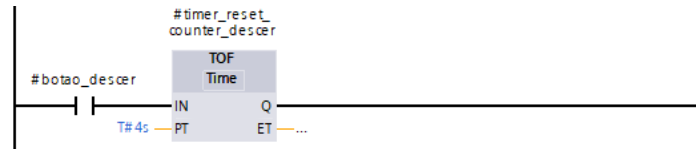


Figura 5.7 – Network 2- sistema de estore

A *network* apresentada na figura 5.8 foi programada para fazer a conversão da entrada analógica do controlador para dados possíveis de processar pelo autómato. A função NORM_X converte o valor inteiro num valor real “normalizando” numa escala de 0 a 27648, esse valor é depois em tempo real guardado numa memória do autómato e em seguida é transformado para uma escala de 0.0 a 2000.0 através da função SCALE_X e armazenado novamente numa memória do autómato em tempo real. A escala anteriormente definida corresponde à altura em milímetros em que é possível programar o autómato.

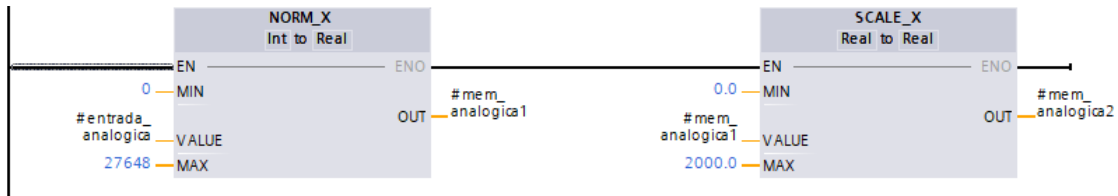


Figura 5.8 – Network 3- sistema de estore

O funcionamento para o motor subir é semelhante ao funcionamento do motor a descer. Essencialmente, a diferença nesta rede está relacionada com os botões a acionar (as ações que eram acionadas com o “botão descer” passam a ser com o “botão subir” e vice-versa) e com o valor analógico que define o fim do movimento, para fazer o reset ao motor (considera-se o estore totalmente fechado com o valor 1200.0 e totalmente aberto com o valor 0.0). Na figura 5.9 está representada a *network* para o funcionamento do motor a subir.

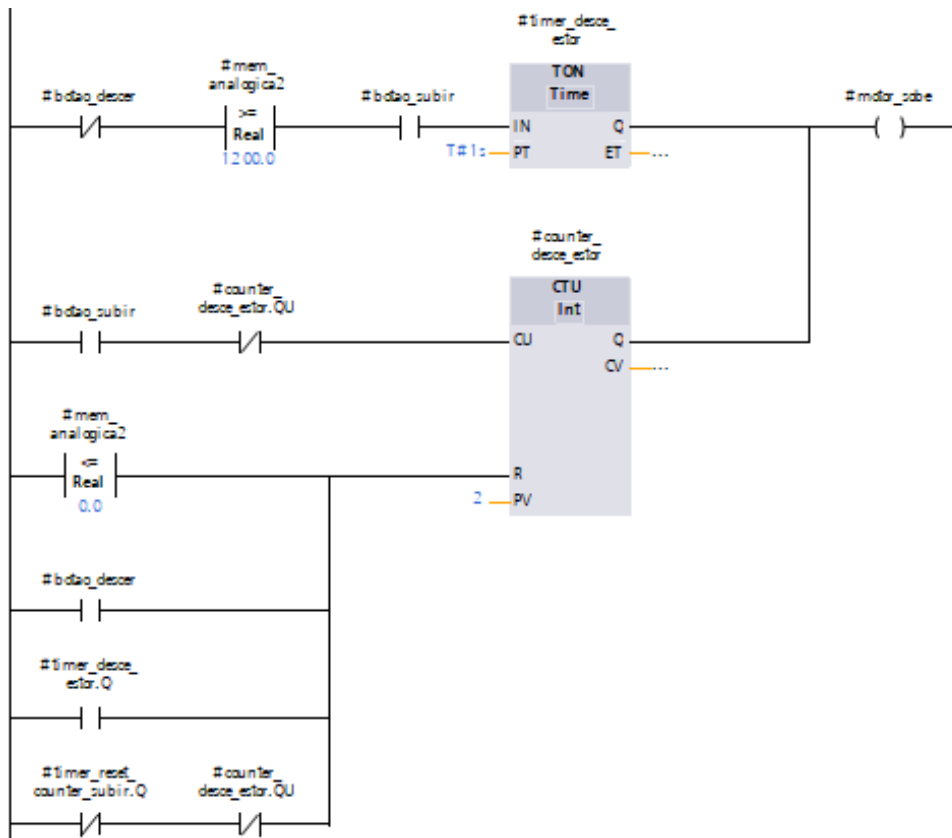


Figura 5.9 – Network 4- sistema de estore

A figura 5.10 da *network 5* tem o mesmo objetivo da *network 3*, isto é, de esperar até quatro segundos para assumir o valor de dois toques no contador. Esta rede permite que, nos casos em que existam dois toques espaçados no tempo, o controlador não assuma que é para subir o estore.



Figura 5.10 – Network 5- sistema de estore

5.3.2 Bloco de função “Sistema_gas” [FB3]

O sistema de gás tem uma programação simples, sem a necessidade de blocos especiais como temporizadores ou contadores. Como é possível verificar na figura 5.11, esta rede tem apenas uma entrada e uma saída. Quando o sensor de gás detecta a presença de gás ativa o contacto “sensor” que, por sua vez, aciona o mecanismo da válvula.

Como o sensor de gás é normalmente fechado, ele envia um sinal à entrada do controlador enquanto não existir presença de gás. Ao ser programado como normalmente fechado, a válvula de segurança só é acionada quando o sensor deixa de enviar sinal ao controlador. Esta forma de atuar previne por exemplo que, num caso de incêndio em que exista um curto-circuito, a válvula seja acionada.

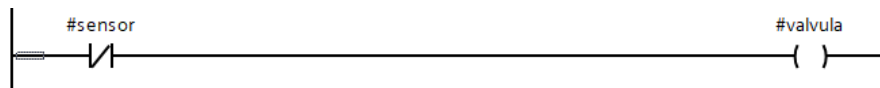


Figura 5.11 – Network 1- sistema de gás

5.3.3 Block de função “Sistema_ilu_alarme” [FB2]

Esta função de blocos é a mais complexa no seu todo porque é feita para englobar dois sistemas diferentes e zonas com características específicas, como por exemplo nas situações em que queremos atuar um comutador de escadas.

As *networks* das Figuras 5.12 e 5.13 têm uma programação semelhante e servem para definir o estado das memórias auxiliares. O estado destas memórias será utilizado na programação da iluminação através de um toque no botão de pressão.

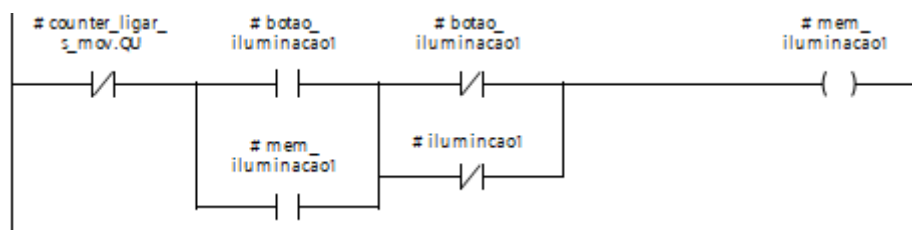


Figura 5.12 – Network 1- sistema de iluminação e intrusão

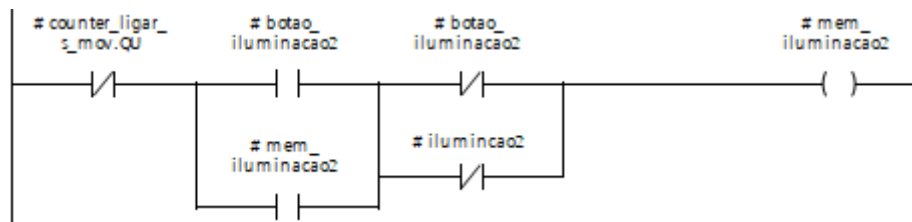


Figura 5.13 – Network 2- sistema de iluminação e intrusão

A *network* da Figura 5.14 aciona a iluminação, sendo também utilizada na situação em que existe uma comutação de escadas. Por esta razão, esta rede analisa o estado de duas entradas possíveis (“iluminação1” e “iluminação2”) e define o estado de duas saídas possíveis (“ponto_de_luz1” e “ponto_de_luz2”). Desta forma é possível acender as luzes da sala de estar, onde existem dois interruptores e dois pontos de luz diferentes para a mesma zona.

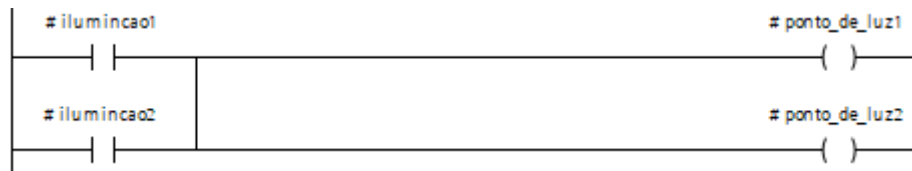


Figura 5.14 – Network 3- sistema de iluminação e intrusão

As redes que estão representadas nas figuras 5.12 e 5.13 são semelhantes às apresentadas nas figuras 5.15 e 5.16, tendo sido adaptadas para funcionar em situações específicas (ex: comutador de escadas). No entanto, nestas *networks* também foi adicionado o estado do sensor de movimento para acionar a iluminação quando este deteta a presença de uma pessoa.

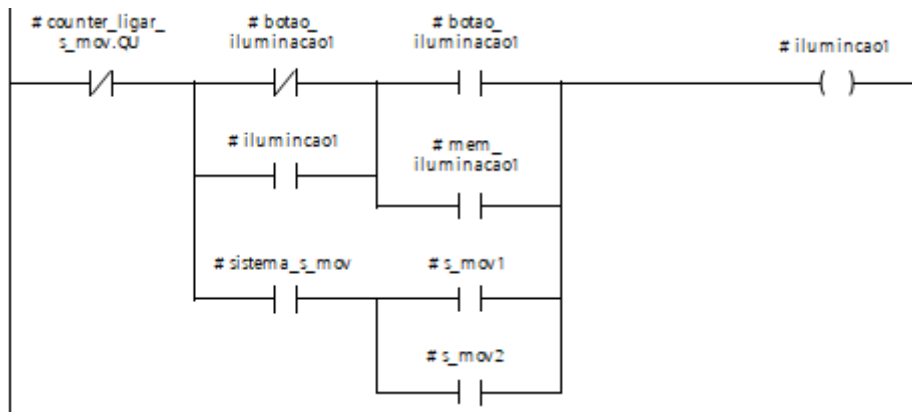


Figura 5.15 – Network 4- sistema de iluminação e intrusão

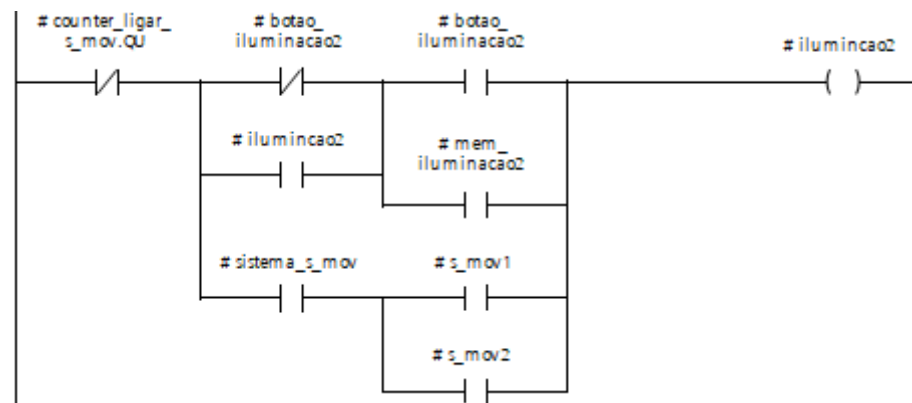


Figura 5.16 – Network 5- sistema de iluminação e intrusão

Para o sensor de movimento funcionar de forma independente para cada sistema, iluminação ou intrusão é necessário que o controlador saiba qual o sistema que está ativo. A figura 5.17 apresenta a rede que foi programada para ativar o sistema do sensor de

movimento para funcionar com a iluminação ao aplicar um toque continuado durante cinco segundos num botão de iluminação qualquer.

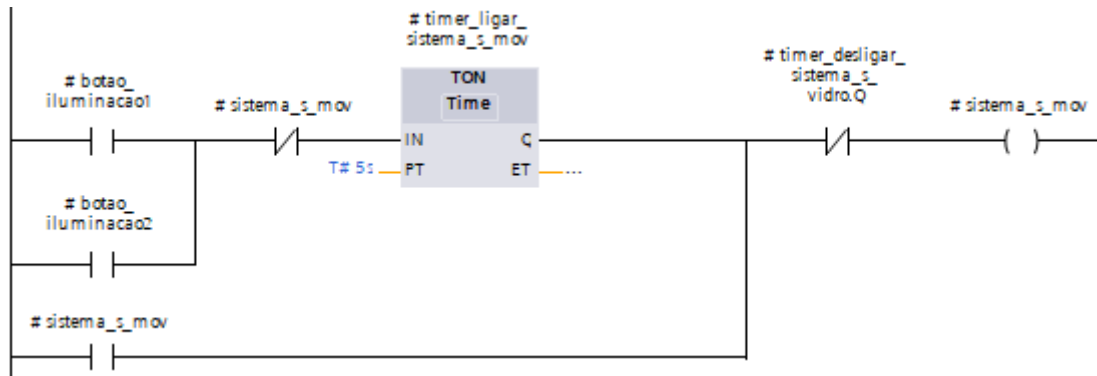


Figura 5.17 – Network 6- sistema de iluminação e intrusão

Da mesma forma, a funcionalidade da iluminação ser acionada por sensor é desligada, pressionando durante cinco segundos qualquer botão de iluminação. Na figura 5.18 está apresentada a programação realizada para fazer essa ação.

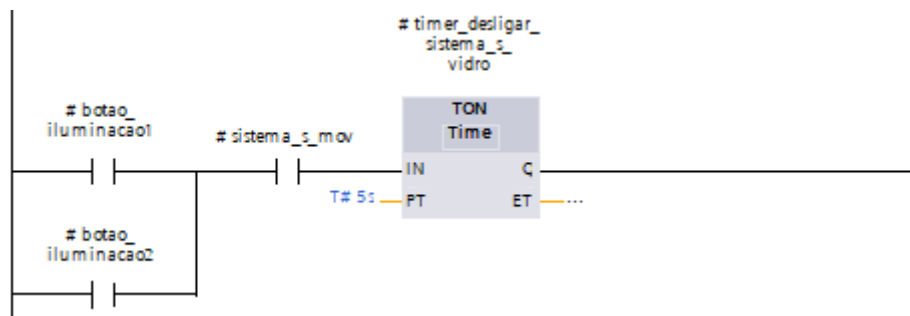


Figura 5.18 – Network 7- sistema de iluminação e intrusão

Para o sistema de alarme funcionar este deve ser acionado, bastando pressionar o botão de alarme durante 10 segundos. Na figura 5.19 está representada a rede que permite acionar o sistema de alarme.

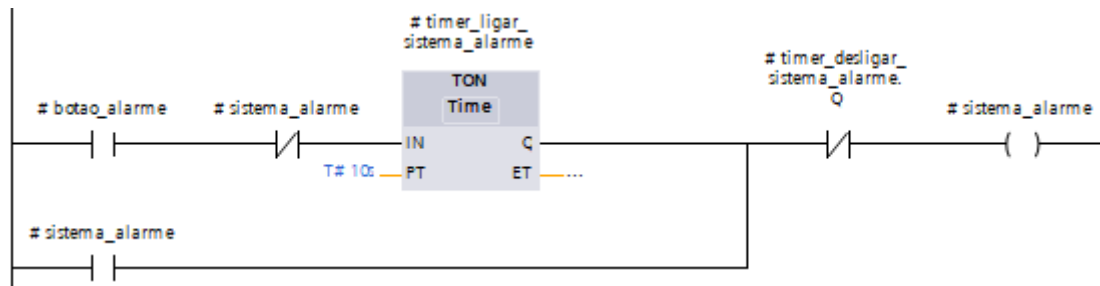


Figura 5.19 – Network 8- sistema de iluminação e intrusão

O sistema de alarme é desligado (tendo sido atuado ou não) quando o botão de alarme é pressionado durante de dez segundos. A figura 5.20 ilustra a programação realizada para desligar o sistema de alarme.

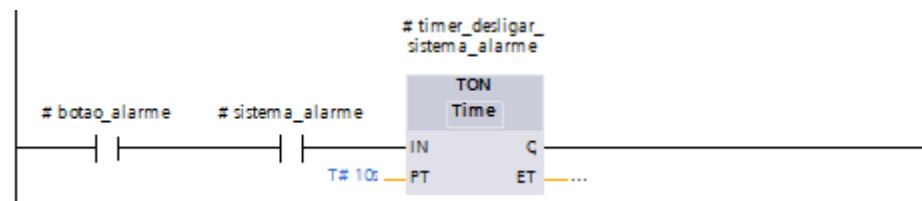


Figura 5.20 – Network 9- sistema de iluminação e intrusão

O sistema de alarme depois de ser ativado pode atuar de duas formas diferentes: por sensor de movimento ou por sensor de quebra de vidro. Quando um destes sensores é atuado a sirene é ativada. A programação para o acionamento da sirene de intrusão é apresentada na figura 5.21.

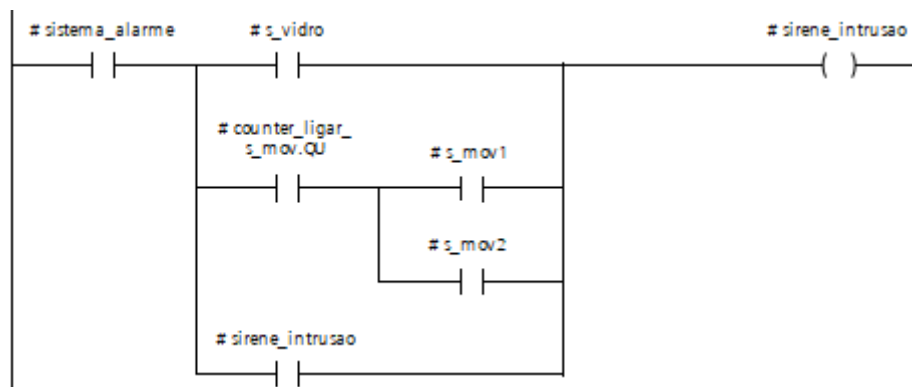


Figura 5.21 – Network 10- sistema de iluminação e intrusão

Ao ser acionado o *output* “sirene_intrusão” é ativado o alarme sonoro que corresponde à saída do autômato para ligar o alarme, como está ilustrado na Figura 5.22. Esta ação é programada com recurso a uma memória auxiliar. Neste caso a memória denominada por “sirene_intrusão” porque a função de blocos não aceita entradas e saídas com o mesmo nome (ver Figura 5.21).



Figura 5.22 – Network 11- sistema de iluminação e intrusão

É importante referir que o sistema de intrusão pode funcionar sem que o sensor de movimento esteja ligado, sendo acionado apenas por sensor de quebra de vidro. Para incorporar o sensor de movimento na intrusão, é necessário premir o botão de alarme três vezes durante cinco segundos, conforme apresentado na figura 5.12 e 5.13). Assim, quando o sensor de movimento detetar uma pessoa atua o alarme sonoro, a saída do contador “# counter_ligar_s_mov” impede que o sistema de iluminação funcione quando o sensor de movimento está associado ao sistema de intrusão. De facto, não faz muito sentido ter um sensor de movimento para acionar um sistema de alarme (o que acontece quando ninguém está em casa) e para ligar a luz (ações com pessoas dentro de casa).

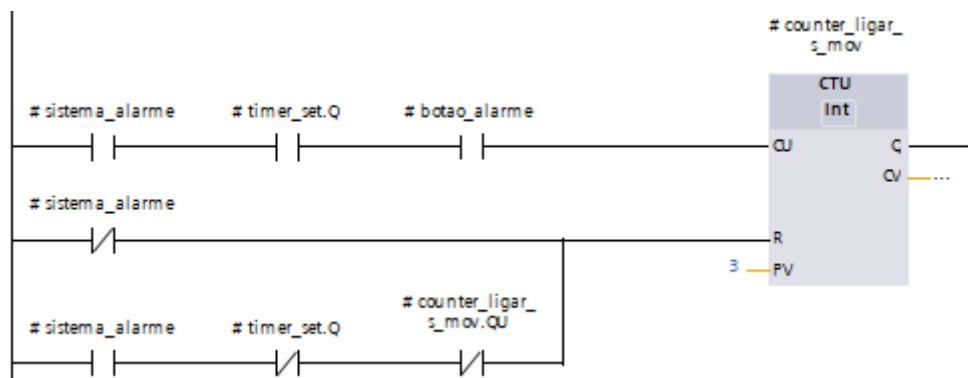


Figura 5.23 – Network 12- sistema de iluminação e intrusão

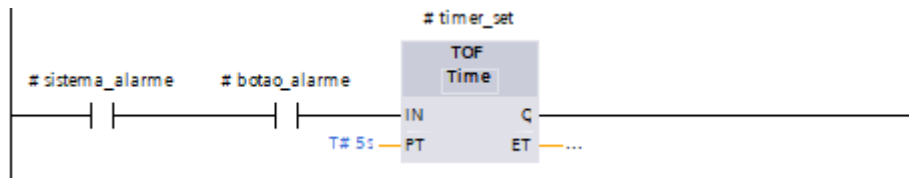


Figura 5.24 – Network 13- sistema de iluminação e intrusão

5.4 Servidor web

O servidor Web permite a comunicação com os sistemas de forma interativa, conceptualmente é possível aplicar as ações induzidas nos sistemas através do servidor, isto é, aplicar a ação de pressionar um botão de algum dos sistemas virtualmente através do servidor.

Tratando-se de uma parte conceptual não é dado um grande aprofundamento neste tópico, no entanto é de salientar algumas partes significativas que devem ser mencionadas.

O servidor está introduzido na programação do autómato através de ficheiros estruturados para páginas Web, neste caso a programação utilizada foi em *html*. Para ativar o servidor web é necessário acionar a opção dentro autómato, como é possível verificar na Figura 5.25.

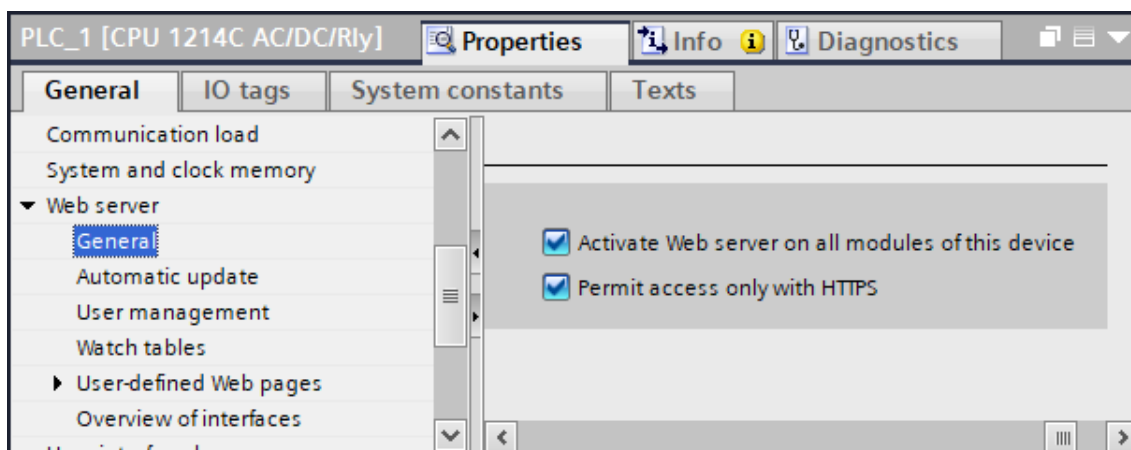


Figura 5.25 – Ativação da página Web no Autómato

O servidor é composto por uma página principal *Index* e por quatro páginas secundárias, que dão acesso aos sistemas a que se quer controlar. Depois de configuradas as páginas são introduzidas na programação através de uma diretoria do computador e em seguida é gerado o código no autómato através da opção *generate block*, como é possível ver na Figura 5.26.

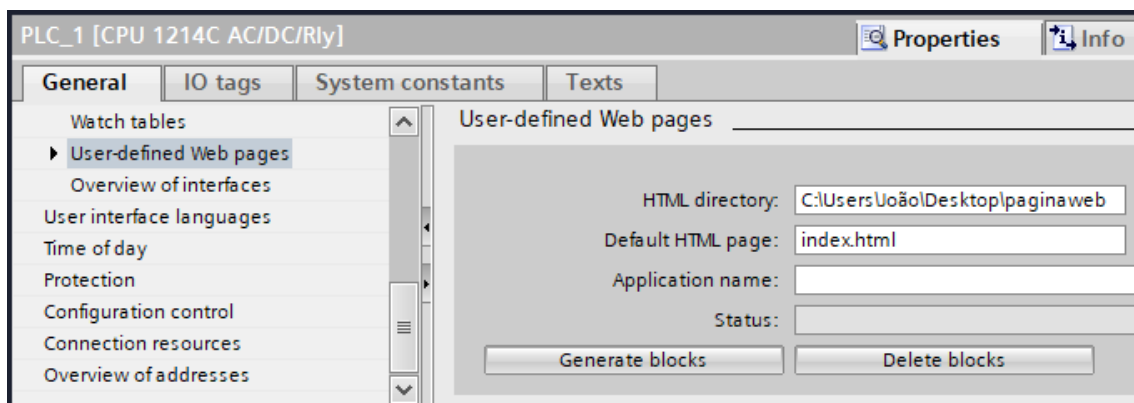


Figura 5.26 – Gerar blocos do servidor Web no autómato

Ao entrar no servidor tem-se acesso ao *índex* onde depois é possível verificar o estado dos sistemas de iluminação, estores, intrusão e corte de gás, implementar ações e controlar os dispositivos da casa, na Figura 5.27 e está demonstrado a aplicação onde é possível entrar nas configurações criadas.

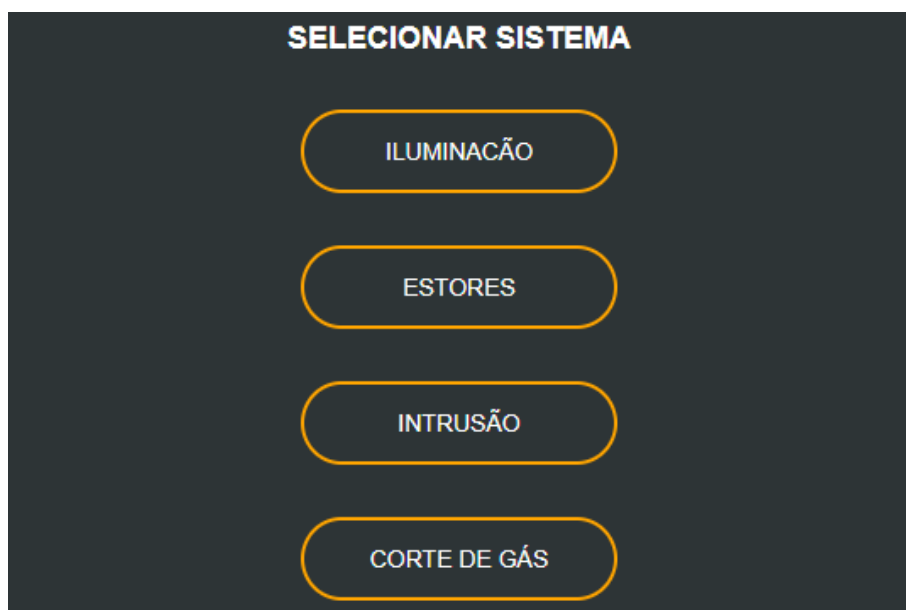


Figura 5.27 – Index da página web

A programação do servidor web é apresentada no Anexo 1.

Capítulo 6

•

Conclusões e trabalho futuro

Neste capítulo são enumeradas as conclusões obtidas na realização do projeto efetuado, assim como apresentados possíveis desenvolvimentos futuro, nomeadamente a expansão a mais sistemas de controlo e otimização dos sistemas criados e melhoramento da interface da página web

6 Conclusões e trabalho futuro

6.1 Conclusões

O desafio de implementar uma solução de uma moradia controlada por um PLC tornou-se uma tarefa difícil. Os conceitos a aplicar foram para lá da engenharia Mecânica e da automação, o que obrigou a uma maior pesquisa e aprendizagem de técnicas/áreas científicas a aplicar para que tudo funcionasse de forma correta. Para implementar este projeto em específico, além do conhecimento acerca de programação do autómato, foi também necessário aprender programação em HTML para a criação da página web.

Outro dos principais obstáculos ao sistema implementado foi inexistência de módulos de entradas e saídas no laboratório que permitissem implementar o sistema completo na moradia desenvolvida no caso de estudo. O programa completo apenas foi verificado em simulação com todas as entradas e saídas.

Por fim, no computo geral, o projeto nos sistemas a que foram propostos está bem implementado.

6.2 Trabalho futuro

Os trabalhos a desenvolver no futuro devem ser na melhoria e otimização do sistema de supervisão, assim como o acrescento de novos sistemas associados ao controlador. Diminuir o número de entradas no autómato, por exemplo nos estores utilizar apenas um botão para as funções de descer e subir. Acrescentar sistemas como uma estação meteorológica e sistema de ar-condicionado e configurar os sistemas para trabalharem em conjunto na eficiência energética da moradia. Como exemplo a luz solar durante o dia pode ser aproveitada para aquecer a casa nos dias de sol durante o inverno e fechar automaticamente os estores assim que a luz se torna fraca e assim ajudar a manter o ar quente no interior da casa.

Uma forma de melhorar a interação com o sistema domótico seria acrescentar uma interface HMI para monitorização e controlo para além da página web e também criar

um servidor com base de dados para armazenar as informações dadas pelo controlador e assim otimizar sistemas no futuro.

A programação da página web também pode ser melhorada ao acrescentar novas funcionalidades como por exemplo ir buscar dados meteorológicos de fontes web e com isto poder sugerir, ações a tomar, ou até o controlador tomar essas ações automaticamente. Dentro da indústria 4.0 que era um dos objetivos iniciais do projeto mas que com a opção de utilizar componentes sem capacidade de processamento ficou um pouco de lado. Pode ser retomada com o acrescento de novos equipamentos “inteligentes”.

Referências bibliográficas

- [1] R. G. Domingues and A. C. de P. Filho, “A importância da domótica para a sustentabilidade das cidades,” *VII Encontro Tecnol. informação e Comun. na construção*, p. 12, 2015.
- [2] B. D. C. Khedekar, “Home Automation—A Fast - Expanding Market,” *Thunderbird Int. Bus. Rev.*, vol. 49, no. 5, pp. 630–631, 2016.
- [3] D. Computadores, “Domótica KNX / EIB de Baixo Custo Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores,” 2008.
- [4] K. Castro, “Domótica - Desenvolvimento de uma solução integradora,” Universidade de Aveiro, 2012.
- [5] L. A. C. de Sousa, “Sistema modular de comunicação e controlo de dispositivos sensores/actuadores: Um ensaio na NextToYou - Network Solutions, Lda.,” FEUP, 2012.
- [6] M. Fonseca and G. Martinho, “Emulador de Dispositivos Domóticos,” 2016.
- [7] “Arquitectura de los sistemas | Domótica.” [Online]. Available: <https://domoticaudem.wordpress.com/arquitectura-de-los-sistemas/>. [Accessed: 20-Mar-2018].
- [8] “Las arquitecturas del sistema de domótica | Hogartec.” [Online]. Available: <http://hogartec.es/hogartec2/las-arquitecturas-del-sistema-de-domotica/>. [Accessed: 20-Mar-2018].
- [9] “LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE DOMÓTICA - DOMOTICA.” [Online]. Available: <http://domotica1003.weebly.com/la-arquitectura-del-sistema-de-domoacutetica.html>. [Accessed: 20-Mar-2018].
- [10] P. E. F. Gouveia, “DOMUS A – Automação de ambientes residenciais,” Universidade de Aveiro, 2009.
- [11] “Modules - X10 Home Automation.” [Online]. Available: <https://www.x10.com/x10-home-automation/modules.html>. [Accessed: 05-Feb-2018].
- [12] “EuroX10 : X10Info.” [Online]. Available: <http://www.eurox10.com/Content/X10Information.htm>. [Accessed: 15-Nov-2017].

- [13] “KNX Association - KNX Association [Official website].” [Online]. Available: <https://www.knx.org/pt/>. [Accessed: 13-Nov-2017].
- [14] “Zigbee Alliance.” [Online]. Available: <http://www.zigbee.org/>. [Accessed: 02-Mar-2018].
- [15] E. De Engenharia, “Rui Alexandre Pereira Azevedo Domótica sem fios baseada em redes ZigBee Rui Alexandre Pereira Azevedo Domótica sem fios baseada em redes ZigBee,” 2016.
- [16] “- The Internet of Things is powered by Z-Wave.” [Online]. Available: <https://z-wavealliance.org/>. [Accessed: 02-Mar-2018].
- [17] “EuroX10 : Insteon Info.” [Online]. Available: <http://www.eurox10.com/Content/insteon.htm>. [Accessed: 03-Mar-2018].
- [18] *SIEMENS - PROFINET System Description*. 2008.

Anexo 1 – Código HTML


```

<!DOCTYPE html>
<html>
<!-- AWP_In_Variable Names="Output_0" -->
  <head>
    <title>Welcome to my page</title>
  </head>
  <body>
    <form>
      <input type="submit" value="Set_Output_0">
      <input type="hidden" name=""Output_0" value="1">
    </form>
    <form>
      <input type="submit" value="Reset Output_0">
      <input type="hidden" name=""Output_0" value="0">
    </form>
    Output 0 : :="Output_0":
  </body>
</html>

```

```

body{
  margin: 0 20px;
  padding: 0;
  background-color: #2d3436;
  text-decoration-color: white;
  font-family: arial,sans-serif;
}

```

```

nav{
  margin: 20px;
}

```

```

footer{
  color: white;
  font-size: 10px;
  float:right;
}

```

```

table {
  font-family: arial, sans-serif;
  border-collapse: collapse;
  width: 100%;
}

```

```

td, th {
  color: white;
  border: 2px solid orange;
  text-align: left;
  padding: 8px;
}

```

```

tr:nth-child(even) {
  background-color: black;
}

```

```
        color: white;
    }

    button.menu{
        border-radius: 28px;
        margin: auto;
    }

    .titulo{
        font-size: 18px;
        text-align: center;
        color: white;
        text-transform: uppercase;
    }

    .middle{
        margin: 60px;
        position: absolute;
        top: 50%;
        left: 50%;
        transform: translate(-50%,-50%);
    }

    .btn{
        text-align: center;
        position: relative;
        display: block;
        color: white;
        font-size: 14px;
        text-decoration: none;
        margin: 30px 300px;
        border: 2px solid orange;
        border-radius: 28px;
        padding: 14px;
        text-transform: uppercase;
        overflow: hidden;
        transition: 1s all ease;
    }

    .btn::before{
        background: orange;
        content: "";
        position: absolute;
        top: 50%;
        left: 50%;
        transform: translate(-50%,-50%);
        z-index: -1;
        transition: all 0.6s ease;
        width: 0;
        height: 100%;
    }
```

```
}

.btn:hover::before{
    width: 100%;
}

.toggle-control{
    display: none;
}

input.toggle-control + label{
    position: relative;
    display: block;
    width: 40px;
    height: 20px;
    background-color: #ddd;
    border-radius: 60px;
    cursor: pointer;
    outline: none;
    user-select: none;
}

input.toggle-control + label::before, input.toggle-control + label::after{
    display: block;
    position: absolute;
    top: 1px;
    left: 1px;
    bottom: 1px;
    right: 1px;
    content: "";
    transition: all 0.4s;
}

input.toggle-control + label::before{
    background-color: #f1f1f1;
    border-radius: 60px;
}

input.toggle-control + label::after{
    width: 18px;
    background-color: #fff;
    border-radius: 100%;
    box-shadow: 0 2px 5px rgba(0,0,0,0.3);
}

input.toggle-control:checked + label::before{
    background-color: #8ce196;
}

input.toggle-control:checked + label::after{
```

```
margin-left: 20px;
}
```

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Corte de gás</title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="description" content="Versão1.0">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <meta name="author" content="João Machado">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
</head>
<body>
```

```
  <h1 class="titulo">Corte de gás</h1>
```

```
  <nav>
  <a href="index.html"><button class="menu">Home</button></a>
</nav>
```

```
  <table>
    <tr>
      <th>Piso</th>
      <th>Zona</th>
      <th>Nome</th>
      <th>Estado</th>
    </tr>
    <tr>
      <td>0</td>
      <td>3</td>
      <td>Cozinha</td>
      <td>***</td>
    </tr>
  </table>
```

```
</body>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Corte de gás</title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="description" content="Versão1.0">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <meta name="author" content="João Machado">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
</head>
<body>
```

```
  <h1 class="titulo">Corte de gás</h1>
```

```

<nav>
<a href="index.html"><button class="menu">Home</button></a>
</nav>

<table>
  <tr>
    <th>Piso</th>
    <th>Zona</th>
    <th>Nome</th>
    <th>Estado</th>

  </tr>
  <tr>
    <td>0</td>
    <td>3</td>
    <td>Cozinha</td>
    <td>***</td>
  </tr>
</table>

</body>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Iluminação</title>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="description" content="Versão1.0">
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
  <meta name="author" content="João Machado">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
</head>
<body>

  <h1 class="titulo">Iluminação</h1>

  <nav>
  <a href="index.html"><button class="menu">Home</button></a>
  </nav>

  <table>

    <tr>
      <th>Piso</th>
      <th>Zona</th>
      <th>Nome</th>
      <th>Estado</th>
      <th>ligar/desligar</th>
    </tr>
    <tr>

```

```
<td>0</td>
<td>1</td>
<td>Hall</td>
<td>***</td>
<td><input id="toggle1" class="toggle-control" type="checkbox">
  <label for="toggle1"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
  <td>2</td>
  <td>Escritório</td>
  <td>***</td>
  <td><input id="toggle2" class="toggle-control" type="checkbox">
    <label for="toggle2"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
  <td>3</td>
  <td>Cozinha</td>
  <td>***</td>
  <td><input id="toggle3" class="toggle-control" type="checkbox">
    <label for="toggle3"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
  <td>4</td>
  <td>Circulação (escadas)</td>
  <td>***</td>
  <td><input id="toggle4" class="toggle-control" type="checkbox">
    <label for="toggle4"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
  <td>5</td>
  <td>Lavabo Social</td>
  <td>***</td>
  <td><input id="toggle5" class="toggle-control" type="checkbox">
    <label for="toggle5"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
  <td>6</td>
  <td>Circulação</td>
  <td>***</td>
  <td><input id="toggle6" class="toggle-control" type="checkbox">
    <label for="toggle6"></label></td>
</tr>
<tr>
  <td>0</td>
```

```

        <td>7</td>
        <td>Sala de Jantar</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle7" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle7"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>0</td>
        <td>8</td>
        <td>Sala de Estar</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle8" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle8"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>0</td>
        <td>9</td>
        <td>Varanda</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle9" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle9"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>1</td>
        <td>Circulação</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle11" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle11"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>2</td>
        <td>Varanda</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle12" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle12"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>3</td>
        <td>Instalação Sanitária Suite</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle13" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle13"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>4</td>
        <td>Instalação Sanitária</td>

```

```

        <td>***</td>
        <td><input id="toggle14" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle14"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>5</td>
        <td>Closet</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle15" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle15"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>6</td>
        <td>Quarto 1</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle16" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle16"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>7</td>
        <td>Quarto 2</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle17" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle17"></label></td>
    </tr>
    <tr>
        <td>1</td>
        <td>8</td>
        <td>Suite</td>
        <td>***</td>
        <td><input id="toggle18" class="toggle-control" type="checkbox">
            <label for="toggle18"></label></td>
    </tr>
</table>

</body>
</html>

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>Home Page</title>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="description" content="Versão1.0">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">

    <meta name="author" content="João Machado">

```

```
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css">
</head>
<body>
  <div id="middle">
    <header><h1 class="titulo">Selecionar sistema</h1></header>

    <a href="iluminacao.html" class="btn">Iluminação</a>

    <a href="estores.html" class="btn">Estores</a>

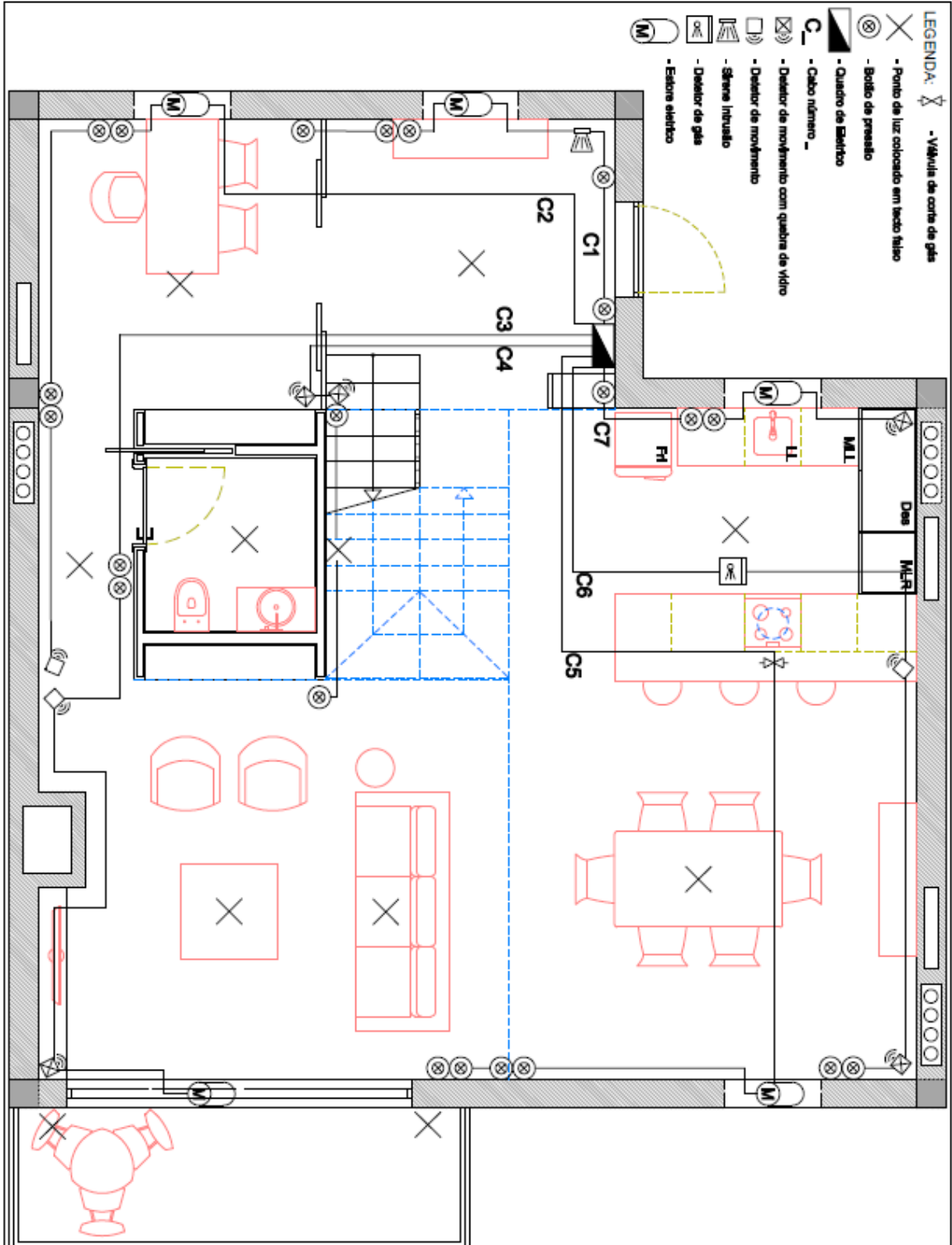
    <a href="intrusao.html" class="btn">Intrusão</a>

    <a href="cortedegas.html" class="btn">Corte de gás</a>

    <footer>Versão 1.0</footer>

  </div>
</body>
```


Anexo 2 – Plantas



- LEGENDA:**
- ⊗ - Válvula de corte de gás
 - ⊗ - Ponto de luz colocado em todo o fio
 - ⊗ - Botão de pressão
 - ⊗ - Quadro de Eanico
 - ⊗ - Cabo número
 - ⊗ - Cabo número
 - ⊗ - Detetor de movimento com quebra de vidro
 - ⊗ - Detetor de movimento
 - ⊗ - Sirene Intrusão
 - ⊗ - Detetor de gás
 - ⊗ - Escal. electrico

PROJECTO:	DOURO BOUTIQUE HOTEL		<p>N</p>	
LOCALIZAÇÃO:	VILA NOVA DE GAIA	CLIENTE:		Andar-modelo
DESIGNER:	Elisabete Machado	DATA:		08.Maio.2018
DESENHO:	Planta do Piso 0	ESCALA:		1:50



- LEGENDA:
- ⊗ - Ponto de luz colocado em todo plano
 - ⊗ - Botão de pressão
 - ⊗ - Quadro de Escribo
 - ⊗ - Cabo número
 - ⊗ - Detalhe de movimento com quebra de vidro
 - ⊗ - Detalhe de movimento
 - ⊗ - Fatura elétrica

PROJECTO:	DOURO BOUTIQUE HOTEL		N
LOCALIZAÇÃO:	VILA NOVA DE GAIA	CLIENTE: Andar-modelo	
DESIGNER:	Elisabete Machado	DATA: 08.Maio.2018	01
DESENHO:	Planta do Piso 1	ESCALA: 1:50	

Anexo 3 – Tabela de quantidades

		Interfaces		Sensores				Atuadores					Controladores			Ligações		
		botões		Movimento		Resistê ncia	detetor	motor estore		Ilumin ação	válvul a	Alarme	Automato			Fonte	GND	Rede
Zona	Nome	esto re	ilum inaç ão	C/quebra de vidro	S/quebra de vidro	String Pot	Gás	Sobe	Desce	pontos de luz	Gás	sirene	entra das digitais	entra das analógi cas	saída s	12 VDC	0 V	230 VAC
0.1	<i>Hall</i>	2	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	4	1	4	5	2	3
0.2	Escritório	2	3	1	0	1	0	1	1	1	0	0	7	1	3	7	2	3
0.3	Cozinha	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	1	4	8	5	3
0.4	Circulação(e scadas)	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	2	1	1
0.5	<i>Lavabo Social</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
0.6	Circulação	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	3	1	1
0.7	<i>Sala de Jantar</i>	2	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	4	1	3	4	2	3
0.8	Sala de Estar	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	0	8	1	4	8	3	4
0.9	<i>Varanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	2
	Total Piso 0	10	11	5	3	5	1	5	5	11	1	2	36	5	23	37	16	21

1.1	Circulação	0	4	0	2	0	0	0	0	1	0	0	6	0	1	6	2	1
1.2	<i>Varanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
1.3	Instalação Sanitária <i>Suite</i>	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	2	1	3	3	1	3
1.4	<i>Instalação Sanitária</i>	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	2	1	3	3	1	3
1.5	Closet	0	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1	3	1	1
1.6	Quarto 1	2	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	4	1	3	5	2	3
1.7	Quarto 2	2	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	4	1	3	5	2	3
1.8	<i>Suite</i>	2	2	0	1	1	0	1	1	1	0	0	5	1	3	6	2	3
	Total Piso 1	10	10	0	6	5	0	5	5	8	0	0	26	5	18	31	11	18
	Total	20	21	5	9	10	1	10	10	19	1	2	62	10	41	68	27	39

Anexo 4 – Tabela de tag's, entradas e saídas

Tag	Nome zona	Zona
ha_0	<i>Hall</i>	0.1
es_0	Escritório	0.2
co_0	Cozinha	0.3
cie_0	Circulação(escadas)	0.4
la_0	Lavabo Social	0.5
ci_0	Circulação	0.6
sj_0	Sala de Jantar	0.7
se_0	Sala de Estar	0.8
va_0	Varanda	0.9
ci_1	Circulação	1.1
va_1	Varanda	1.2
iss_1	Instalação Sanitária <i>Suite</i>	1.3
is_1	Instalação Sanitária	1.4
cl_1	<i>Closet</i>	1.5
q1_1	Quarto 1	1.6
q2_1	Quarto 2	1.7
su_1	<i>Suite</i>	1.8
Tag	Dispositivo_entradas	
ba	Botão_Alarme	
bi	Botão_Iluminação	
bes	Botão_estore_subir	
bed	Botão_estore_descer	
sm	Sensor_Movimento	
smv	Sensor_MovimentoV	
sv	Sensor_Vidro	
sg	Sensor_Gás	
sp	String_Potentiometer	
Tag	Dispositivo_Saídas	
v	Válvula	
s	Sirene	
ms	Motor_sobe	
md	Motor_desce	
l	Luz	

Entradas							
Nº	Name	Data type	Address	Comment	Zona	Ligação	
PISO 0	0	ba_ha_0	Bool	I0.0	Botão_alarme_hall	0.1	Cabo 1
	1	bi_ha_0	Bool	I0.1	Botão_Iluminação_hall	0.1	
	2	bes_ha_0	Bool	I0.2	Botão_estore_subir_hall	0.1	
	3	bed_ha_0	Bool	I0.3	Botão_estore_descer_hall	0.1	
	4	bi_es_0	Bool	I0.4	Botão_Iluminação_escritório	0.2	Cabo 2
	5	bes_es_0	Bool	I0.5	Botão_estore_subir_escritório	0.2	
	6	bed_es_0	Bool	I0.6	Botão_estore_descer_escritório	0.2	
	7	bi_es_0(1)	Bool	I0.7	Botão_Iluminação_escritório	0.2	
	8	bi_es_0(2)	Bool	I1.0	Botão_Iluminação_escritório	0.2	Cabo 3
	9	sm_ci_0	Bool	I1.1	Sensor_Movimento_circulação	0.6	
	10	bi_ci_0	Bool	I1.2	Botão_Iluminação_circulação	0.6	
	11	bi_ci_0(1)	Bool	I1.3	Botão_Iluminação_circulação	0.6	
	12	sm_ci_0(1)	Bool	I1.4	Sensor_Movimento_circulação	0.8	Cabo 4
	13	smv_se_0	Bool	I1.5	Sensor_MovimentoV_circulação	0.8	
	14	sv_se_0	Bool	I1.6	Sensor_Vidro_circulação	0.8	
	15	smv_es_0	Bool	I1.7	Sensor_MovimentoV_escritório	0.2	
	16	sv_es_0	Bool	I2.0	Sensor_Vidro_escritório	0.2	Cabo 5
	17	smv_cie_0	Bool	I2.1	Sensor_MovimentoV_circulação(escadas)	0.4	
	18	sv_cie_0	Bool	I2.2	Sensor_Vidro_circulação(escadas)	0.4	
	19	bi_cie_0	Bool	I2.3	Botão_Iluminação_circulação(escadas)	0.4	
	20	bi_se_0	Bool	I2.4	Botão_Iluminação_sala_estar	0.8	Cabo 6
	21	bi_se_0(1)	Bool	I2.5	Botão_Iluminação_sala_estar	0.8	
	22	bi_se_0(2)	Bool	I2.6	Botão_Iluminação_sala_estar	0.8	
	23	bes_se_0	Bool	I2.7	Botão_estore_subir_sala_estar	0.8	
	24	bed_se_0	Bool	I3.0	Botão_estore_descer_sala_estar	0.8	Cabo 7
	25	sg_co_0	Bool	I3.1	Sensor_Gás_cozinha	0.3	
	26	sm_co_0	Bool	I3.2	Sensor_Movimento_cozinha	0.3	
	27	smv_sj_0	Bool	I3.3	Sensor_MovimentoV_sala_jantar	0.7	
	28	sv_sj_0	Bool	I3.4	Sensor_Vidro_sala_jantar	0.7	Cabo 8
	29	bes_sj_0	Bool	I3.5	Botão_estore_subir_sala_jantar	0.7	
	30	bed_sj_0	Bool	I3.6	Botão_estore_descer_sala_jantar	0.7	
	31	bi_co_0	Bool	I3.7	Botão_Iluminação_cozinha	0.3	
	32	bes_co_0	Bool	I4.0	Botão_estore_subir_cozinha	0.3	Cabo 9
	33	bed_co_0	Bool	I4.1	Botão_estore_descer_cozinha	0.3	
	34	smv_co_0	Bool	I4.2	Sensor_MovimentoV_cozinha	0.3	
35	sv_co_0	Bool	I4.3	Sensor_Vidro_cozinha	0.3		

PISO 1	36	sm_ci_1	Bool	I4.4	Sensor_Movimento_circulação	1.1	Cabo 8
	37	bi_ci_1	Bool	I4.5	Botão_Iluminação_circulação	1.1	
	38	bi_ci_1(1)	Bool	I4.6	Botão_Iluminação_circulação	1.1	
	39	sm_ci_1(1)	Bool	I4.7	Sensor_Movimento_circulação	1.1	
	40	sm_cl_1	Bool	I5.0	Sensor_Movimento_closet	1.5	Cabo 9
	41	bi_cl_1	Bool	I5.1	Botão_Iluminação_closet	1.5	
	42	bi_cl_1(1)	Bool	I5.2	Botão_Iluminação_closet	1.5	
	43	bes_iss_1	Bool	I5.3	Botão_estore_subir_instalação_sanitária_suite	1.3	
	44	bed_iss_1	Bool	I5.4	Botão_estore_descer_instalação_sanitária_suite	1.3	Cabo 10
	45	bi_su_1	Bool	I5.5	Botão_Iluminação_suite	1.8	
	46	bi_su_1(1)	Bool	I5.6	Botão_Iluminação_suite	1.8	
	47	sm_su_1	Bool	I5.7	Sensor_Movimento_suite	1.8	
	48	bes_su_1	Bool	I6.0	Botão_estore_subir_suite	1.8	Cabo 11
	49	bed_su_1	Bool	I6.1	Botão_estore_descer_suite	1.8	
	50	sm_q2_1	Bool	I6.2	Sensor_Movimento_quarto2	1.7	
	51	bes_q2_1	Bool	I6.3	Botão_estore_subir_quarto2	1.7	
	52	bed_q2_1	Bool	I6.4	Botão_estore_descer_quarto2	1.7	Cabo 12
	53	bi_q2_1	Bool	I6.5	Botão_Iluminação_quarto2	1.7	
	54	bi_q1_1	Bool	I6.6	Botão_Iluminação_quarto1	1.6	
	55	bes_q1_1	Bool	I6.7	Botão_estore_subir_quarto1	1.6	
56	bed_q1_1	Bool	I7.0	Botão_estore_descer_quarto1	1.6		
57	sm_q1_1	Bool	I7.1	Sensor_Movimento_quarto1	1.6	Cabo 13	
58	bi_ci_1(2)	Bool	I7.2	Botão_Iluminação_circulação	1.1		
59	bes_is_1	Bool	I7.3	Botão_estore_subir_instalação sanitária	1.4		
60	bed_is_1	Bool	I7.4	Botão_estore_descer_instalação sanitária	1.4		
PISO 0	61	sp_ha_0	Word	IW8	string_potentiometer_hall	0.1	Cabo 1
	62	sp_es_0	Word	IW10	string_potentiometer_escritório	0.2	Cabo 2
	63	sp_se_0	Word	IW12	string_potentiometer_sala_estar	0.8	Cabo 3
	64	sp_sj_0	Word	IW14	string_potentiometer_sala_jantar	0.7	Cabo 5
	65	sp_co_0	Word	IW16	string_potentiometer_cozinha	0.3	Cabo 7
PISO 1	66	sp_iss_1	Word	IW18	string_potentiometer_instalação_sanitária_suite	1.3	Cabo 9
	67	sp_su_1	Word	IW20	string_potentiometer_suite	1.8	Cabo 10
	68	sp_q2_1	Word	IW22	string_potentiometer_quarto2	1.7	Cabo 11
	69	sp_q1_1	Word	IW24	string_potentiometer_quarto1	1.6	Cabo 12
	70	sp_is_1	Word	IW26	string_potentiometer_instalação_sanitária	1.4	Cabo 13

Saídas							
Nº	Name	Data type	Address	Comment	Zona	Ligação	
PISO 0	1	s_ha_0	Bool	Q0.0	Sirene_hall	0.1	Cabo 1
	2	ms_ha_0	Bool	Q0.1	Motor_sobe_hall	0.1	contactores
	3	md_ha_0	Bool	Q0.2	Motor_desce_hall	0.1	
	4	l_ha_0	Bool	Q0.3	Luz_hall	0.1	
	5	ms_es_0	Bool	Q0.4	Motor_sobe_escritório	0.2	
	6	md_es_0	Bool	Q0.5	Motor_desce_escritório	0.2	
	7	l_es_0	Bool	Q0.6	Luz_escritório	0.2	
	8	ms_co_0	Bool	Q0.7	Motor_sobe_cozinha	0.3	
	9	md_co_0	Bool	Q1.0	Motor_desce_cozinha	0.3	
	10	l_co_0	Bool	Q1.1	Luz_cozinha	0.3	
	11	v_co_0	Bool	Q1.2	Válvuvla_cozinha	0.3	
	12	l_cie_0	Bool	Q1.3	Luz_circulação(escadas)	0.4	contactores
	13	l_la_0	Bool	Q1.4	Luz_circulação(escadas)	0.5	
	14	l_ci_0	Bool	Q1.5	Luz_circulação	0.6	
	15	ms_sj_0	Bool	Q1.6	Motor_sobe_sala_jantar	0.7	
	16	md_sj_0	Bool	Q1.7	Motor_desce_sala_jantar	0.7	
	17	l_sj_0	Bool	Q2.0	Luz_sala_jantar	0.7	
	18	ms_se_0	Bool	Q2.1	Motor_sobe_sala_estar	0.8	
	19	md_se_0	Bool	Q2.2	Motor_desce_sala_estar	0.8	
	20	l_se_0	Bool	Q2.3	Luz_sala_estar	0.8	
	21	l_se_0	Bool	Q2.4	Luz_sala_estar	0.8	
	22	l_va_0	Bool	Q2.5	Luz_varanda	0.9	
	23	l_va_0	Bool	Q2.6	Luz_varanda	0.9	
PISO 1	24	l_ci_1	Bool	Q2.7	Luz_circulação	1.1	contactores
	25	l_va_1	Bool	Q3.0	Luz_varanda	1.2	
	26	ms_iss_1	Bool	Q3.1	Motor_sobe_instalação_sanitária_suite	1.3	
	27	md_iss_1	Bool	Q3.2	Motor_desce_instalação_sanitária_suite	1.3	
	28	l_iss_1	Bool	Q3.3	Luz_instalação_sanitária_suite	1.3	
	29	ms_is_1	Bool	Q3.4	Motor_sobe_instalação_sanitária	1.4	
	30	md_is_1	Bool	Q3.5	Motor_desce_instalação_sanitária	1.4	
	31	l_is_1	Bool	Q3.6	Luz_instalação_sanitária	1.4	
	32	l_cl_1	Bool	Q3.7	Luz_closet	1.5	
	33	ms_q1_1	Bool	Q4.0	Motor_sobe_quarto1	1.6	
	34	md_q1_1	Bool	Q4.1	Motor_desce_quarto1	1.6	
	35	l_q1_1	Bool	Q4.2	Luz_instalação_quarto1	1.6	
	36	ms_q2_1	Bool	Q4.3	Motor_sobe_quarto2	1.7	
	37	md_q2_1	Bool	Q4.4	Motor_desce_quarto2	1.7	
	38	l_q2_1	Bool	Q4.5	Luz_instalação_quarto2	1.7	
	39	ms_su_1	Bool	Q4.6	Motor_sobe_suite	1.8	
	40	md_su_1	Bool	Q4.7	Motor_desce_suite	1.8	
	41	l_su_1	Bool	Q5.0	Luz_instalação_suite	1.8	

