

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Telecontagem e Gestão de Energia em Casa -
Conceito FunEnergy.**

António José Ferreira Dias

Dissertação realizada no âmbito do
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Major Energia

Orientador: Prof. Doutor. António Machado e Moura
Co-orientador: Engº Paulo Torrão

Porto, 28 de Junho de 2010

© António José Ferreira Dias, 2010

Resumo

A conjuntura energética actual reflecte cada vez mais o aumento do consumo de energia. O consequente aumento do consumo provoca a recorrência a recursos energéticos que numa abrangência geral são nefastos para o ambiente.

No Mundo de hoje a temática da energia tem um papel de relevo em várias frentes mas foca-se sobretudo nos factores que contribuem para diminuir a sustentabilidade ambiental, e como tal a nível global surge a necessidade de se adoptarem meios ecológicos que promovam a redução dos consumos de energia e o aumento da eficiência energética. Para que se atinjam estas metas tem-se adoptado gradualmente sistemas de telecontagem, que permitem elaborar a gestão das redes eléctricas de um modo eficaz. Estes sistemas baseiam-se na medição de energia de forma autónoma, permitindo aos consumidores e produtores de energia uma melhor relação com os seus consumos energéticos, o que indirectamente traduz-se numa redução dos custos de energia - aumento da eficiência energética.

O trabalho exposto tem como intuito dar a conhecer os Sistemas de telecontagem existentes, reunindo um conjunto de informações importantes que propocionam o estudo deste nova tecnologia, em Portugal e no resto do Mundo. Numa primeira fase deste trabalho vai-se explanar o conceito da contagem de energia e como surge a medição energética. Em seguida e depois de enunciados os conceitos de contagem, surge a explicação e definição de Telecontagem. Nesta fase do trabalho retratam-se os tópicos inerentes aos sistemas de telecontagem já implementados e ainda por implementar (Situação Actual, Enquadramento Legal, Tecnologias, Benefícios, entre outros).

Numa fase Posterior ilustra-se os conceitos basilares do Projecto InovGrid. Este projecto tem como principal objectivo facultar o uso da medição inteligente para se obterem melhores consumos e se garantir a eficiência, em Portugal. Em seguida caracteriza-se os sistemas de telecontagem espalhados pelo mundo para se ter a noção do que se desenvolve à nossa volta. Para finalizar é explicado um novo conceito que possibilita a gestão caseira de energia - Projecto FunEnergy. Com este programa será possível ao consumidor obter uma relação real dos seus consumos de energia podendo actuar através desses dados para conseguir um melhor consumo de energia na sua residência.

Palavras-Chave: Contadores Inteligentes; Diagrama de Carga; Medição Inteligente; Redes Inteligentes; Telecontagem;

Abstract

The current energy situation reflects increasingly greater consumption of energy. The resulting increase in consumption leads to a recurrence of a comprehensive energy resources that are generally harmful to the environment.

In today's world the energy issues has an important role on several fronts but focuses mainly on factors that contribute to reducing the environmental sustainability, and as such globally comes the need to adopt environmentally friendly methods to promote the reduction of energy consumption and increasing energy efficiency. In order to achieve these goals has been gradually adopted telemetry systems, who allow the management of electricity networks in an effective manner. These systems are based on a independently and autonomous energy measurement (smart meters) , allowing to the consumers and energy producers, a better relationship with their energy consumption which indirectly translates into reduced energy costs - increasing energy efficiency.

The work exhibited has the intention to disseminate the context of the smart meter's, bringing together a collection of important information that directly providing the study of this new technology, in Portugal and in the rest of the world. Initially this work will be explaining the concept of the energy measurement. The next step is to define and to explain the smart meter. In this phase of work is showned the topics inherent to telemetry systems, that are already implemented and yet to implement (Current Situation, Legal Framework, Technologies, beneficts, and others).

In a later stage is illustrated the basic concept of the InovGrid Project. This project has as main objective, to provide the use of smart metering for best use and ensure efficiency in Portugal. After this explanation are characterized the smart systems around the world to understand what is developing around us. To finalize a new concept is explained- FunEnergy Project. With this program you can provide to the consumer a real relation of its energy consumption and give him the power to act through these data to achieve better energy consumption at home.

Keywords: Intelligent Measurement; Load Diagram; Smart Meters; Smart Grids; Telemetry;

Agradecimentos

Para que este trabalho fosse elaborado seria fundamental agradecer a um sem número de pessoas e amigos. Realço aqueles que mais directamente contribuíram para que tudo se tornasse real e para que se cumprisse mais um objectivo da minha vida.

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus Pais por tudo aquilo que são e por me terem possibilitado o ingresso no ensino superior e possível obtenção de um grau académico. Sem eles isto não seria possível.

Um muito obrigado a toda a minha família (Avós, Tios e Prima) que sempre me apoiou em todos os momentos difíceis e que me ajudou a ultrapassá-los.

À Melissa um obrigado especial pela paciência e pelo apoio demonstrado ao longo de toda a minha vida académica com relevância para estes últimos meses de trabalho em que a sua ajuda foi essencial.

Agradeço profundamente ao meu orientador, o Professor Doutor António Machado e Moura pelos esclarecimentos, ideias e boa vontade demonstrada.

Agradeço também ao Engº Paulo Torrão a disponibilidade mostrada ao longo destes meses e o seu grande apoio para o alcance de documentação.

Um obrigado ao Engº André Meneses no auxílio à elaboração do Programa FunEnergy.

A todos os meus Amigos, companheiros de curso e colegas um muito obrigado pelos anos passados e por todas as adversidades ultrapassadas sempre com boa disposição e trabalho.

Índice

Resumo	iii
Abstract.....	iv
Agradecimentos	vii
Índice.....	ix
Lista de figuras	xii
Lista de tabelas	xvi
Abreviaturas e Símbolos	xvii
Glossário	xx
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
Enquadramento	1
Motivação e Objectivos.....	3
Capítulo 2	7
Breve descrição do Sistema Eléctrico de Energia Português	7
2.1 - Generalidades	7
2.2 - Tarifários	9
2.3 - EDP Distribuição.....	11
Capítulo 3	13
Medição de energia: passado e presente.	13
3.1 - Resenha Histórica.....	13
3.1.1. Contagem de Energia e a sua História	13
3.1.1.1. Sistema Edison	13
3.2 - Contadores de Energia no Presente	15
3.2.1. Definição do SMME	15
3.2.2. Descrição de Sistemas de Medição associado à leitura local.	16
3.2.3. Contadores Electromecânicos	16
3.2.4. Contadores Estáticos	19
3.2.4.1. Constituição dos Contadores	20
3.2.5. Montagem de Material de Medição de Energia	21
3.2.6. Implementação dos Contadores de Energia no âmbito Nacional	23

Capítulo 4	25
Telecontagem	25
4.1 - Descrição da Telecontagem	25
4.1.1. Objectivos da Telecontagem	26
4.2 - Situação Actual da Telecontagem (em Portugal)	28
4.2.1. Muito Alta, Alta e Média Tensão	28
4.2.2. Baixa Tensão	29
4.3 - Mercado Liberalizado	30
4.4 - Enquadramento legislativo relacionado com Telecontagem	31
4.4.1. Directiva 2004/22/EC	31
4.4.2. Recentes Directivas da União Europeia	34
4.4.3. Plano de Compatibilização Regulatória	35
4.4.4. Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE)	36
4.5 - Tecnologia intrínseca à Telecontagem	37
4.5.1. Componentes dos Contadores Inteligentes.	38
4.5.2. Comunicação de um Sistema de Telecontagem	40
4.6 - ACTARIS SL7000	43
4.6.1. Generalidades	43
4.6.2. Arquitectura de Hardware	44
4.6.3. Medição	46
4.6.3.1. Totalizadores	45
4.6.3.2. Registo de Energia	45
4.6.3.3. Funcionalidades de Solicitação	46
4.6.4. Grandezas Eléctricas	49
4.6.5. Perfis de Carga	50
4.6.6. Alimentação do Contador	50
4.6.7. Visualizador	51
4.6.8. Interruptor horário	52
4.6.9. Encerramento do período de facturação	52
4.6.10. Comunicações	53
4.6.11. Supervisão de rede e fraude	55
4.7 - Colocação de um cliente em Telecontagem	55
4.7.1. Instalação de um cliente em Telecontagem	56
4.7.1.1. Ligação de Contadores	62
4.7.2. Central telecontagem	66
4.7.3. Sistema de Gestão de Leituras (SGL)	66
4.8 - Vantagens e Desvantagens da Telecontagem.	67
 Capítulo 5	 71
Casos de Telecontagem em Portugal	71
5.1 - Primeiras tentativas de Telecontagem em Baixa Tensão.	71
5.1.1. Norte Shopping, Mercado Abastecedor de Lisboa e Ourique.	72
5.1.2. Shopping Colombo	73
5.2 - Projecto Inovgrid	74
5.2.1. Factores impulsionadores para a criação do InovGrid	74
5.2.2. O que é o Projecto InovGrid?	76
5.2.3. Parceiros do Projecto InovGrid	77
5.2.4. Planeamento para o Projecto	78
5.2.5. Arquitectura Técnica de Referência do Projecto InovGrid	79
5.2.5.1. Energy Box	78
5.2.5.2. Distribution Transformer Controller	79
5.2.5.3. Comunicações	80
5.2.5.4. Sistemas Centrais	81
5.2.6. Principais vantagens do InovGrid	83
5.2.6.1. Benefícios para os Stakeholders	81
5.2.6.2. Benefícios para as Utilities	82
5.2.7. InovCity - Experiência Piloto	84

Capítulo 6	87
Telecontagem no Mundo.....	87
6.1 - Itália.....	87
6.2 - Ontário, Canadá.....	88
6.3 - Suécia	89
6.4 - Holanda.....	90
6.5 - Reino Unido	90
Capítulo 7	93
Gestão de Energia em Casa - Conceito “FunEnergy”	93
7.1 - Conceito FunEnergy	94
7.1.1. Sequência gráfica do Programa FunEnergy.....	97
7.1.2. Código utilizado no Programa FunEnergy.....	103
Capítulo 8	111
Conclusões e Projectos Futuros	111
8.1 - Conclusões	111
8.2 - Projectos Futuros	113
Referências	119
Anexo I.....	123
Anexo II	127
Anexo III	129
Anexo IV	133
Anexo V.....	137
Anexo VI.....	139
Anexo VII	144

Lista de figuras

Figura 1.1: Energia Consumida em Portugal (GWh)	2
Figura 1.2 Consumo de Energia Final por Sector.....	2
Figura 2.1 Cadeia de Valor - Divisão do Sistema Eléctrico Português	8
Figura 2.2: Evolução do número de clientes da rede de distribuição	9
Figura 2.3: Aditividade das tarifas e proveitos para os distribuidores vinculados	10
Figura 2.4: Estrutura do Tarifário para clientes de Baixa Tensão	11
Figura 2.5: Estrutura da energia que sai da Rede de Distribuição	11
Figura 3.1: Contador Edison	14
Figura 3.2 : Wattímetro Electrodinâmico e respectiva forma de se colocar como contador energético (disco)	17
Figura 3.3: Contador Monofásico	18
Figura 3.4: Contador Trifásico	18
Figura 3.5: Contador estático monofásico	19
Figura 3.6: Contador Estático Trifásico	19
Figura 3.7: Constituição de um Contador electromecânico	20
Figura 3.8: Constituição de um Contador Estático.	21
Figura 3.9: Esquema de ligação de um Contador Electromecânico Monofásico.	22
Figura 3.10: Esquema de ligação de um Contador Electromecânico Trifásico	22
Figura 3.11: Montagem real de um Esquema de ligações Trifásico.....	22
Figura 3.12: Género de Contador em Baixa Tensão Normal no ano de 2006.	23
Figura 3.13: Esquema de um Contador Híbrido.	24
Figura 4.1: Cronograma da calendarização proposto pela ERSE para as etapas do plano de substituição de contadores de energia eléctrica	35
Figura 4.2: Potencial de Economia de Energia por Sector	37
Figura 4.3: Esquema ilustrativo de <i>Demand Side Management</i>	38

Figura 4.4: Tecnologias de comunicação mais empregadas em telecontagem	42
Figura 4.5: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART	45
Figura 4.6: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART	45
Figura 4.7: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART	46
Figura 4.8: Integrador para facultar o valor da Intensidade de Corrente.	47
Figura 4.9: Divisor Resistivo para obter o valor de Tensão.....	47
Figura 4.10: Período de Solicitação.	48
Figura 4.11: Definição dos Quadrantes de um Contador.....	50
Figura 4.12:Esquema de Visor do Contador SL7000 SMART.....	51
Figura 4.13: Processo do Final do Período de Facturação.	52
Figura 4.14: Visualizador e botões disponíveis no Contador SL7000 SMART.....	55
Figura 4.15: Instalação existente (BTN).	56
Figura 4.16: Armário de Distribuição.	57
Figura 4.17: Recorrer ao AD para retirar as protecções do lote.....	57
Figura 4.19: Retirar equipamento antigo.	58
Figura 4.20: Colocação do novo equipamento.	58
Figura 4.18: Contador novo.	58
Figura 4.21:Cabos de Ligação Figura 4.22:Régua de Bornes.....	59
Figura 4.23: Transformadores de Intensidade.	59
Figura 4.24: Ligação do Contador à Régua de Bornes.	60
Figura 4.25: Esquema final de Ligações na Régua de Bornes.	60
Figura 4.26:Colocação do Modem para se efectuar comunicação de dados.....	61
Figura 4.27: Inserção do Cartão SIM no Modem.	61
Figura 4.28: Colocação do sistema de protecção no quadro de entrada.	62
Figura 4.29: Aperto final aos barramentos para que não haja problemas futuros.	62
Figura 4.30: Colocação das Protecções.	63
Figura 4.31:Confirmação que o Contador está a funcionar correctamente.	63
Figura 4.32: Esquema de ligação de um Contador Estático Monofásico.....	64
Figura 4.33: Esquema de Ligações de um Contador Trifásico com ligação directa	65
Figura 4.34: Esquema de Ligações de um Contador Trifásico com ligação indirecta.	65

Figura 4.35: Estrutura Sistema de Gestão de Leituras.....	67
Figura 4.36: Diferença entre o processo de medição de energia convencional (<i>dumb</i>) e inteligente (<i>smart</i>)	68
Figura 5.1: Dinâmica do sistema de comunicação nos locais mencionados.....	72
Figura 5.2: Dinâmica de comunicação do Shopping Colombo	73
Figura 5.3: Factores que influenciam o sector energético.....	75
Figura 5.4: Conceito resumo do InovGrid	77
Figura 5.6: Plano global do projecto InovGrid	78
Figura 5.5: Empresas que constituíram consórcio para realizar o Projecto InovGrid	78
Figura 5.7: Arquitectura Técnica de Referência do Projecto InovGrid	80
Figura 5.8: Esquema ilustrativo das funções das Energy Box.....	81
Figura 5.9: Aspecto da Instalação do DTC (<i>smart gate</i> - EFACEC)	82
Figura 5.10: Vantagens dos Stakeholders	84
Figura 5.11: Consumo médio por cliente vs Custo de instalações - escolha de cidade piloto.	85
Figura 6.1 Quantidade de contadores inteligentes colocados no sistema eléctrico Italiano...	88
Figura 7.1: Distribuição do Consumo de Electricidade por Uso Final	97
Figura 7.2: Separador FunEnergy - Explicação do programa para o cliente.	98
Figura 7.3: Separador Perfil do Cliente - Inserção de Potências Nominais.....	99
Figura 7.4: Separador Perfil do Cliente - Inserção de Potências Nominais.....	100
Figura 7.5: Separador Resultados - Colocação dos Diagramas de Carga para futuras conclusões.	101
Figura 7.6: Separador Recomendações.	102
Figura 7.7: Escrutínio dos equipamentos em código.	104
Figura 7.8: Esquema em código dos intervalos de tempo em que os equipamentos funcionam.....	104
Figura 7.9: Realização do diagrama de cargas do Consumo Real.	106
Figura 7.10: Diagrama de cargas por cada sector	106
Figura 7.11: Estrutura a nível de consumos por sector.	107
Figura 7.12: Fórmula para a realização da linha da diferença.	107
Figura 7.13: Resultados fornecidos pelo Programa FunEnergy ao cliente.	108
Figura 8.1: Entradas Parciais do Contador SL7000 SMART	114

Figura 8.2: Interface necessário para que haja Medição de Energia sem fios	115
Figura 8.3: Processo de comunicação de dados através de linhas fixas de telefone	115
Figura 8.4: Tomada Inteligente.	116
Figura III.1: EMA expresso em percentagem para as condições nominais de funcionamento.	131
Figura III.2: Valores Críticos aquando de perturbações de longa duração.....	132
Figura V.1: Imagem resumo da inserção de projectos da telecontagem no Mundo.....	138
Figura VI.1: Gráfico ilustrativo da preocupação com as alterações climáticas	140
Figura VI.2: Gráfico ilustrativo do comportamento energético face a um possível aumento do custo de energia	140
Figura VI.3: Gráfico ilustrativo da mudança de comportamento caso haja acesso a mais informação	141
Figura VI.4: Gráfico ilustrativo da poupança energética gerada pelo uso eficiente da energia utilizada	141
Figura VI.5: Gráfico que ilustra a questão “Já ouviu falar em Medidores Inteligentes?”	142
Figura VI.6: Gráfico ilustrativo da preocupação com o ser ou não boa ideia a inserção da contagem inteligente.	142
Figura VI.7: Gráfico ilustrativo da preocupação com o futuro custo da medição inteligente	143

Lista de tabelas

Tabela 1.1: Preços de Contratação para cada nível de tensão.....	10
Tabela 4.1: Consumo Anual consoante o nível de Tensão.....	29
Tabela 4.2: Ambientes Electromagnéticos e Mecânicos para os quais estão previstas a utilização de um equipamento.....	33
Tabela 5.1: Comparação e Mudanças futuras nas Utilities.....	76
Tabela 5.2: Infra-estruturas de Comunicação existentes no Projecto InovGrid.....	82
Tabela 7.1: Valores de Consumo de uma Família tipo vs Família Ecológica.	108
Tabela III.1: Condições prioritárias para os Contadores.....	130
Tabela IV.1: Vantagens e Desvantagens consoante o Tipo de Memória utilizada.....	134
Tabela IV.2: Vantagens e Desvantagens dos Dispositivos de corte e reposição de tensão de alimentação.	135
Tabela IV.3: Vantagens e Desvantagens consoante a fonte de alimentação utilizada.	136
Tabela VII.1: Equipamentos Utilizados no FunEnergy e sua respectiva utilização mediante as horas do dia.	145

Abreviaturas e Símbolos

Lista de abreviaturas

AD	Armário de Distribuição
ADENE	Agência para a Energia
AMM	<i>Automated Meter Management</i>
AMM+UM	<i>Automated Meter Management + Multi-Utility</i>
AMR	<i>Automated Meter Reading</i>
APM	<i>Automatic Polling Mechanism</i>
AT	Alta Tensão
ATR	Arquitectura Técnica de Referência
Bc	Bobine de Corrente
Bp	Bobine de Tensão
BT	Baixa Tensão
BTE	Baixa Tensão Especial
BTN	Baixa Tensão Normal
CEI	Comissão Electrotécnica Internacional
CNV	Cliente Não Vinculado
DC	Corrente Contínua (<i>Direct Current</i>)
DCP	Disjuntor Controlador de Potência
DGEG	Direcção Geral de Energia e Geologia
DSM	<i>Demand Side Management</i>
DTC	<i>Distribution Transformer Controller</i>
EB	Energy Box
EC	Comissão Europeia
EDP	Energias de Portugal
EDPD	EDP Distribuição
EDRP	<i>Energy Demand Research Project</i>
ENEL	<i>Ente Nazionale per l'Energia eLettrica</i>

ERSE	Entidade reguladora de Serviços Energ
GLP	Gestão do Lado da Procura
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
HAN	<i>Home Area Network</i>
I&D	Investigação e Desenvolvimento
LAN	<i>Local Area Network</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
MAT	Muito Alta Tensão
MCT	<i>Mutual Current Transformers</i>
MIBEL	Mercado Ibérico de Electricidade
MT	Média Tensão
OEB	<i>Ontario Energy Board</i>
OFGEM	<i>Office of Gas and Electricity Markets</i>
PCR	Plano de Compatibilização Regulatório
PDA	<i>Personal digital assistants</i>
PEM	Processador Estático Multitarifa
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PLC	<i>Power Line Communication</i>
PME's	Pequenas e Médias Empresas
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
RD	Rede de Distribuição
RTC	<i>Real Time Clock</i>
SCADA	Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados (<i>Supervisory Control and Data Aquisition</i>)
SCI	Sistemas de Contagem Inteligente
SEA	<i>Swedish Energy Agency</i>
SEK	Coroa Sueca
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENV	Sistema Eléctrico Nacional Vinculado
SGL	Sistema de Gestão de Leituras
SMME	Sistemas de Medição de Energia Eléctrica
ST	Sistemas de Telecontagem
STEM	<i>Swedish Energy Authority</i>
TI	Transformador de Intensidade
UCI	Unidades de Concentração de Informação
UE	União Europeia
URT	Unidade Remota de Telecontagem

USD	Dólar Americano (<i>United States Dollar</i>)
WAN	<i>Wide Area Network</i>

Lista de símbolos

V	Volt
W	Watt
A	Àmpère
K	kilo
kVA	Kilo Volt-Ampère
kVARh	Kilo Volt-Ampère-Reactivo Hora
KWh	Kilo Watt Hora
MWh	Mega Watt Hora
Hz	Hertz
ms	milisegundos
Vref	Tensão de Referência
P	Potência
S	Potência Aparente
I	Intensidade de Corrente
W	Energia
Φ	Fluxo instantâneo
e	Força electromotriz
β	Esfasamento entre fluxos
F	Força que aparece no disco
B	Campo uniforme aplicado ao disco (gerado por electroíman)
γ	aceleração angular
ω	velocidade angular

Glossário

Bluetooth - Um tipo de comunicação sem fio, que possibilita a conexão entre dispositivos, telemóveis, computadores, impressoras, através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente não licenciada e segura.

Bytes - É um dos tipos de dados integrais em computação. Usado com frequência para especificar o tamanho ou quantidade da memória ou da capacidade de armazenamento de um computador, independentemente do tipo de dados armazenados. A codificação padronizada de byte foi definida como sendo de 8 bits.

Capex - Sigla da expressão inglesa *Capital Expenditure* e que designa o montante de dinheiro despendido na aquisição (ou introdução de melhorias) de bens de capital de uma determinada empresa.

Consórcio - O consórcio de empresas consiste na associação de companhias ou qualquer outra sociedade, sob o mesmo controle ou não, que não perderão sua personalidade jurídica, para obter finalidade comum ou determinado empreendimento, geralmente de grande vulto ou de custo muito elevado, exigindo para sua execução conhecimento técnico especializado e instrumental técnico de alto padrão

Corrente de Foucault - é o nome dado à corrente induzida num condutor quando o fluxo magnético através do material do condutor varia.

Diagramas de cargas - As características do consumo de energia impõem a modulação da energia consumida no tempo através de uma função. Esta função denomina-se diagrama de cargas. O diagrama representa a variação do consumo ao longo das horas do dia e dos dias do ano.

Divisor resistivo - O divisor resistivo é utilizado para reduzir um sinal de tensão.

Elserver - Central de Telecontagem

Ethernet - Tecnologia de interconexão para redes locais - *Local Area Networks* (LAN).

Horas de vazio - fundamentalmente, as horas do período nocturno e fins-de-semana, em que é mais frequente a utilização de electrodomésticos com um peso elevado no consumo como máquinas de lavar roupa e loiça, forno ou aquecimento. Estas horas dividem-se em horas de vazio normal e de super vazio.

Horas fora de vazio - dividem-se em cheias e ponta. O preço por kWh nas horas cheias é ligeiramente reduzido em relação à tarifa simples e à bi-horária. Por outro lado, o preço por kWh nas horas de ponta é superior, pelo que a tarifa tri-horária é vantajosa para consumos muito reduzidos neste horário.

Lei Faraday - Lei física que quantifica a indução electromagnética. Efeito da produção de corrente eléctrica num circuito colocado sob efeito de um campo magnético variável ou por um circuito em movimento num campo magnético constante.

Microprodução - A microprodução (ou microgeração) consiste em produzir electricidade para venda à EDP, através de instalações de baixa tensão e pequena potência na própria habitação.

M-bus (*Meter-Bus*) - O M-Bus é uma aplicação de comunicação (EN 13757-2) que permite gerir dados de várias variáveis, como por exemplo ter contadores de água, electricidade, gás, tudo conjugado através do sistema. Fazendo a medição na própria aplicação.

Opex - Sigla derivada da expressão *Operational Expenditure*, que significa o capital utilizado para manter ou melhorar os bens físicos de uma empresa, tais como equipamentos, propriedades e imóveis.

Potência Nominal - produto da diferença de potencial entre os terminais e a corrente que passa através de um mecanismo eléctrico. Característica principal de um equipamento.

RS232 - protocolo padrão para troca de dados binários entre um equipamento e um comunicador.

Stakeholders - Termo utilizado numa administração que refere-se a qualquer pessoa ou entidade que afecta ou é afectada pelas actividades de uma empresa.

String - cadeia de caracteres usadas em todas as linguagens de programação.

Tarifa simples - medição da energia eléctrica consumida, não sendo feita a distinção entre o consumo nas horas de vazio e nas horas fora de vazio.

Tarifa bi-horária - A tarifa bi-horária caracteriza-se por preços diferenciados do kWh, consoante a utilização em horas de vazio ou fora de vazio, cujos períodos de duração são visíveis em 'Horários'.

Tarifa tri-horária - A tarifa tri-horária diferencia o preço da energia por kWh de acordo com três períodos horários: horas de vazio, horas cheias e horas de ponta.

Watchdog - É um dispositivo temporizador que faz um *reset* ao sistema se o programa principal, devido a alguma condição de erro, deixar de fazer *reset* quando for parado devido a uma falha não programada.

Zigbee - O termo ZigBee designa um conjunto de especificações para a comunicação sem-fios entre dispositivos electrónicos. Usualmente utilizado na baixa tensão e na baixa taxa de transmissão de dados para um baixo custo de implantação. O Zigbee foi pensado para poder ligar pequenas unidades de recolha de dados e de tele-acção recorrendo a sinais de rádio frequência não licenciados. A tecnologia utilizada é comparável às redes *Wi-Fi* e *Bluetooth* diferenciando-se destas por desenvolver menor consumo.

“ ...melhor que viver é fazer viver os outros!”

Capítulo 1

Introdução

Enquadramento

No mundo em que vivemos, o ser humano é dependente de variadíssimas formas de Energia. A Energia eléctrica é aquela que, num âmbito generalizado, suscita maior relevo para a sociedade actual [1]. Como tal surge a necessidade de encontrar novos meios e inovadores métodos para que esta forma de energia seja cada vez mais sustentável, e principalmente seja também assunto de interesse para a massa humana existente no Planeta.

A electricidade e tudo o que a envolve, desde a sua produção passando pelo transporte e distribuição até à sua comercialização, é um tema que nos remete a um compromisso constante com variadíssimos factores. Estes factores prendem-se sobretudo com causas Económicas, Ambientais e Sociais (Desenvolvimento Sustentável).

Hoje em dia, as pessoas não se apercebem de como é essencial para a sua vida o uso da energia eléctrica, desde o simples gesto de ligar uma lâmpada, até poder ver televisão com a família, tudo assimilado num conceito de qualidade contínua que deve ser facultado pela entidade reguladora do sistema (Entidade reguladora de Serviços Energéticos - ERSE).

Para que haja um compromisso social, ambiental e económico entre clientes e sistema eléctrico é necessário que o crescente consumo energético não gere riscos em demasia para o ambiente, o que actualmente não se está a verificar[2]. A energia é, sem dúvida, uma actividade fulcral para o desenvolvimento da economia actual. Mas na conjuntura em que hoje se vive as actividades do sector energético provocam um elevado impacto ambiental (alterações climáticas, tema que actualmente faz levantar muitas questões). Pelo que, é necessário definir políticas energéticas e ambientais complementares para se alcançar uma redução dos impactos mencionados.

Introdução

Em Portugal sofrem-se aumentos constantes no consumo anual de energia (mercado regulado), como ilustrado na figura seguinte:



Figura 1.1: Energia Consumida em Portugal (GWh) [3]

Verifica-se que ao longo do tempo foi necessário criar meios para produzir cada vez mais energia não tendo em atenção as sinergias entre produção e impacto social e ambiental.

Com este aumento energético urge a necessidade de se criarem barreiras capazes de detectarem onde residem os principais problemas energéticos do país (figura 1.2).

Consumo de Energia Final por Sector em 2007

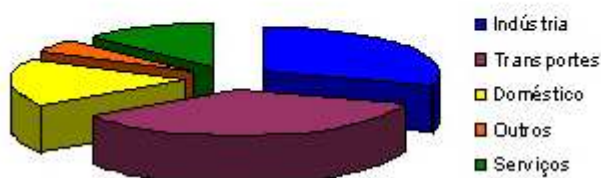


Figura 1.2 Consumo de Energia Final por Sector [4]

Constata-se com a figura 1.2 que os sectores dos transportes (36,4%), da Indústria (29,2%) e doméstico (17,1%) são aqueles em que há uma maior utilização energética. É essencial perceber como será possível “atacar” cada um destes sectores e torná-los menos exigentes relativamente ao seu impacto a nível energético [4].

No que concerne ao sector doméstico, actualmente verifica-se um aumento do consumo de energia eléctrica por unidade de alojamento (2611KWh/alojamento em 2007 contra 2544 KWh/alojamento em 2006) [4], como tal será necessário colmatar este crescimento com novas medidas tecnológicas ou governamentais. Será em temáticas relativas a este sector que este trabalho se desenvolverá, na medida em que é necessário encontrar

activos que ajudem a efectuar um decréscimo na dependência energético dos portugueses e do mundo.

O que coloca este sector residencial em contacto com a energia presente em cada habitação é o dispositivo que efectua a medição da quantidade de energia eléctrica utilizada. Este aparelho designa-se por contador eléctrico. Será nesta fase (contagem e monitorização de energia) que se vai efectuar uma contextualização global e se vai tentar encontrar novas formas para se realizar alguma evolução neste sector. Existe pois muito a fazer para evoluir e conseguir obter melhores metas para o consumo doméstico.

Motivação e Objectivos

A telecontagem é uma área que se começa a desenvolver em Portugal, com o compromisso que o governo Português elaborou ao escolher Sistemas de contagem inteligente (SCI) para a gestão das redes eléctricas no segmento doméstico (explicado pormenorizadamente em 4.4). Como tal este novo universo de sistemas de contagem de energia eléctrica realizada de uma forma automática ganham relevo no panorama nacional e, principalmente, num panorama internacional, suscitando assim elevado interesse para a realização deste trabalho.

Urge a necessidade de caracterizar esta nova tecnologia que ainda é emergente. Pode-se dizer que através dela (em síntese) os consumidores energéticos vão deter um maior domínio sobre os seus consumos, devido à alocação de valores inerentes aos automatismos da telecontagem. Existem já nos dias que correm diversos sistemas deste género, que ainda apresentam pequenas anomalias, algumas falhas de concepção, sendo mecanismos de custos elevados, principalmente quando se reporta a uma possível aplicação a clientes de Baixa Tensão (BT). Pode-se afirmar que ao recorrer à telecontagem, e devido à sua capacidade de recolha de dados, elaborando o perfil do cliente energético, vai ser possível haver uma redução de custos, havendo uma melhor gestão da rede de distribuição. Esta gestão irá ser mais autónoma pois caberá ao cliente fazer a sua própria gestão (gestão do lado da procura - GLP), possibilitando assim uma redução nas perdas de energia, gerando uma maior monitorização do sistema energético nacional (SEN).

Possibilitar ao cliente o supervisionamento ao nível do consumo da sua habitação é uma realidade ainda um pouco complicada para os clientes de BT no nosso país, e é isso que se pretende caracterizar e tentar alterar com este trabalho.

Todas estas alterações de que se fala anteriormente relacionadas com a telecontagem ocorrem em grande parte devido à liberalização dos mercados de energia na Europa, o que origina que os operadores de rede reestruem os respectivos processos

Introdução

operacionais internos, quase que obrigando à introdução de novas tecnologias para resolverem novos problemas.

Com a inovação sofrida pelas redes de distribuição (RD) é necessário garantir uma eficiente troca de informação entre os operadores de rede, os fornecedores e os clientes. Para haver sucesso neste processo de troca de informação é preciso um alto nível de eficiência de trabalho em rede, uma eficaz gestão de avarias, uma automatização do planeamento da rede, e transparência de processos de relacionamento com os clientes. Com tudo isto constata-se o porquê da telecontagem ser uma solução capaz e inovadora, preenchendo todos os requisitos anteriores, sendo uma óptima tecnologia para aplicações futuras.

Com todos estes novos meios e definições surge a necessidade de explorar as capacidades inerentes a esta tecnologia, nomeadamente:

- Contagem de Energia Eléctrica e Passado
- Explicar o funcionamento, a dimensão e legislação associada à Telecontagem de energia.
- Caracterizar e avaliar soluções de Telecontagem em Portugal
- Caracterizar e avaliar soluções de Telecontagem no Mundo
- Modo específico do funcionamento de um Contador Inteligente (SL7000 SAMRT, ACTARIS)
- Realçar projectos futuros.

Numa fase posterior efectua-se um estudo inovador e idealizado para esta Tese, a que foi dado o nome de “FunEnergy”, e que tem o intuito de:

- Estabelecer ligação, via Web, entre EDP e cliente de energia (BT)
- Reduzir os gastos de energia associada ao consumo doméstico
- Análise de dados das potências nominais de cada mecanismo da habitação do cliente
- Realizar o diagrama de cargas através dos dados fornecidos pelo cliente
- Fornecer o diagrama de cargas real (dado pela EDP)
- Efectuar comparações entre diagramas de cargas, para se obter um melhor perfil do cliente, sabendo assim em que situação este terá que intervir para obter melhores consumos.

Em suma com este pequeno programa poder-se-á efectuar a própria gestão de energia em casa, em qualquer momento e em qualquer lugar, devido ao interface Web (a explicar no capítulo 7).

Em síntese global convém salientar que esta realidade da contagem de energia está em permanente evolução e com este trabalho vai-se caracterizar e explicar cada fase desse processo de contagem desenvolvido até aos dias de hoje. Compila-se conhecimentos relacionados com o tema e dá-se a conhecer toda a conjuntura relativa ao mesmo.

Capítulo 2

Breve descrição do Sistema Eléctrico de Energia Português

2.1 - Generalidades

O sistema eléctrico Nacional (SEN) tem sofrido algumas alterações nos últimos anos. Foi necessário criar um sistema onde coexistisse um serviço público (Mercado Regulado) e um sistema eléctrico independente (Mercado livre) [5].

O consumo energético português é garantido pelas centrais produtoras de energia, sendo por vezes necessário recorrer a saldo importador devido às características de mercado energético que actualmente quase que obrigam a isso.

O processo que envolve a energia, desde a sua geração até à sua utilização por parte do consumidor, divide-se em quatro etapas, como se retrata na figura 2.1.

Para se possibilitar actividades do sector eléctrico abertas a novos operadores em regime de mercado dividiu-se o sector da distribuição e da comercialização de energia. O sector da distribuição verifica as condições técnicas de utilização da rede e o sector da comercialização deve assegurar os procedimentos comerciais relacionados com a venda de energia eléctrica [6].

Produção	Transporte	Distribuição	Comercialização
Regime Ordinário • EDP Produção (CAE a terminar) • EDP Produção (Central TER e várias Centrais hidroeléctricas) • EDIA • Outros produtores • Turbogás (através de CAE) • Tejo Energia (através de CAE)	Rede Nacional de Transporte • Muito Alta Tensão (Concessão de Serviço Público) • REN - Redes Energéticas Nacionais	Rede Nacional de Distribuição • Alta e Média Tensão (Concessão de serviço público) • EDP - Distribuição Baixa Tensão • Distribuidores (Concessões municipais) • EDP - Distribuição • Vários cooperativos	Comercializadores regulados (Comercializador de último recurso) • EDP Serviço Universal • Cooperativas de consumidores Comercializadores não regulados • EDP Comercial • Endesa / Sodesa • Iberdrola • União Fenosa • Viesgo • Outros
Regime especial • Produtores de fontes renováveis e de biomassa • Co-geração			

Figura 2.1 Cadeia de Valor - Divisão do Sistema Eléctrico Português [7]

O comportamento do SEN é retratado no esquema da Figura 2.1 [7]. Consideram-se os seguintes níveis de tensão associados às etapas:

- BT - Baixa Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV);
 - o BTN - Baixa tensão com potência contratada inferior ou igual a 41,4 kW;
 - o BTE - Baixa tensão com potência contratada superior a 41,4 kW;
- MT - Média Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 1 kV e igual ou inferior a 45 kV);
- AT - Alta Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 45 kV e igual ou inferior a 110 kV);
- MAT - Muito Alta Tensão (tensão entre fases cujo valor eficaz é superior a 110 kV).

Salienta-se agora o número de clientes que o mercado regulado de energia eléctrica tem (Figura 2.2) mediante os níveis de tensão já enunciados.

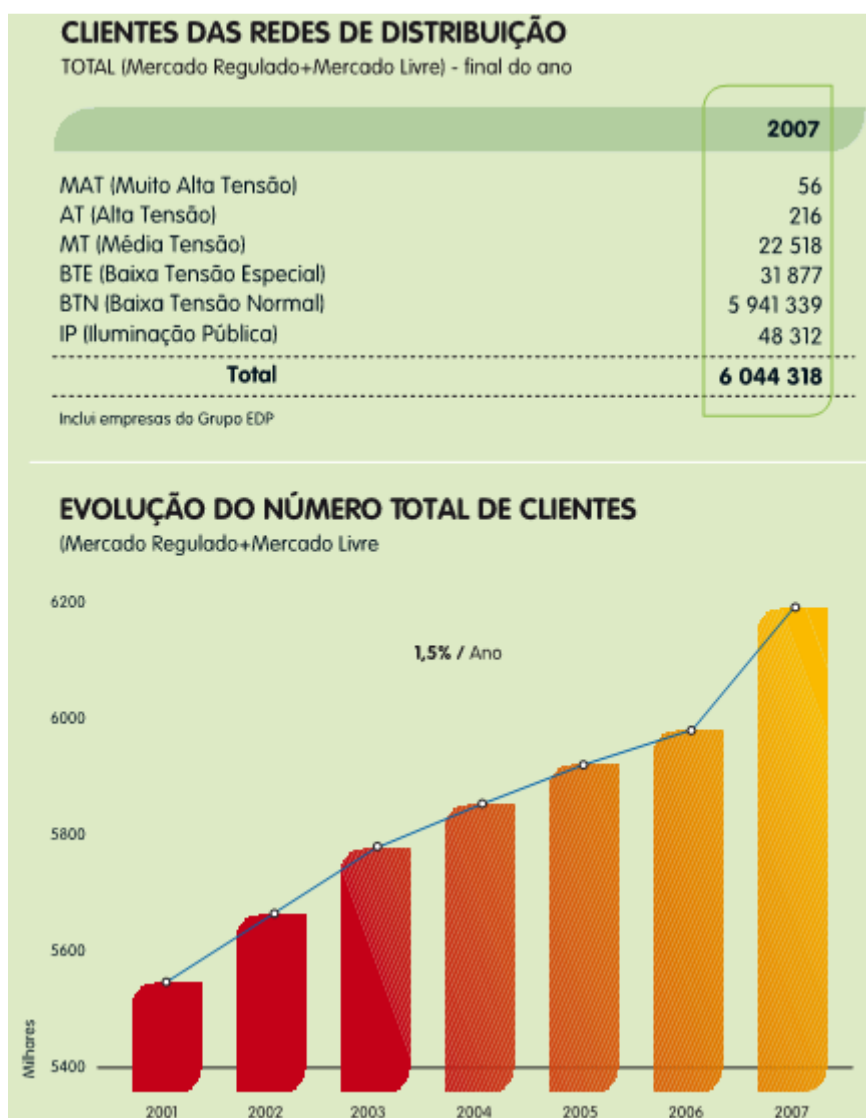


Figura 2.2: Evolução do número de clientes da rede de distribuição [3]

Constata-se que o grosso de consumidores situa-se no patamar da Baixa Tensão. Este aspecto será fulcral para o desenlace futuro deste trabalho.

2.2 - Tarifários

A nível de tarifários utilizados no Sistema Eléctrico de Energia Português devemos ter em atenção em que mercado o cliente está inserido (Livre ou Regulado). Isto porque estando os mercados interligados, os tarifários finais são realizados de maneiras distintas (regulado pela ERSE).

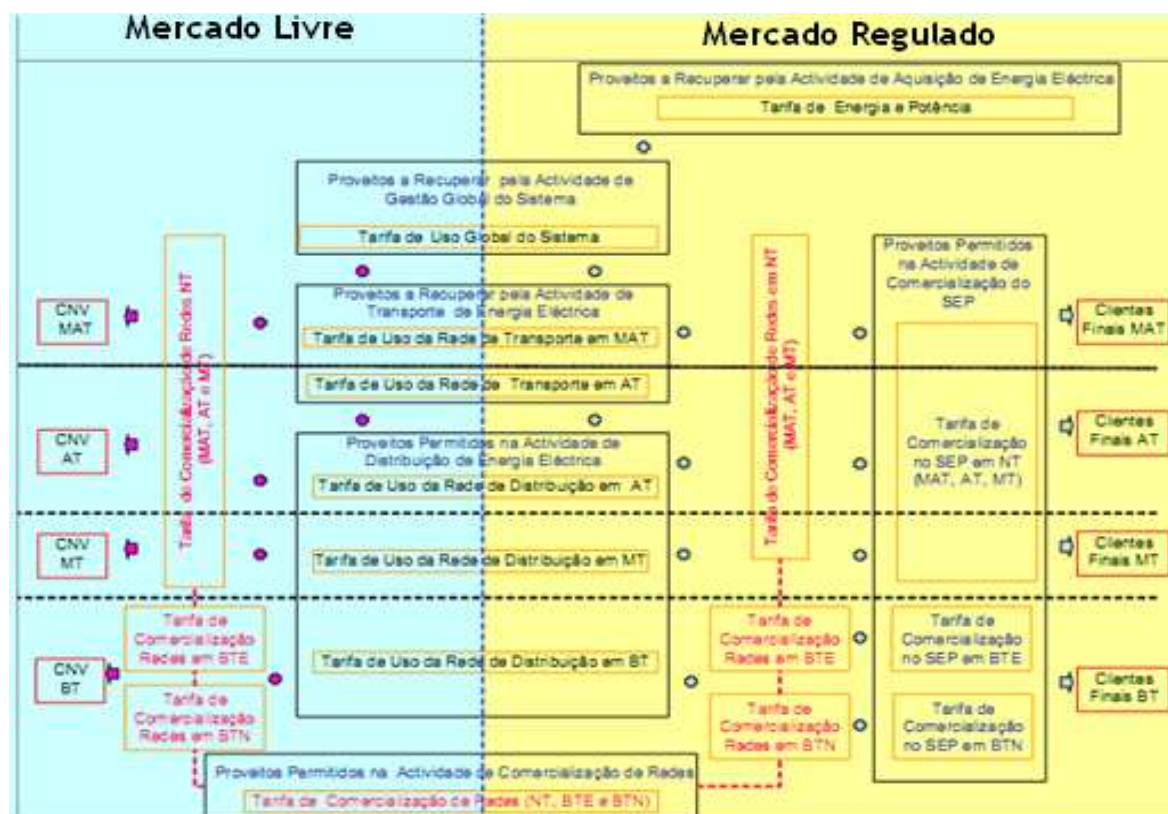


Figura 2.3: Aditividade das tarifas e proveitos para os distribuidores vinculados [8]

Verifica-se que para se calcular o tarifário para um cliente final, este vai depender do nível de tensão em que o cliente se insere. Os preços de contratação para cada nível de tensão contêm as seguintes características (tabela 1):

Tabela 1.1: Preços de Contratação para cada nível de tensão [9].

Nível de Tensão	Preços de Contratação
MAT	- Preços de contratação, leitura, facturação e cobrança (Termo tarifário fixo); - Preços de potência contratada; - Preços da potência em horas de ponta; - Preços da energia activa; - Preços da energia reactiva.
AT	
MT	
BTE	
BTN	- Preços de potência contratada e de contratação, leitura, facturação e cobrança; - Preços da energia activa

Os consumidores de Baixa Tensão podem-se dividir por três tipos de tarifa (períodos horários):

- Tarifa Simples
- Tarifa Bi-horária

- Tarifa Tri-horária

A estrutura das opções do tarifário referente à BT ilustram-se na figura seguinte (Figura 2.4):

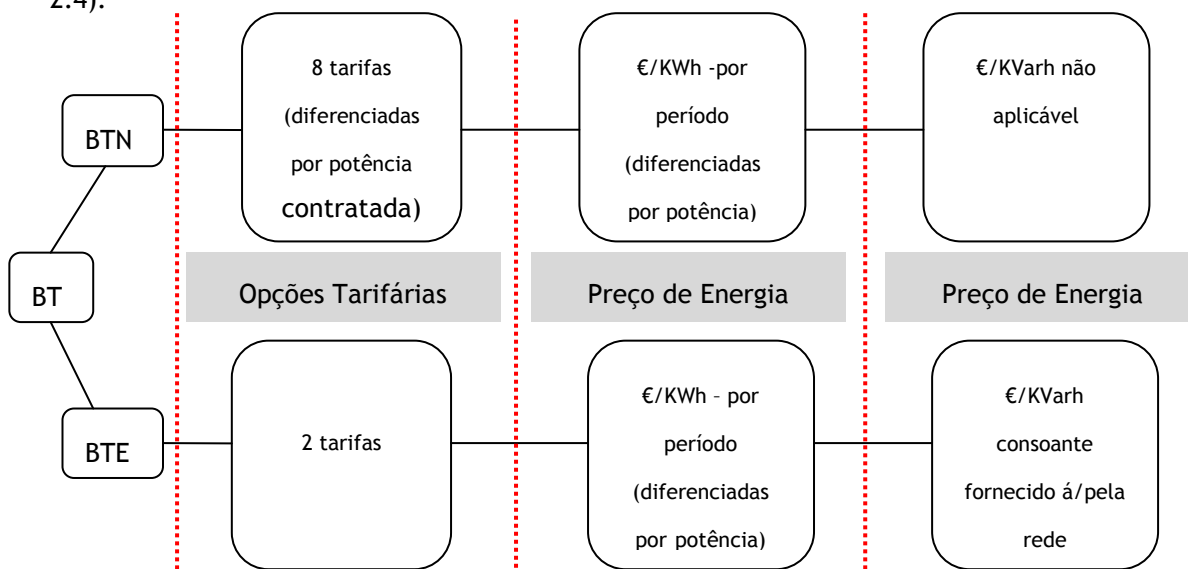


Figura 2.4: Estrutura do Tarifário para clientes de Baixa Tensão [9].

2.3 - EDP Distribuição

A EDP Distribuição (EDPD) é a empresa que pratica a actividade de Operador de Rede de Distribuição, no território continental de Portugal, uma actividade regulada pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos. A EDPD é proprietária da concessão para a exploração da Rede Nacional de Distribuição (RD) de Energia Eléctrica em Média Tensão e Alta Tensão e das concessões municipais de distribuição de energia eléctrica em Baixa Tensão [10].

Na EDP Distribuição existe a direcção de contagens que tem como principal objectivo instalar e fazer a gestão dos equipamentos de contagem de energia (e também da telecontagem).

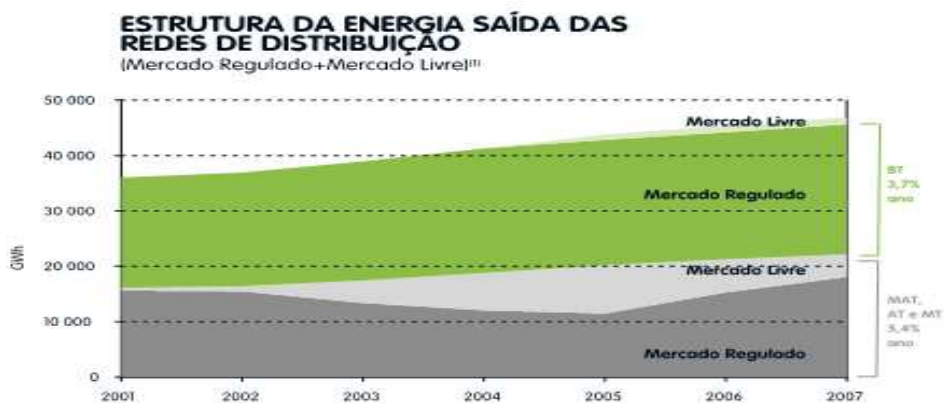


Figura 2.5: Estrutura da energia que sai da Rede de Distribuição [3]

Capítulo 3

Medição de energia: passado e presente.

3.1 - Resenha Histórica

3.1.1. Contagem de Energia e a sua História

Quando nos reportamos a tempos antigos, as questões de medição e de métodos de medida de energia eléctrica eram tratadas pelos engenheiros de então como assunto de segundo plano. Esta temática ganha uma nova importância em finais do século XIX, quando o método utilizado na época (*método* - cada habitante pagava o que consumia consoante o material eléctrico que detinha) não agradava a população. Sendo esta a primeira maneira de efectuar medição de energia, e como não havia satisfação da população gerou-se um clima de polémica à volta desta área de conhecimento[11]. Foi então que nestes anos surgiram os primeiros mecanismos de medição de energia, baseados em diferentes métodos, tais como:

- Métodos electrolíticos
- Métodos térmicos
- Métodos de temporização
- Métodos a motor

3.1.1.1. Sistema Edison

Na época, aquando do movimento em torno da criação de mecanismos para a contagem de energia, surge um instrumento científico que, aproveitando o conhecimento de um fenómeno físico, foi criado para ajudar a transformar num negócio rentável o primeiro sistema de iluminação eléctrica barato para casas e escritórios - o sistema *Edison*.

Para concorrer (com vantagem) com os sistemas de iluminação a gás nas habitações (frequente nesta época), Thomas Edison (1847 - 1931) desenvolveu então um sistema de iluminação adaptando os seus componentes para adquirir um sistema produtor e distribuidor de electricidade eficiente, que permitisse a exploração comercial. Neste sistema desenvolveu-se a tensão constante e com corrente contínua (DC).

Como já havia um contador para o gás que definia a quantidade de gás utilizada num determinado intervalo de tempo, Edison teve que criar um contador próprio para o seu sistema[12].

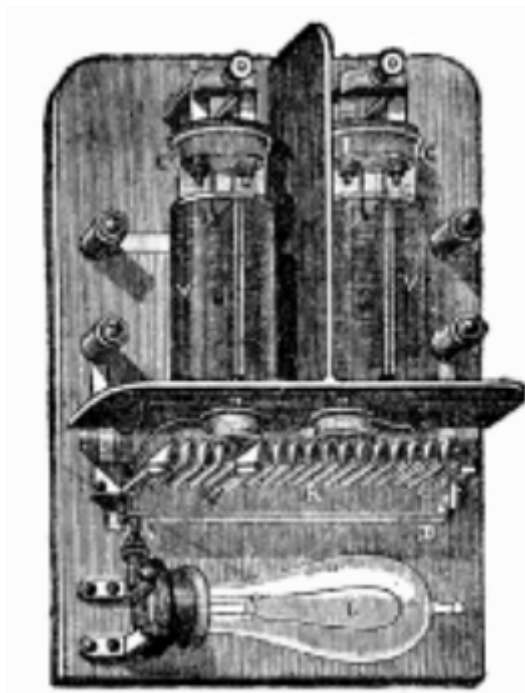


Figura 3.1: Contador Edison [12].

Este contador, baseado no método electrolítico, foi o primeiro a ser comercializado, com a patente datada de 1884. É baseado na Lei Quantitativa de *Faraday* para a electrólise, que constitui a proporcionalidade entre a quantidade de electricidade e a massa de material depositado. Em suma, o método dizia-nos que com o aumento do peso de um eléctrodo durante um mês seria possível especificar o valor da intensidade da corrente eléctrica total fornecido nesse mesmo período.

Para se efectuar a contagem de energia, a empresa de distribuição fazia a recolha dos eléctrodos, pesando-os e determinando o valor inerente a cada cliente. Mas constata-se que este processo era incómodo e moroso atendendo à extensão da rede de consumidores servida por cada empresa. Acrescentando o facto de que cada cliente teria que acreditar na honestidade da empresa distribuidora. Baseado nestes contratempos, o contador Edison ao longo do tempo foi substituído por outros mais eficazes.

3.2 - Contadores de Energia no Presente

Como se percebeu anteriormente, os primeiros métodos existentes, mesmo sendo eficazes, não foram acolhidos junto do seio da população, então surge a necessidade de se evoluir. Ao longo destes últimos anos a temática que envolve a contagem da energia foi sofrendo variadíssimas alterações. Quando se fala em medição de energia temos que ter presente variadas considerações. Aspectos como, o fácil acesso ao mecanismo, o correcto valor de medição estar acoplado ao aparelho e ainda para finalizar o custo económico eficaz resultante do uso energético do cliente são de importância elevada e são parâmetros a considerar.

Ao longo do tempo estes aspectos foram ganhando forma e foi-se criando Sistemas de Medição de Energia Eléctrica (SMEE) cada vez mais actuais.

O Sistema que se comenta agora baseia-se nos contadores de energia estáticos e electromecânicos. Acoplados a estes tipos de contadores vai-se dar a conhecer o seu modo de funcionamento, os equipamentos utilizados, os processos realizados e respectiva implementação.

3.2.1. Definição do SMME

É importantes fazer a definição do Sistema em que se baseia a contagem de energia. Este sistema (SMME) é essencial na recolha dos valores do fluxo de energia eléctrica necessários às liquidações associadas aos relacionamentos comerciais entre as variadas entidades do SEN [13].

Percebe-se agora que a medição dos valores associados ao consumo de cada cliente é um negócio que está em constante aperfeiçoamento. Este processo é constituído principalmente por mecanismos locais, que determinam a quantidade de energia eléctrica utilizada relacionando esta com os equipamentos centrais, que vão realizar o tratamento de dados fornecendo por fim a facturação.

É possível aceder aos equipamentos de medição das seguintes formas:

- Acesso Remoto: Equipamentos que contabilizam a energia de forma contínua entre cliente e operador de rede. Explicar-se-á mais detalhadamente esta temática no capítulo 4.
- Acesso Local: Equipamentos que fazem o registo das grandezas necessárias no local, isto é, será necessário realizarem no local a leitura que irá traduzir o futuro consumo do cliente.

Vai-se desenvolver um pouco esta temática (relacionada com o acesso local) para se tomar contacto com a evolução que se está a verificar nos dias de hoje no que concerne aos sistemas de medição de energia.

3.2.2. Descrição de Sistemas de Medição associado à leitura local.

Neste tipo de sistemas, mais comuns em Portugal, a recolha dos dados de energia relativa a um cliente é efectuada através do contacto directo. Este contacto directo tem como base a recolha de informação (energética) no local onde o cliente tem o seu contador de energia. Esta recolha tem como base um intervalo de tempo regular e contínuo. Para os clientes de baixa tensão normal (BTN), consumidores domésticos, a recolha entre duas leituras não deve ter um intervalo de tempo superior a seis meses. Nos clientes BTE e MT a recolha de dados deve ser efectuada mensalmente.

A realização das leituras é controlada pelos operadores da rede de distribuição (RD). Os operadores de rede têm que executar um plano de aviso ao cliente para este saber que se vai efectuar a recolha de dados de um contador, o que exige que este esteja presente nesse dia. Este sistema de contagem tem como base o esquema do ANEXO II.

O Sistema de Contagem com leitura local é constituído por um conjunto de equipamentos que fazem a contagem da energia eléctrica de forma acumulada. A selagem dos contadores deste género é essencial, na medida em que se houver alguma alteração ao contador este pode ficar a medir valores errados. Todas as leituras efectuadas de modo directo, depois de compiladas no local, são fornecidas aos agentes comerciais para se efectuarem as facturações.

Este subcapítulo serve para se perceber como se desenrola o passado mais recente e a actualidade em assuntos relacionados com a medição de energia. Tomando contacto na maneira como o sistema está desenvolvido, surge a necessidade de perceber como funcionam os contadores que ainda vigoram nos dias de hoje, sendo estes já fruto de muita história. Salientando que o primeiro modelo de contadores de energia eléctrica portugueses teve início de fabricação em 1957 [14].

3.2.3. Contadores Electromecânicos

Os contadores são os instrumentos que efectuem a medição da energia eléctrica quando instalados num cliente. Este tipo de contadores foram inventados por Elihu Thomson em 1888 [15].

Aquando da colocação destes aparelhos devem ser seguidos um conjunto de parâmetros, como por exemplo:

- Acessibilidade directa por parte do operador da empresa de distribuição

- Acessível do exterior do local a que faz a medição
- Devem ser colocados em lugares que não sofram elevadas trepidações, choques, humidade, entre outros.

Este género de contadores possuem várias vantagens:

- Fácil Manuseamento
- Leitura Directa
- Utilização em métodos Industriais
- Simplicidade
- Robustez
- Exactidão
- Bom desempenho

O princípio dos contadores electromecânicos baseia-se num fenómeno electromagnético. Este é composto por uma bobina fixa de corrente (B_c), uma bobina móvel de tensão (B_p) e um ponteiro, como na figura 3.2.

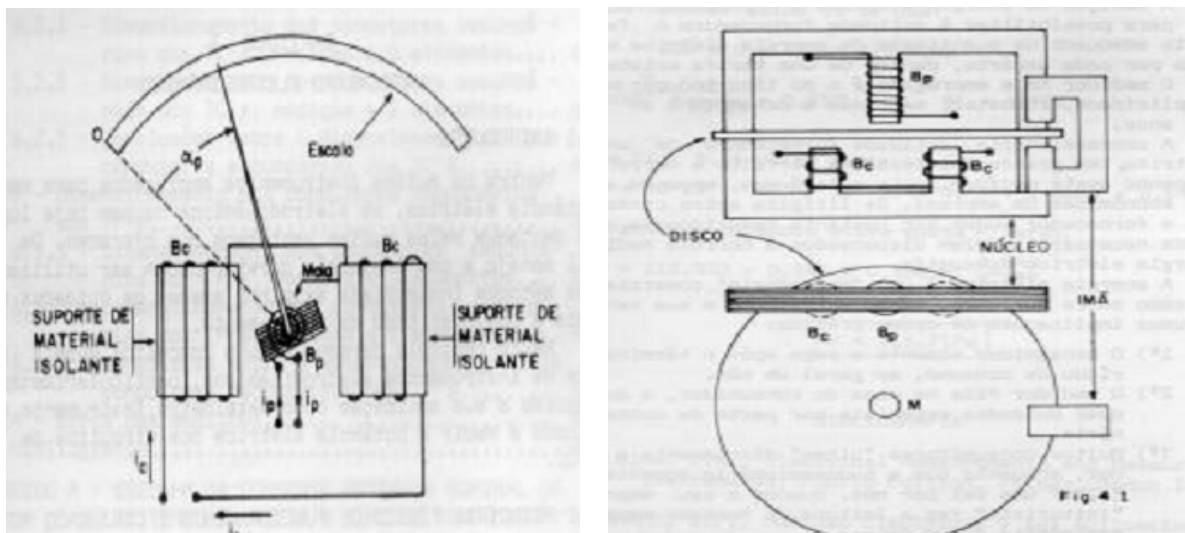


Figura 3.2 : Wattímetro Electrodinâmico e respectiva forma de se colocar como contador energético (disco) [16].

Os fluxos gerados por B_p e B_c ao interagirem com as correntes induzidas do fenómeno electromagnético criam uma força que vai fazer com que um disco rode. Uma das bobinas cria um fluxo magnético proporcional à tensão enquanto a outra produz um fluxo magnético proporcional à corrente. O campo magnético da primeira bobina é atrasado (esfasamento) em 90° através de uma bobina de compensação. Este processo vai fazer com que surja uma corrente induzida (corrente de Foucault) no disco de tal forma que é exercida uma força sobre este proporcional ao produto da tensão e da corrente. O equilíbrio entre as duas forças

Medição de energia: passado e presente.

contrárias provoca que o disco rode à potência utilizada, fazendo mover um equipamento de registo (integrador de energia). Este movimento é equivalente ao conta-quilómetros de um automóvel [16] [ANEXO I].



Figura 3.3: Contador Monofásico [13].



Figura 3.4: Contador Trifásico [13].

Em suma, este género de contadores funcionam por meio da contagem das rotações de um disco de alumínio construído para girar a uma velocidade proporcional à potência utilizada[15].

São necessários dois contadores deste tipo, um para medir a energia activa, outra para medir a energia reactiva, este é um dos entraves ao uso destes contadores, que tanto a nível de espaço como de eficácia ficam aquém de outros mais recentes.

3.2.4. Contadores Estáticos

Os contadores estáticos são equipamentos mais recentes que já trabalham de modo digital, criando assim a ruptura com os fenómenos electromagnéticos antigos (Contadores electromagnéticos).

Neste tipo de contadores, o método de contagem de energia é muito diferente. A Tensão e a Corrente são alteradas por divisores internos e, em seguida, transformadas em grandezas digitais, filtradas e processadas, sendo convertidas em impulsos proporcionais à energia gasta em certo instante. Ou seja existe uma proporção de impulsos equivalente a um custo energético realizando-se nessa contabilização de impulsos a facturação inerente à energia eléctrica gasta.

A medição de energia realizada através de contadores estáticos permite variadas vantagens. Vantagens a nível de atravancamento, na medida em que um simples contador efectua o “trabalho” de dois electromecânicos (lê energia activa e reactiva de uma vez, e nos dois sentidos [Produção/Consumo]), vantagens relacionadas com a facilitação para a compreensão do tarifário adequado a cada cliente. Mas um dos principais factores positivos é a possível inclusão de sistemas de comunicação adaptando-se assim à Telecontagem.

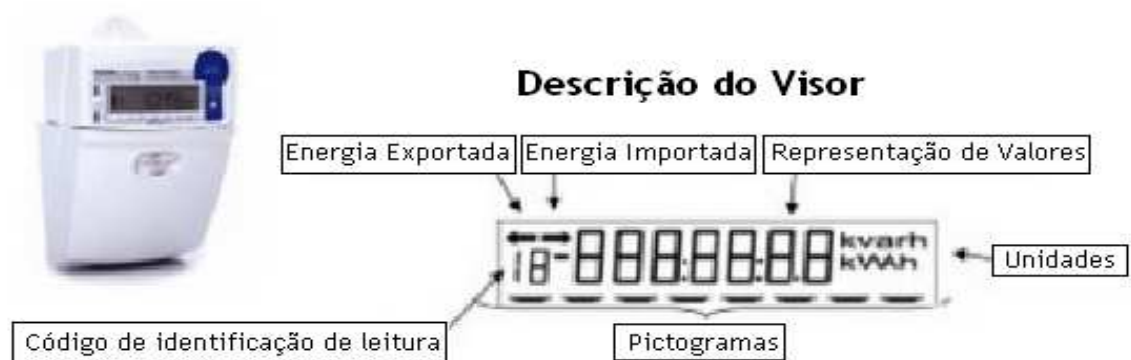


Figura 3.5: Contador estático monofásico [17].



Figura 3.6: Contador Estático Trifásico [17].

3.2.4.1. Constituição dos Contadores

Os contadores de energia na sua totalidade são compostos por:

- Involúcro - Todos os materiais devem ter um material protector, e como tal o invólucro dos contadores devem ser de um material resistente, que suporte humidade e poeiras. Deve ser composto por um material robusto, que impossibilite deformações provocadas por fenómenos térmicos. A selagem, como mencionado anteriormente, deve ser sempre efectuada em todos as caixas protectoras dos contadores.
- Placa de Terminais e respectiva Tampa - A tampa dos terminais tem como intuito efectuar a protecção das ligações dos contadores, projectadas tendo em atenção os apertos mecânicos dos condutores [13].
- Integrador de Energia - Elemento que possibilita a contagem da energia. Constitui-se na maior parte por roletos, sendo fabricado de maneira cuidada para possibilitar elevadas durações de uso e máxima segurança. A fiabilidade tem que estar presente neste componente pois nesta fase são definidos os valores energéticos que cada cliente irá obter.
- Rotor ou bloco do Motor - É constituído por um a três discos (em alumínio) e um veio possibilitando a incrementação do valor de energia no integrador.
- Identificação - As chapas de características dos contadores definem os contadores no seu todo. Usualmente devem obter a marca do fabricante, o número de série, tensões de referência (V_{ref}), correntes de base, frequência (HZ), as rotações por KWh (contador electromecânico), o número de impulsos por KWh (Contador Estático).

Identificam-se nas figuras 3.7 e 3.8 os elementos constituintes dos diferentes contadores.



Figura 3.7: Constituição de um Contador electromecânico [13].



Figura 3.8: Constituição de um Contador Estático.

3.2.5. Montagem de Material de Medição de Energia

É necessário ter presente que para a instalação de matérias de medição de energia é preciso ter-se um disjuntor controlador de potência (DCP), que tem a função da protecção da instalação do cliente, assegurando o corte rápido do sistema em caso de anomalias. Tem também a função de limitação da potência contratada pelo cliente. Estes dispositivos são colocados a jusante dos contadores, podendo estar inseridos no quadro de entrada do cliente.

Para a montagem de material de medição devem ser seguidas algumas regras:

- Aquando da instalação, tratar correctamente o material disponível;
- Deve-se garantir as condições de segurança dos clientes, tendo extremo cuidado com as protecções utilizadas para cada aparelho;
- Os contadores devem estar em locais de fácil acesso;
- O local de visionamento de leituras deve ser bem visível;
- Na instalação de sistemas de medição ter extremo cuidado com o apertar de todos os parafusos, pois um mau aperto de um simples parafuso pode dar azo a uma má contagem, prejudicando assim a entidade que presta o serviço;
- O contador deve sempre ser colocado verticalmente;
- Os esquemas de ligação (patentes nas placas de terminais) devem ser seguidos à risca.

Medição de energia: passado e presente.

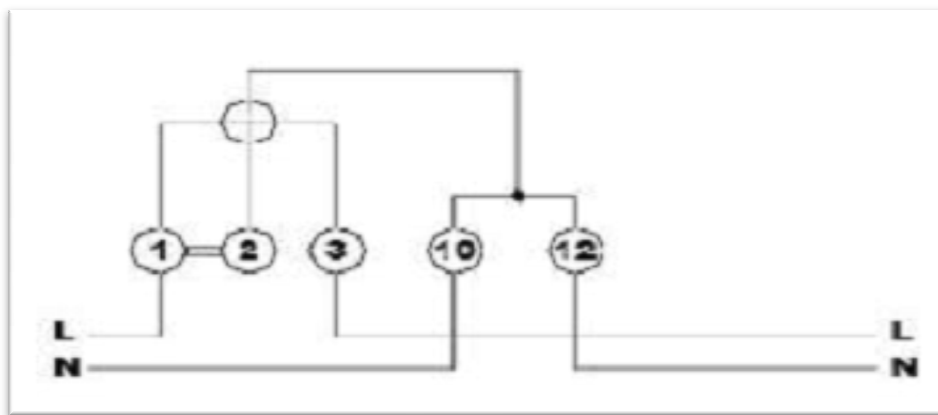


Figura 3.9: Esquema de ligação de um Contador Electromecânico Monofásico [18].

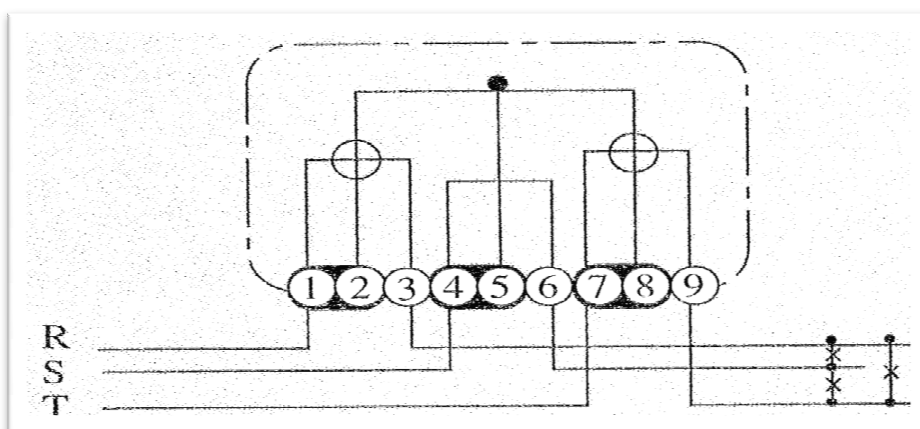


Figura 3.10: Esquema de ligação de um Contador Electromecânico Trifásico [19].

Depois de verificado o esquema de ligações do contador é necessário verificar se todas as ligações estão bem-feitas. Como exemplo de verificação, para um contador electromecânico trifásico temos a montagem da figura 3.11:



Figura 3.11: Montagem real de um Esquema de ligações Trifásico [13].

Depois de verificado o esquema de ligações é necessário fechar a placa de terminais com a sua respectiva tampa. Este momento tem uma especial importância, pois é necessário efectuar a selagem do equipamento, isto para permitir saber se houve alguma intrusão por parte externa à empresa de distribuição ao material existente.

Neste capítulo elucidou-se o passado e o presente da medição de energia eléctrica, para se poder contextualizar o trabalho em si. O presente desta temática está em constante evolução, como tal é necessário dar a entender a um futuro leitor desta tese tudo o que se relaciona com a contagem de energia desde o seu começo até ao que se poderá realizar relacionado com ela no futuro.

3.2.6. Implementação dos Contadores de Energia no âmbito Nacional

Actualmente em Portugal mais de 75% dos contadores instalados em BTN são contadores electromecânicos [20]. Somente 2% do número total de contadores existentes são estáticos (figura 3.12). Os contadores híbridos (mistura de tecnologia) e os contadores electromecânicos, hoje em dia, ostentam uma idade de implantação superior a dez anos [20].



Figura 3.12: Género de Contador em Baixa Tensão Normal no ano de 2006 [20].

Contador Híbrido

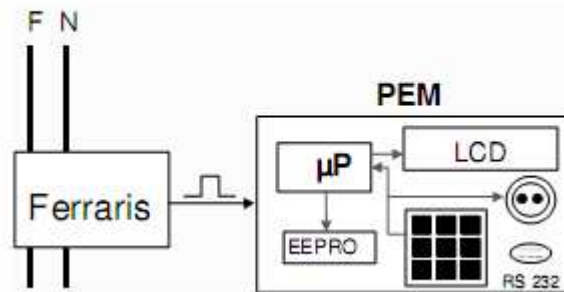


Figura 3.13: Esquema de um Contador Híbrido [21].

Capítulo 4

Telecontagem

4.1 - Descrição da Telecontagem

Nestes últimos anos, os processos de medição de energia têm se baseado em grande parte nos métodos enunciados no capítulo anterior. A necessidade de evoluir e encontrar novas soluções para a contagem energética levou à criação de sistemas baseados na Telecontagem.

Um sistema de Telecontagem (ST) “constitui o suporte de base para a recolha e o processamento de dados associados aos fluxos de energia necessários para as liquidações dos relacionamentos comerciais entre as várias entidades do SEN”, exposto pela ERSE [22].

Uma das características dos ST relaciona-se com o facto de ser constituído por um aglomerado de equipamentos locais que realizam a medição de energia eléctrica, e que para além desta tarefa efectuam a memorização remota dos valores associados a essas mesmas medições. A obtenção destes valores é feita em períodos de integração definidos pela ERSE.

Os equipamentos locais têm a aptidão de estabelecer a comunicação com equipamentos centrais (efectuam recolha centralizada da informação e realizam o tratamento de dados) para, posteriormente, se realizarem facturações e liquidações associadas a cada equipamento.

As redes de distribuição e transporte estão sempre ligadas entre si, e com a inserção desta tecnologia será necessário em cada ponto de conexão um sistema remoto de telecontagem de energia devendo existir em cada uma destas unidades um concentrador remoto de dados que efectua a recolha de dados dos diferentes equipamentos de contagem, permitindo datar os valores de cada contador garantindo a sua memorização durante um longo período de tempo.

A telecontagem vai então combinar alguns factores para que sejam garantidos os alicerces principais nestas aplicações:

- Tele-Contadores/Contadores Inteligentes, mecanismos inteligentes para a contagem de energia eléctrica. Equipamentos que fazem a medição em dois sentidos (energia produzida e consumida).
- Bases de Dados, mecanismos que efectuam a comunicação entre os valores recolhidos dos equipamentos instalados no local e os equipamentos centrais. A comunicação de dados pode ser realizada por:
 - o PLC, *Power Line Communication*;
 - o GSM, *Global System for Mobile Communications*;
 - o GPRS, *General Packet Radio Service*;
- Processamento de Dados, esta fase tem como intuito elaborar, com os dados recolhidos nos equipamentos centrais, a facturação e liquidação do cliente.

A telecontagem está correlacionada a toda a temática da medição inteligente (“*Smart Meter*”). O assunto da medição de energia feito através da telecontagem tem atraído muita atenção, pois envolve conceitos que trazem inúmeros benefícios já testados em alguns projectos e implementações testes efectuadas com sucesso (mencionadas no capítulo 6). Um dos principais problemas relaciona-se com a definição do actual valor dos benefícios, ou seja, perceber como se fará a distribuição do custo envolvido para o alcance dos benefícios pelos diferentes operadores de mercado.

O futuro desta nova área de conhecimento vai depender em larga escala das políticas implementadas por cada nação. A segurança no fornecimento energético e a poupança energética são factores que vão certamente fomentar estes novos conceitos no mundo.

Quando se fala nestes tópicos, um sem fim de questões são levantadas, como por exemplo: quais as vantagens da telecontagem? Qual é a tecnologia utilizada? Que projectos existem? Quais os resultados? Qual o futuro? É isso que se vai tentar colmatar e fazer perceber com o desenrolar desta Tese.

4.1.1. Objectivos da Telecontagem

A medição inteligente de energia eléctrica é “moderna com dispositivos electrónicos inovadores capazes de oferecer aos consumidores, produtores, distribuidores, operadores de rede e reguladores um largo alcance de informação capaz, permitindo a introdução de novos serviços energéticos” [23].

A medição inteligente usualmente requer a instalação de sistemas de Telecontagem a nível dos consumidores residenciais, realizando a medição, processamento e análise de consumos inerente ao cliente. Esta geralmente detém as seguintes capacidades:

- Registo da energia eléctrica em tempo real (medição de quinze em quinze minutos)
- Leitura dos dados recolhidos remotamente
- Permitir a limitação remota através da medição. E quando necessário, como última medida a ser tomada, pode-se efectuar o completo corte de energia associado a um cliente/consumidor (fraudes).

Agregadas a estas capacidades anteriores, a Telecontagem tem como principais objectivos [18, 24]:

- Reduzir os custos associados à operação de recolha, no terreno, dos valores de medição energética;
- Aumentar a qualidade de serviço;
- Permitir a gestão remota ao cliente dos seus dados energéticos;
- Com o processamento de dados em plataformas centrais há a possibilidade de se efectuar automaticamente alterações contratuais;
- Monitorização da rede de Baixa Tensão, verificando a necessidade energética existente. Com a telecontagem a energia consumida é bem definida (devido à constante elaboração do perfil do cliente), permitindo a realização de um trânsito de potência na rede bem delimitado, levando à minimização dos defeitos e perdas nas linhas de distribuição;
- Fácil detecção de fraudes e problemas na contagem;
- Com este método há o corte das estimativas efectuadas para os perfis dos clientes gerando contentamento entre a população;
- Utilização de contagem inteligente no gás e águas;
- Valor acrescentado relativamente ao serviço prestado pelo cliente;

Com todos estes objectivos será necessário contextualizar como todo este sector tem-se desenvolvido e perceber da melhor maneira possível o que se está a desenvolver tanto em Portugal como no resto do mundo.

Convém frisar um simples ponto que, por vezes, se confunde. Este relaciona-se com o pensamento generalizado que a medição inteligente é consequente das redes inteligentes. Isto é errado, porque as redes inteligentes têm o intuito de a nível energético fazer a interligação entre produção e consumo com o objectivo de atingir eficientemente a sustentabilidade económica e o seguro fornecimento de electricidade.

A contagem inteligente é simplesmente um pré-requisito para as redes inteligentes, mas pode existir por si só, sem ter que estar associada a uma rede inteligente de energia. O contrário é que já não é possível.

4.2 - Situação Actual da Telecontagem (em Portugal)

4.2.1. Muito Alta, Alta e Média Tensão

Em Portugal Continental já se encontra implementado os sistemas de telecontagem nos patamares de tensão de:

- Muito Alta Tensão (MAT);
- Alta Tensão (AT);
- Média Tensão (MT);

As ocorrências nestas três gamas de tensão dos ST estão relacionadas com o programa de substituição dos equipamentos de medição (ocorrido entre 2002 e 2005) [20].

Actualmente a inserção da telecontagem no panorama energético nacional representa somente uma pequena quota no mercado de energia. Nos dias que correm a telecontagem é um alicerce do mercado liberalizado de energia eléctrica, que possibilita que o processo de gestão de energia seja vendido pelos diversos comercializadores. Logo se um cliente não pertencer ao mercado regulado, vai ter de ter um ST associado a si (obrigatoriedade imposta pela ERSE).

A EDP devido à liberalização do sector energético tem que fornecer dados das contagens aos comercializadores para futuros efeitos de facturação.

A EDP Distribuição criou no ano de 2002 um gabinete de telecontagem que tem como intuito [18]:

- Verificar e executar a instalação de equipamentos preparados para a telecontagem nos clientes MT;

- Para ser possível a mudança de SEN para SENV é necessário haver alguma entidade que supervisione tal alteração. O gabinete de telecontagem garante as condições que permitem a mudança de clientes de um mercado para o outro.
- Desenvolver sistemas para congregar a recolha de dados e sua desagregação, no que concerne aos dados de medição dos contadores;
- Fornecer os dados aos comercializadores;

4.2.2. Baixa Tensão

No que concerne à Baixa Tensão, a telecontagem está a começar a dar os primeiros passos, não estando implementada em larga escala. Havendo já alguns projectos-piloto, que serão explicados em 5.1 e 5.2.

O número de clientes existentes em BT é elevadíssimo (aproximadamente seis milhões). Este tipo de clientes são particularmente do ramo doméstico e de PME's, e a sua facturação energética ainda é baseada na estimativa com a utilização de contadores electromecânicos. Constatase que neste sector existe um grande potencial de implementação da telecontagem não só porque o espectro de clientes é enorme, mas porque os requisitos que hoje em dia já são garantidos pela telecontagem permitem dizer que será possível o uso da mesma neste sector.

A telecontagem é então viável na BT, muito graças aos baixos custos inerentes aos sistemas de comunicação utilizados. O que permite reduzir logo de imediato 5,3 milhões de euros, custo relacionado com as leituras dos valores de energia efectuadas no local [20].

Tabela 4.1: Consumo Anual consoante o nível de Tensão [20].

<i>Nível de Tensão</i>	<i>Consumo Anual (MWh)</i>
MAT	1,393,000
AT	6,309,000
MT	14,359,874
BTE	3,441,000
BTN	19,910,126

Já existem alguns projectos e exemplos práticos de telecontagem neste limite de tensão (BT).

4.3 - Mercado Liberalizado

Os consumidores energéticos portugueses podem fazer a livre escolha a quem querem comprar electricidade. Isto acontece a partir do ano de 1995, começando primeiramente a ser realizado pelos grandes consumidores energéticos (MAT) alargando-se até ao patamar da BTE (ao longo dos anos), criando assim a liberalização do mercado de electricidade.

Percebe-se facilmente que todo o patamar da BTN não atingiu esta fase, por isso a última fase da liberalização do mercado prende-se com a permissão dos consumidores de BTN à livre escolha de operadores de distribuição.

O mercado liberalizado tem inúmeros operadores que podem concorrer entre eles de uma forma livre, o que possibilita a cada consumidor escolher os preços e condições comerciais mais favoráveis ao seu caso. Todas estas transacções seguem os regulamentos impostos pela ERSE e pela Direcção Geral de Energia e Geologia (DGEG). A rede de distribuição fica entregue apenas a uma entidade, EDP Distribuição, sendo esta a responsável pelo planeamento e pela organização de todos os factores inerentes à distribuição de energia [25].

Intervêm neste mercado livre variadíssimos aspectos e situações que se devem caracterizar, para que se compreende o que cada “peça” provoca neste grande “jogo” da medição de energia.

- Consumidores, são a base de todo este sistema, na medida em que são os utilizadores finais de energia. Associado a cada consumidor está um gasto de energia que será sujeito a uma facturação. A passagem de um consumidor do mercado regulado para o mercado livre não é obrigatória, ficando ao cargo deste ditar o que vai fazer consoante as propostas existentes. Aquando da decisão da passagem de um mercado para outro, o consumidor deve ter presente os diferentes preços do KWh, as diferentes tarifas, a duração mínima de contrato (por cada comercializador) e o modo de pagamento.

A ERSE definiu que um consumidor pode efectuar no máximo quatro alterações de comercializadores num ano sem ter nenhum encargo relativo a coimas.

Um consumidor se mudar do mercado regulado para o livre está normalmente sujeito à instalação de equipamentos de telecontagem. Esta alteração é desenvolvida pelo distribuidor de electricidade. Se um cliente quiser observar as suas leituras energéticas, vai existir um acréscimo nas despesas associadas ao mesmo consumidor [25-26].

- Comercializadores, compram a energia aos produtores vendendo-a aos seus clientes, oferecendo-lhe variados serviços (tarifas, pagamento, etc) aquando do momento do contrato. Os comercializadores ao efectuarem o seu preço final têm que incluir o acesso à rede (imposto por ERSE), não havendo inevitavelmente a obrigação de os preços em mercado regulado serem mais baratos que em mercado livre [20, 26].
- Comercializadores de último recurso, são aqueles que garantem o fornecimento a todos os consumidores de electricidade, mesmo não havendo nenhum comercializador no mercado livre a querer fornecer um consumidor (Decretos-Lei nº 29/2006). Este cargo é realizado pela EDP Distribuição como mencionado em cima, isto porque não havendo comercializadores dispostos a fornecer no mercado livre algum consumidor, este consumidor automaticamente fica associado a preços e tarifas do mercado regulado, entrando aqui a EDP [27] .
- Operadores de Rede, têm o objectivo de efectuar serviços de transporte e distribuição de energia a todos os consumidores, sem que haja nenhuma falha de segurança, havendo fiabilidade e eficácia na rede. Devem ainda facturar os clientes mediante os dados obtidos pelo contador [20, 26].

4.4 - Enquadramento legislativo relacionado com Telecontagem

Os Instrumentos de medição são objectos de directivas específicas desde 1971, com a directiva 71/316/EC, que tinha intuito de fazer uma aproximação das legislações de cada estado membro da União Europeia. Desde então algumas directivas foram saindo com o intuito de melhorar esta relação e de aprimorar a medição de energia, tanto a nível de regulamentação e normalização como a nível de incentivo para o aperfeiçoamento desta temática.

4.4.1. Directiva 2004/22/EC

Convém salientar não só o que se passa em Portugal, mas como se tem regulamentado esta temática da medição de energia. Como tal surge a directiva 2004/22/EC que foi promulgada pelo conselho europeu em Março de 2004, com o objectivo de conciliar

num âmbito global (UE) a legislação para os equipamentos de medição de energia utilizados de forma comercial [28].

A directiva não é específica para contadores de energia eléctrica, mas sim para todo o tipo de contagem, como por exemplo:

- Contadores de Gás;
- Contadores de Água;
- Contadores de Energia Térmica;
- Contadores de Energia Eléctrica;

Relacionado com todos estes tipos de contagem de energia, foi necessário também nesta directiva caracterizar, de maneira igual para todos, os meios relacionados com as contagens, como:

- Os equipamentos de medição;
- Os equipamentos de pesagem (automáticos);
- Os analisadores de gases de escape;

Relativamente à energia eléctrica, factor de interessa deste trabalho, podemos concluir com esta directiva os seguintes parâmetros base para a regulamentação neste sector de contagem de energia [28]:

- Um contador de energia eléctrica é um dispositivo que mede a energia eléctrica activa consumida num circuito com:
 - I = intensidade da corrente eléctrica que passa pelo contador;
 - I_n = corrente de referência específica para a qual o transformador foi dimensionado;
 - I_{st} = valor mínimo declarado de I a que o contador regista energia eléctrica activa com factor de potência unitário
 - I_{min} = valor máximo de I para o qual o erro se situa dentro dos EMA (contadores polifásicos com carga equilibrada);
 - I_{tr} = valor de I acima do qual o erro se situa dentro dos menores EMA correspondentes ao índice de classe do contador;
 - I_{max} = valor máximo de I para o qual o erro se situa dentro dos EMA;
 - U = tensão da energia fornecida ao contador;

- U_n = tensão de referência específica;
- f = frequência da tensão que passa pelo contador;
- f_n = frequência de referência específica;
- PF = factor de potência = $\cos \varphi$ = co-seno da diferença de fase φ entre I e U ;
- O fabricante deve especificar o índice de classe de precisão do aparelho de contagem (Classe A, Classe B e Classe C).
- O fabricante tem que indicar as condições nominais de funcionamento do contador (f_n , U_n , I_n , I_{st} , I_{min} , I_{tr} e I_{max}) [ANEXO II].
- Os erros de medição não podem exceder determinados valores (ANEXO II).
- Deve haver extremo cuidado com os efeitos de perturbação (ANEXO II)
- E para finalizar ter atenção o meio onde se inserem (Tabela 3):

Tabela 4.2: Ambientes Electromagnéticos e Mecânicos para os quais estão previstas a utilização de um equipamento [28].

Ambientes	Classe	Aplicação
Electromagnéticos	E1	Instrumentos com utilização em locais de perturbação electromagnética relativas a zonas residenciais
	E2	Instrumentos com utilização em locais de perturbação electromagnética relativas a edifícios industriais.
	E3	Instrumentos com alimentação realizada pela bateria de um veículo. Devem cumprir a utilização da classe E2.
Mecânicos	M1	Instrumentos com utilização em locais com vibrações e choques de baixa significância.
	M2	Instrumentos com utilização em locais com vibrações e choques de razoável significância.
	M3	Instrumentos com utilização em locais com vibrações e choques de elevada significância.

4.4.2. Recentes Directivas da União Europeia.

2005/89/EC

Nos últimos anos esforços têm sido feitos para melhorar-se a regulamentação e dar incentivos à utilização da medição inteligente. Na directiva explicada em 4.4.1 teve-se presente pela primeira vez uma normalização para instrumentos de medição de energia. A primeira vez que houve a aparição concreta da temática da medição inteligente, foi na segunda directiva relativa a mercados de electricidade, a **2005/89/EC**. Referiam-se à contagem inteligente na medida em que se descrevia que os consumidores “deviam receber informação transparente na aplicação de preços e tarifas” [29]. O artigo 3 desta mesma directiva menciona que todos os estados membros devem tomar medidas adequadas para a salvaguarda entre a diferença da produção de energia e o consumo, o que leva ao “encorajamento na adopção de tecnologias de resposta em tempo real, como os avançados sistemas de medição” [24].

2006/89/EC

A directiva 2006/89/EC relacionada no seu todo com a eficiência energética, menciona o tema da telecontagem mais especificamente, mas refere tantas questões acerca das condições de medição que o torna num artigo de complicada percepção.

No artigo 13 desta mesma directiva há a percepção para o uso da telecontagem, isto é “ os estados membro devem assegurar, se for possível tecnicamente, financeiramente razoável e proporcional às poupanças energéticas, os consumidores finais... devem ser providos com contadores inteligentes individuais e competitivos que reflecta com eficácia o consumo actual de energia e forneça informação no tempo real de utilização” [24]. Isto porque “a factura do consumo deve ser feita para permitir ao consumidor a sua própria regulação” [24].

De referir para finalizar a questão de normalização e legislação, que o PCR(4.4.3) teve um grande impulso devido à criação desta directiva relacionada com a eficiência energética. Esta pretendia acelerar o processo de eficiência energética relacionada com todo o processo de distribuição de energia para ajudar a alcançar o objectivo 20-20-20. Como tal Portugal viu-se obrigado a criar medidas para serem realizados os objectivos no alcance exaustivo da eficiência, criando assim o seu plano nacional de acção para a eficiência energética (em 4.4.4).

4.4.3. Plano de Compatibilização Regulatória

Em seguimento à directiva que comanda os assuntos de medição energética a nível global, é necessário focalizar o que se faz ou tem feito em Portugal.

Como as regras são comuns a todos os países da UE, Portugal e Espanha, que em conjunto já tinham criado um mercado ibérico de electricidade (MIBEL), com um objectivo comum de desenvolver este mercado (competitivo e eficiente) munido de equipamento de supervisão e controlo que garanta um serviço inovador e eficaz. Relacionando isto com os planos de eficiência energética de cada país (PNAEE) leva-se a crer que a medição de energia venha a ser um assunto de desenvolvimento para estes dois países.

Para se melhorar e colocar ao mais alto nível o MIBEL, os dois governos (Português e Espanhol), concordaram na elaboração de um Plano de Compatibilização Regulatória (PCR), que possibilite o alcance da eficiência energética e que garanta que “ a telecontagem assume-se como um instrumento relevante para a mudança de comercializador para a eficiência energética” [30].

O Plano de Compatibilização Regulatória acordado entre os Governos de Espanha e de Portugal em 8 de Março de 2007 prevê que o Conselho de Reguladores do MIBEL apresente um plano e um calendário harmonizado de substituição de todos os contadores de energia eléctrica por outros que permitam a telecontagem e uma proposta harmonizada para as especificações e funcionalidades mínimas dos contadores do segmento doméstico e das PME's.

Em Espanha já se adoptou legislação que possibilita a completa substituição dos contadores até Dezembro de 2018. Portugal ainda não detém legislação completa, mas a ERSE propôs que a substituição ficasse concluída até Dezembro de 2015, como se verifica na figura 4.1 [31].

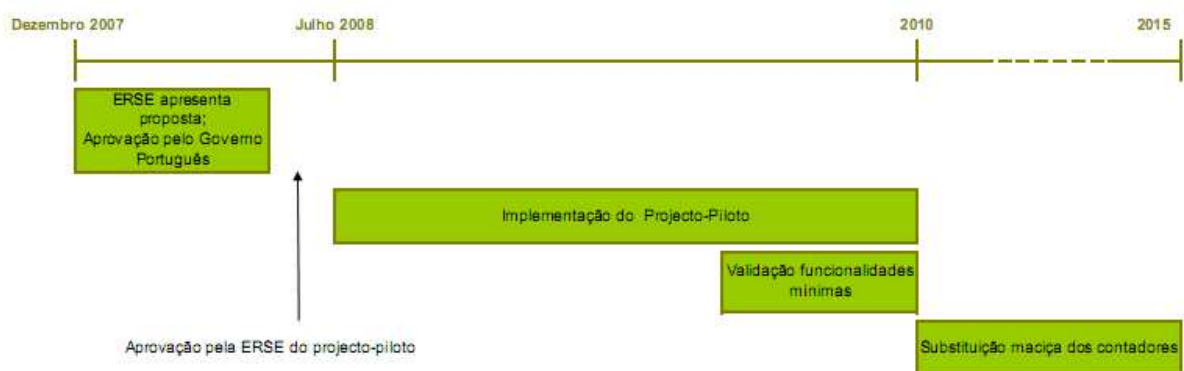


Figura 4.1: Cronograma da calendarização proposto pela ERSE para as etapas do plano de substituição de contadores de energia eléctrica [20].

4.4.4. Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE)

A Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estabeleceu a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética, estabelecendo metas de, pelo menos, 1 % de poupança de energia por ano até 2016.

Aprovou-se então o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015 (apresentado pela ADENE). Documento que engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar e suplantar os objectivos fixados no âmbito da referida directiva europeia [32].

Este plano tem como intuito responder aos desafios que se enfrentam no domínio da energia. Assimila um conjunto de medidas com o objectivo de melhorar a eficiência energética em [33]:

- Aparelhos;
- Edifícios;
- Transportes;
- Serviços;
- Produção e Distribuição de energia;
- Financiamento para investimentos eficientes;
- Promover o comportamento face ao consumo de energia;

Com a implementação do PNAEE vai ser possível gerar-se uma maior competitividade promovendo o nível de vida das pessoas. Existe então um potencial que pode criar uma economia de energia melhor que a que temos hoje em dia. No sector doméstico, que é o que se relaciona no seu todo com este trabalho, percebe-se que com a melhoria dos hábitos de cada pessoa se pode obter uma melhor eficiência energética. E isto será possível com a inserção de contadores inteligentes, pois cada pessoa tomará contacto com o que faz de bem e de mal, podendo melhorar os seus costumes e hábitos, havendo um benefício claro para se alcançarem as metas propostas no que se prenda com Eficiência Energética.

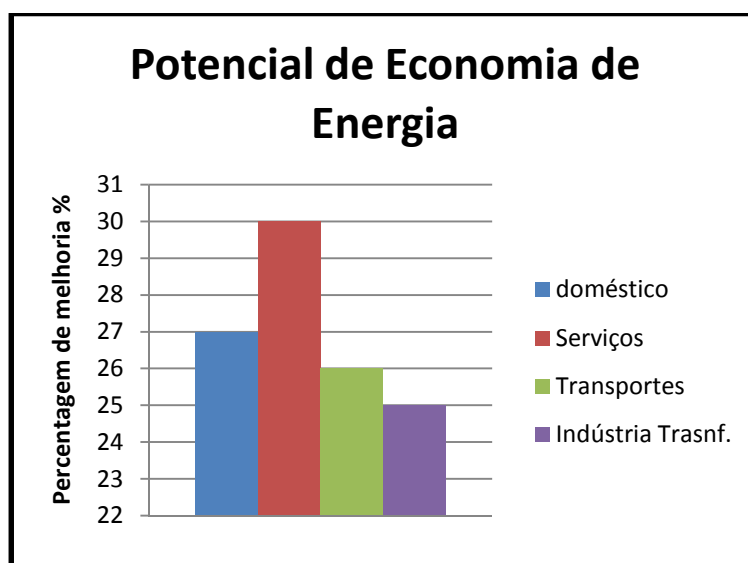


Figura 4.2: Potencial de Economia de Energia por Sector [33].

Percebe-se agora que com a criação do PNAEE houve um incentivo para o desenvolvimento da matéria da medição de energia. Tudo isto associado ao PCR já enunciado anteriormente leva a que seja necessário evoluir-se no sentido de aumentar a imposição de contadores inteligentes em todos os sectores energéticos, principalmente no sector que ainda não existe (BTN).

4.5 - Tecnologia intrínseca à Telecontagem

Ao longo deste capítulo tem-se definido no seu todo tudo o que define a telecontagem e a medição inteligente de energia. Agora é chegado o momento em que se reporta especificamente à tecnologia utilizada e perceber como se faz para se efectuar a medição inteligente de energia.

Toda esta tecnologia é baseada num contador inteligente. Os contadores inteligentes são capazes de estratificar o consumo de energia de uma habitação transferindo essa informação por vias de comunicação para o sistema central. Aqui faz-se a monitorização e processamento de dados inerente a cada contador.

Com a telecontagem, como já mencionado anteriormente, será possível realizar uma gestão autónoma de consumos. Ao processo de gestão de consumos de energia com o objectivo de otimizar os recursos disponíveis e programar a produção de energia, estimulando os consumidores a alterar o seu costume no uso da electricidade denomina-se por *demand side management* (DSM) (figura 4.3) [34].

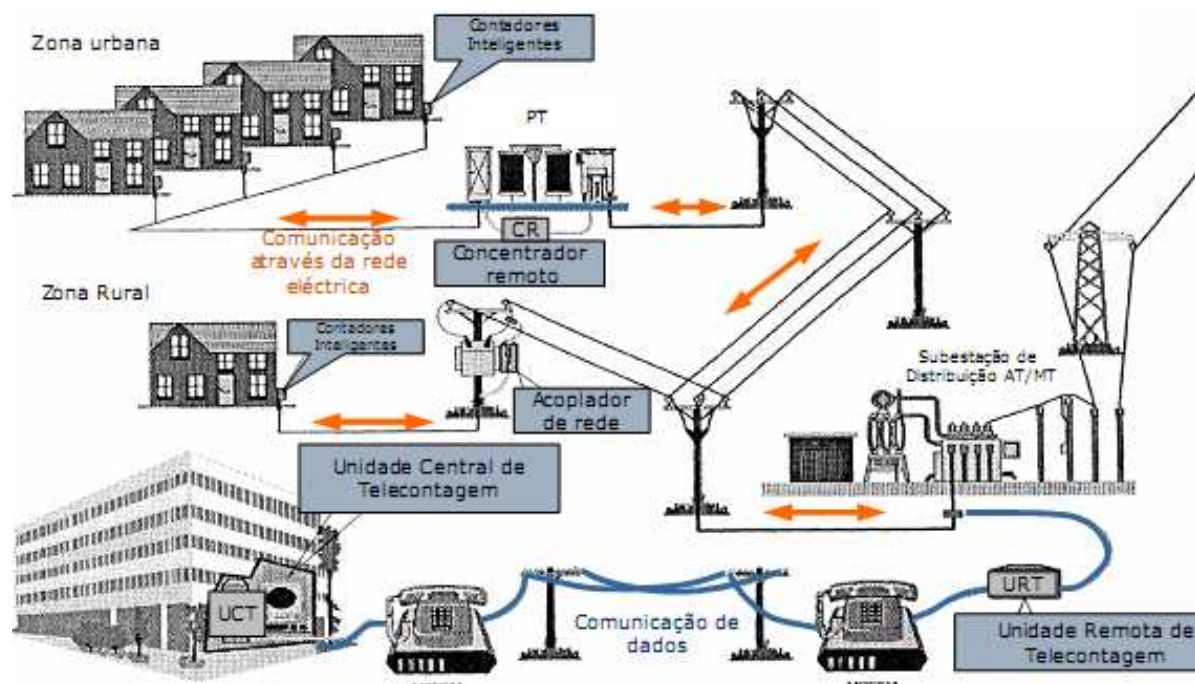


Figura 4.3: Esquema ilustrativo de Demand Side Management [35]

Com a utilização deste género de formulação de rede diminui-se a saturação das redes de distribuição em períodos de ponta conseguindo reduzir-se a necessidade de construir novas centrais para dar cobertura a estes picos de necessidade de energia.

Nos dias que correm os contadores electromecânicos são ainda os mais utilizados. Mas os contadores inteligentes têm características que ultrapassam em tudo estes contadores antigos. São contadores modulares, ou seja, podem ser separados por tipo de trabalho a realizar.

A medição de energia na telecontagem é feita por dois sensores, um de corrente e outro de tensão, sendo posteriormente integrados no contador. Os sinais respectivos destes sensores são conectados aos conversores analógicos/digitais para, depois de multiplicados, se calcularem as potências instantâneas. Toda esta tarefa de captação de potência é realizada mediante um registo de impulsos que indirectamente estão conectados a um certo valor de energia gasta. Por exemplo, 10000 impulsos são 1W gastos.

4.5.1. Componentes dos Contadores Inteligentes.

VISOR

Os Contadores devem possuir um visor de cristais líquidos (LCD) que permita a visualização das diversas funções do contador e ainda da data e hora. Sendo o visor a interface entre o sistema e o utilizador, deve manter as suas propriedades físicas e funcionais

até ao fim da vida útil do contador. O visor é, aliás, um dos elementos críticos na definição do tempo de vida útil do contador. O visor representa também uma parte significativa do custo global do equipamento de contagem [20].

MEMÓRIA

O contador deve ter capacidade de memória para garantir o armazenamento de valores acumulados, eventos e outros dados relevantes. No caso de ausência prolongada de alimentação de energia eléctrica, a memória deve assegurar que os dados sejam guardados durante um intervalo de tempo significativo. Uma característica importante da memória é ser passível de expansão com custos reduzidos visto que os serviços disponibilizados pelo contador dependem muito da capacidade da memória.

Existem três tipos principais de memória que estão enunciados no Anexo III [20].

RELÓGIO DE TEMPO REAL

Para se realizar o registo correcto e preciso das ocorrências, os contadores dispõem de um relógio de tempo real (RTC - *Real Time Clock*) em que a sincronização deve ser feita mesmo na ausência de tensão externa de alimentação. O RTC pode utilizar a frequência de rede como sincronizador ou um oscilador de cristal de quartzo. Cada um dos sistemas tem os seus prós e contras em que a utilização de um ou outro condiciona o tipo de alimentação de recurso. Normalmente, ambos os sistemas têm um baixo peso no custo global do equipamento [20].

ENTRADAS DE DADOS

Os contadores para telecontagem podem estar equipados com entrada de impulsos ou interface M-Bus para permitir a possibilidade de efectuar a leitura multi-serviços, ou seja, a recepção de dados de equipamentos de medição de outros serviços como a água, gás ou calor [20].

DISPOSITIVO DE CORTE E REPOSIÇÃO DE TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO

Um contador de telecontagem pode dispor de um dispositivo de corte e reposição de tensão de alimentação, bem como de controlo da potência máxima tomada admissível. Podem considerar-se três formas principais de incorporar a função de corte e reposição, cada uma com as suas vantagens e desvantagens (resumidas no Anexo III).

A actuação sobre o DCP é efectuada por injeção de corrente para actuação do dispositivo de protecção diferencial ou através de uma bobine de disparo remoto, acoplada ao DCP. Segundo indicação dos operadores, o custo extra da inclusão do relé na instalação de um contador de telecontagem é diminuto [20].

ALIMENTAÇÃO PRINCIPAL E ALIMENTAÇÃO DE RECURSO

Os contadores para poderem funcionar necessitam de uma fonte de alimentação principal. Existe uma panóplia de soluções tecnológicas para a fonte de alimentação de um contador estático. As principais soluções e respectivos benefícios estão no ANEXO III [20].

Os contadores dispõem também de uma fonte de alimentação de recurso, pois é necessário garantir o funcionamento do relógio do contador e também garantir o armazenamento de dados em memória no caso de falha na tensão da rede.

Os contadores usufruem, normalmente, de uma pilha de lítio não removível e, em complemento, uma outra opção tecnológica que cumpra a função de fonte de alimentação de recurso, a qual poderá ser, por exemplo, um super-condensador, cujo funcionamento se sobrepõe ao da pilha de lítio até à sua descarga. Com a inclusão de um super-condensador aumenta-se significativamente o custo global do contador, particularmente para capacidades elevadas. Espera-se que com a evolução da maturidade desta tecnologia o custo inerente à sua utilização diminua.

Qualquer que seja a solução adoptada, esta não condiciona o tempo de vida útil do contador, mesmo para a pior situação de temperatura e humidade. Habitualmente exige-se que um contador tenha um tempo de vida útil de 20 anos e que a reserva de marcha do relógio deverá estar garantida durante cerca de 3 anos.

4.5.2. Comunicação de um Sistema de Telecontagem

Um ST é composto por dois sistemas distintos [25]:

- Sistema Remoto: onde se efectua o pré-processamento dos dados obtidos pelos contadores.
- Sistema de comando: onde se recebe e processa a informação. Sendo disponibilizada em seguida aos vários utilizadores do sistema.

A questão da comunicação num ST tem uma relevância imensa, pois é aqui que está a grande diferença no que concerne a sistemas de medição de energia mais antigos. Os sistemas de comunicação devem ser económicos devido ao largo número de clientes que existem na BT, o que aquando da massiva utilização de contadores inteligentes nesta gama

de tensão poderá ser complicado, daí ser obrigatório não gastar-se fortunas para a implementação de vias de comunicação.

As tecnologias de telecontagem aliadas à comunicação, entre o contador e sistema central de gestão de dados, podem ser unidireccionais ou bidireccionais:

- **AMR (*Automated Meter Reading*)**: As tecnologias de AMR são tecnologias unidireccionais, ou seja, possibilitam a comunicação somente do contador para o sistema central. Assim vai ser permitido efectuar-se a leitura remota mas não será possível modificar remotamente parâmetros do contador ou mandar dados para este.
Neste tipo de medição (AMR) os registos dos consumos dos contadores são efectuados em períodos de 15 minutos. Depois da agregação e memorização dos consumos, estes são transmitidos por uma comunicação remota com um concentrador de dados de leitura através de rede de distribuição, a este processo dá-se o nome de *power line communication* (PLC) [20, 36].
- **AMM (*Automated Meter Management*)**: As tecnologias de AMM são tecnologias bidireccionais. Com esta abordagem pode-se interromper remotamente o fornecimento de energia ou até limitar a potência contratada. Será ainda possível modificar as parametrizações do contador de forma remota ou ainda enviar informação para o consumidor (bidireccionalidade) [20].
- **AMM + UM (*Automated Meter Management + Multi-Utility*)**: Com esta tecnologia vai se assistir ao incremento na tecnologia AMM das funções de outros contadores. Isto é o contador vai permitir a interacção de outros contadores, como por exemplo contadores de água, gás ou térmicos. Com este exemplo, os dados das leituras dos contadores de água (por exemplo) serão comunicados remotamente pelo contador de energia eléctrica [20].

Quanto à comunicação de dados, existem hoje em dia múltiplas opções, sendo esta uma área onde a evolução se faz notar com elevada prontidão. A maior parte dos fabricantes opta por soluções modulares, isto é o contador e o sistema de comunicação de dados estão em módulos separados, de maneira a permitir a actualização do sistema de transmissão de dados quando for conveniente ou necessário.

A Figura 4.4 mostra as tecnologias que actualmente são utilizadas para a comunicação de dados na telecontagem.

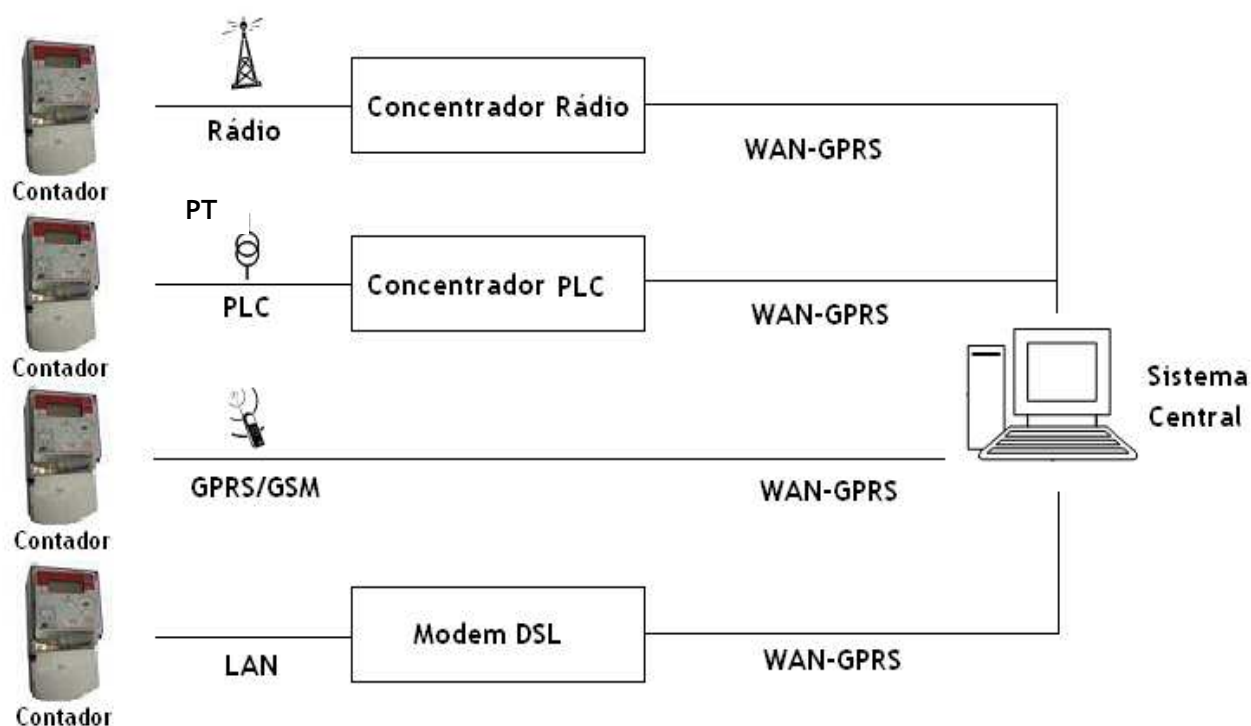


Figura 4.4: Tecnologias de comunicação mais empregadas em telecontagem [20].

Os sistemas de comunicação são um componente da telecontagem muito importante, e é necessário pensar-se nisto quando se implementa um ST. Estes sistemas não podem ser baseados em plataformas de telecomunicações devido ao elevado custo acoplado à instalação dos mesmos. Como tal as tecnologias que deveriam ser utilizadas para a comunicação são a tecnologia *GSM* e *PLC*.

- **PLC:** Esta tecnologia permite utilizar a rede de distribuição de BT local para realizar a comunicação. A tecnologia *PLC* é uma tecnologia de baixo custo. Como se percebe pela figura anterior (Figura 4.4) a comunicação do contador ao posto de transformação (PT) é realizada por *PLC* e a partir desses ponto a comunicação é feita por concentradores, que são instalados do lado de BT de um PT.

Os dados podem ser transmitidos com esta tecnologia a uma velocidade entre os 100B/s e os 5kB/s. Tudo isto irá depender da distância entre o concentrador e o contador e da impedância característica da linha. A opção pelo uso do PLC deve ser levada a cabo quando estamos em zonas urbanas e para curtas distâncias [26]. Esta regra assim se cumpre porque em redes urbanas os sistemas de distribuição estão muito bem caracterizados e são específicos de zonas distintas, daí a possibilidade da inserção desta tecnologia pois cada PT se reporta a uma zona específica.

- **GSM:** A tecnologia GSM beneficia das redes celulares móveis que já existem, sendo tudo realizado digitalmente [37]. Como tem havido uma forte competição entre operadores, esta tecnologia tem tido infra-estruturas mais baratas, mas mesmo assim este tipo de tecnologia fica mais cara que a anterior devido à junção do sistema GPRS com o GSM. A única diferença entre estarem juntos ou separados, além do preço, é a velocidade de comunicação de dados, em que para o GSM ronda os 10kB/s e para GSM/GPRS ronda os 40kB/s [38-39].

Este tipo de tecnologias têm sido muito utilizadas, mas segundo a ERSE devem ser colocadas nos meios rurais, por causa das redes de distribuição discretas características desses locais [20].

A capacidade de comunicação entre contador e sistemas centrais é uma temática que merece o interesse, porque não existe uma grande regulamentação neste tema. A nível tecnológico não é necessário existir preocupação pois as tecnologias existentes são eficazes e o possível uso integrado de tecnologias ainda fez com que se evoluísse mais os sistemas de transmissão. O principal problema que se relaciona com este assunto é a falta de regulamentação. Devido em grande parte à existência acentuada de um grande número de empresas que efectuem um sem número de contadores diferentes, o que torna difícil assegurar a eficaz monitorização do sistema.

4.6 - ACTARIS SL7000

Neste subcapítulo vai-se tomar a verdadeira consciência de como se realiza praticamente a contagem de energia. Pois será dada uma explicação prática associada a um contador inteligente da ACTARIS, o **SL7000 SMART**.

A Actaris é uma empresa líder nos serviços que presta. Esta empresa realiza trabalhos de medição e cria equipamentos para todas as energias e recursos (água, gás, electricidade e calor). O material que a Actaris fornece tem aplicações a nível residencial, comercial, industrial, de transporte e distribuição.

4.6.1. Generalidades

O SL7000 SMART é um contador trifásico estático de nova geração. Este contador é programável e adequado para aplicações de facturação e gestão em pontos de medida

variados que vão desde consumidores do âmbito industrial até residencial (para todas as gamas de tensão) [40].

O contador SL7000 SMART possibilita a programação de todas as estruturas tarifárias consideradas pela normativa imperante para clientes a tarifa. Além desta possibilidade este contador está disponível em aplicações de ligação directa e em ligações a transformador. Utiliza-se se necessário como mecanismo de medida convencional, pois no visor aparecem dados distintos (até 100 dados), podendo também (como é mais usual actualmente) utilizar-se como equipamento para sistemas completos, dispondo de software para a programação da configuração, para a recolha de informação e ainda para o tratamento desta informação.

São inúmeras as hipóteses facultadas de entradas/saídas e de portas de comunicação, cumprindo estas as normativas RS232 e CEI 61107 respectivamente. O SL7000 SMART integra a medição de energia, solicitação máxima e ainda faz o registo de perfil de carga (máximo 8 canais). Todo este histórico de dados é guardado em memória [40].

4.6.2. Arquitectura de Hardware

O contador SL7000 SMART é constituído por alguns componentes [40]. Estes são:

- Componentes mecânicos, constituídos por invólucro, caixa de terminais, tapafios;
- Sensores de Corrente (figura 4.6), do género *Mutual Current Transformers* (MCT). Disponíveis em dois tipos, 1 (10) A ou 5 (120) A;
- Carta base (figura 4.6), responsável por alimentar o resto dos circuitos. O contador é capaz de operar se só houver alimentação entre uma fase e neutro ou até se houver alimentação entre duas fases distintas;
- Carta de Entrada/Saída (figura 4.5);
- Carta de visualizador (figura 4.5), constituída por botões, led's de verificação, a porta óptica e o visualizador;
- Carta de medição e UCP (figura 4.7), constituída pela unidade central de processamento (UCP) e pelas outras memórias.

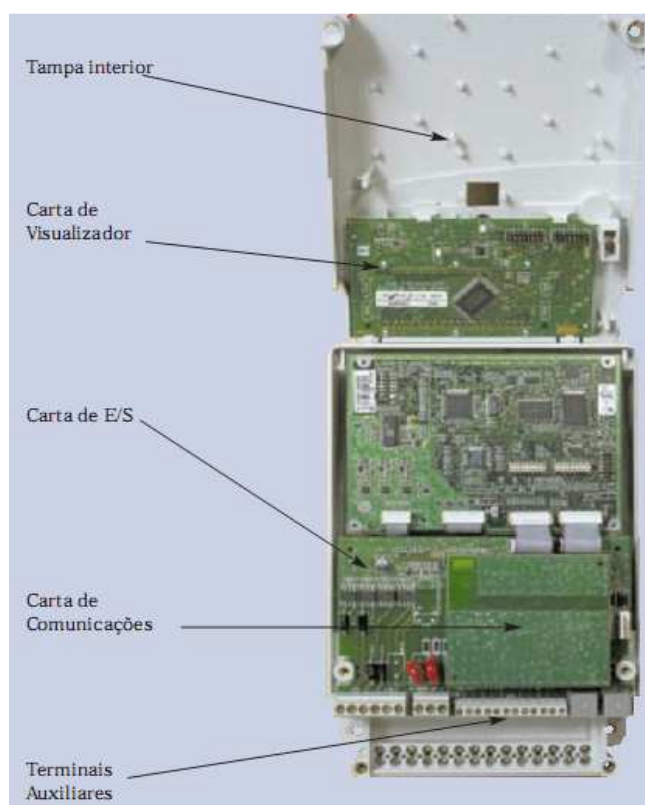


Figura 4.5: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART [40].



Figura 4.6: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART [40]



Figura 4.7: Elementos Constituintes do contador SL7000 SMART [40].

4.6.3. Medição

A medição energética do contador compila um todo de grandezas de medida que têm que ser processadas. Consegue-se realizar esta situação com a junção de hardware e software.

A saída dos MCT, consoante o tipo de ligação utilizado, é proporcional à intensidade. Este valor de corrente é integrado ficando disponível electronicamente (Figura 4.8). Em oposto a tensão do sistema é obtida por um divisor resistivo (Figura 4.9). Os três sinais de corrente e de tensão são modificados na carta principal através de um conversor Analógico/Digital e a cada 0,5 ms retiram-se amostras dos valores integrados de corrente e tensão. Os valores de Potência Activa, Potência Reactiva e de energia são determinados fazendo o produto dos sinais de corrente (depois de transformação para reactiva) e tensão, integrando-os durante um segundo e comparando esse resultado com um limite proporcionando um número de impulso que vão quantificar a grandeza. As grandezas facultadas são a energia activa e reactiva e ainda a corrente do neutro [40].

Relacionado ainda com a medição da quantidade de energia, este processo ainda determina a energia aparente fase por fase usando o método aritmético ou o método vectorial:

- $S = V_{rms} \times I_{rms}$, com este método obtêm-se bons valores quando $\frac{I_b}{10}$;
- $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$, com este método consegue-se uma maior precisão para cargas mais pequenas;

Em seguida efectua-se o cálculo dos ângulos ($\tan^{-1}(\frac{Q}{P})$), das sequências de fases e ainda do factor de potência.

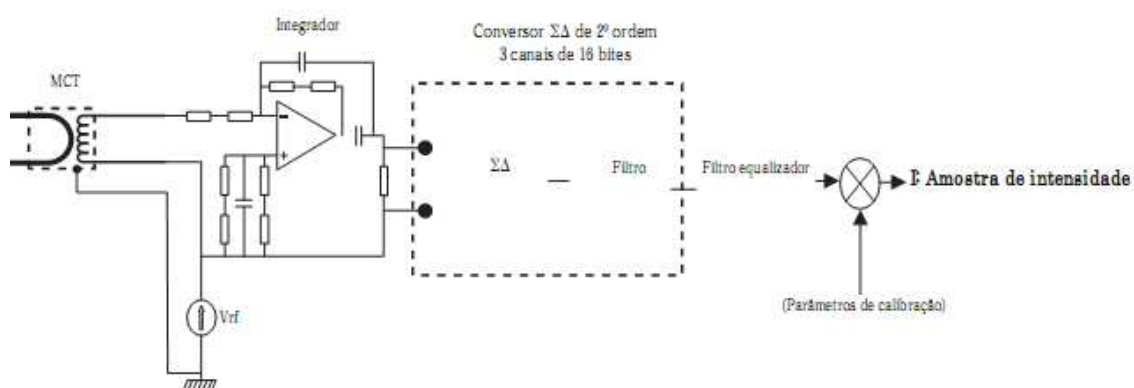


Figura 4.8: Integrador para facultar o valor da Intensidade de Corrente. [40]

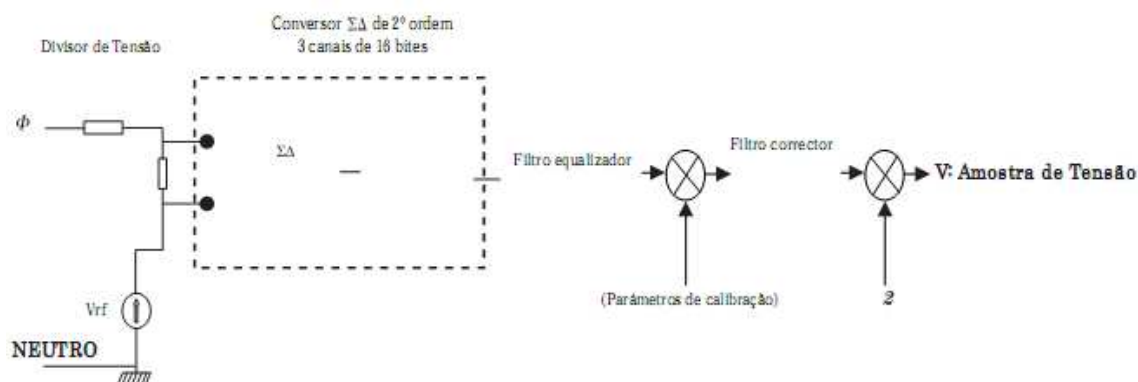


Figura 4.9: Divisor Resistivo para obter o valor de Tensão [40]

4.6.3.1 Totalizadores

O contador SL7000 SMART tem ao seu dispor totalizadores associados às 52 grandezas eléctricas (4.6.4) medidas.

Os totalizadores têm como tarefa realizar o armazenamento do consumo total num registo independente das tarifas. Estes registos não se colocam a zero no final do período de facturação [40].

4.6.3.2 Registos de Energia

Da lista de 52 grandezas eléctricas podem ser seleccionados até dez canais de energia independentes. O processo de tarifação é aplicado a estes canais com um limite máximo de oito tarifas por canal, e ainda um máximo de 32 canais para tarifas.

No contador SL7000 SMART existem duas maneiras de acumular a energia nas tarifas:

- Tarifas de energia são colocadas a zero no fim do tempo de facturação;

- Tarifas de energia não são colocadas a zero no fim do tempo de facturação e a energia continua a acumular-se pelos períodos subsequentes;

Aquando do fim do período de facturação, os registos de energia são lidos e armazenados na memória (tipo circular) em registos históricos [40].

4.6.3.3 Funcionalidades de Solicitação

O período de integração para este contador é programável entre 1 e 60 minutos. Existem dois modelos programáveis, programação por bloco ou deslizante. Só é possível programar-se um modelo e período de integração, comum para todos os canais de solicitação. Em cada canal é disponibilizado um registo de potência que simboliza o valor da solicitação corrente em qualquer instante do período de integração. O registo mencionado é actualizado a cada segundo. Consoante o valor da solicitação é possível programar-se acções específicas para dar informação ao cliente acerca dos excessos de solicitação, e para isto se realizar pode-se [40]:

- Fazer a comparação segundo a segundo da solicitação em andamento, com um patamar.
- Fazer a comparação segundo a segundo do valor de energia em andamento sobre o tempo passado, com um patamar. Está-se impedido de utilizar esta comparação nos 30% instantes iniciais de cada período.
- Fazer o controlo no fim do período de integração com um patamar.

O período de solicitação tem um número específico de subintervalos. Ao findar cada subintervalo efectua-se um novo cálculo da solicitação tendo em conta o último intervalo de solicitação completo. Esta dinâmica denomina-se de período deslizante (Figura 4.10).

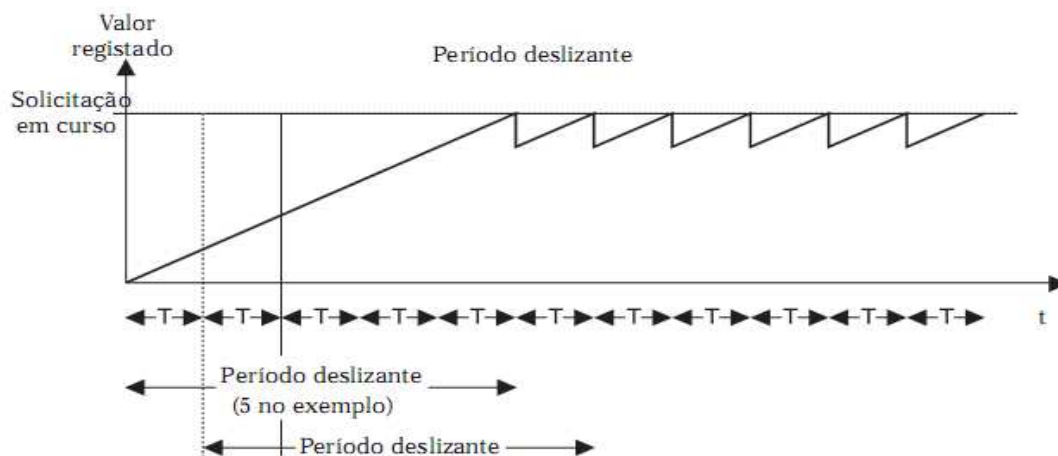


Figura 4.10: Período de Solicitação [40].

No momento de facturação este contador guarda as quatro pontas mais elevadas com as suas datas e horas correspondentes, e os valores concordantes dos restantes canais de solicitação. Guarda ainda o factor de potência agregado médio.

Quando existe um corte ocasional de tensão é exequível programar-se a dinâmica de solicitação máxima para:

- Reiniciar, dando início a um novo período de integração aquando do retorno da tensão [40].
- Retomar, com isto quer se dizer que quando a interrupção acabar o período que se interrompeu continua até terminar o período de integração [40].
- Sincronizar, ou seja a integração é sempre conectada e sincronizada com a hora exacta [40].

4.6.4. Grandezas Eléctricas

As grandezas eléctricas que este contador possibilita medir são bastantes. As cinquenta e duas grandezas [40] são enumeradas resumidamente em seguida:

- Energia Activa em todas as Fases e ainda a soma destas todas (KWh);
- Energia Reactiva em todas as Fases e ainda a soma destas todas (Kvarh);
- Energia Aparente em todas as Fases e ainda a soma destas todas (KVAh);
- Energia externa nas três fases;
- Factor de Potência nas três fases;
- Valores eficazes de Tensão e Corrente;
- Frequência;
- Ângulos de fase;
- Direcções da Energia Activa e Reactiva;
- Sequência de fases;
- Cortes, Sobreensões e Subtensões nas diferentes fases;

Todas as grandezas mencionadas são actualizadas a cada segundo. Estas grandezas eléctricas são processadas no contador e estão disponíveis para visualização como valores instantâneos.

Os quadrantes definidos neste contador permitem perceber quando produzimos ou consumimos energia e são definidos por [40]:

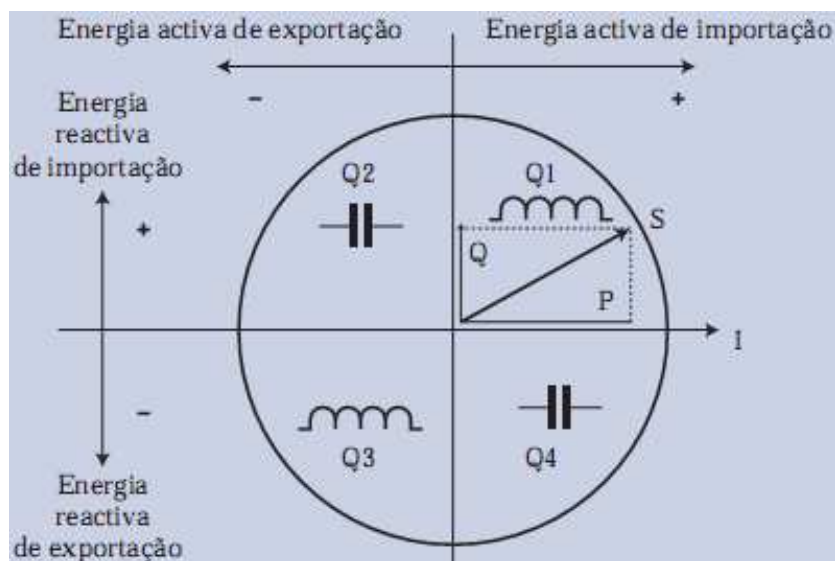


Figura 4.11: Definição dos Quadrantes de um Contador [40]

4.6.5. Perfis de Carga

O perfil de carga é um processo que requer rigor pois todos os dados vão ser fornecidos aos clientes, e através destes serão feitos estudos para se possibilitar a redução de energia. Nas tabelas de perfil de carga facultadas assentam-se os elementos de dados, elementos de estado e elementos de data e hora.

Os elementos de dados armazenam-se em 2 bytes onde cada grandeza conferida a um canal de perfil de carga é integrada durante um período de tempo designado por intervalo de registo. O intervalo de registo poderá ser diferente do período de integração, sendo na mesma programável entre 1 e 60 minutos.

Os elementos de estado armazenam-se em 4 bytes e sempre que necessário deve existir uma incidência específica ou seja os estados devem-se registar e ficar marcados com data e hora.

Os elementos de data e hora (3 bytes) são colocados em cada dia às 00h00. A capacidade máxima para um intervalo de registo de 15 minutos é de 15 semanas quando se dá uso aos oito canais.

Para se realizar os perfis de carga de clientes segue-se a dinâmica mencionada neste subcapítulo. Esta temática é regulamentada pelo Regulamento de Pontos de Medida dos Consumos e Trânsitos de Energia Eléctrica [40].

4.6.6. Alimentação do Contador

O contador que se está a analisar tem uma alimentação trifásica. Funciona na gama de 3x54 V e 3x240/415 V em qualquer uma das falhas seguintes [40]:

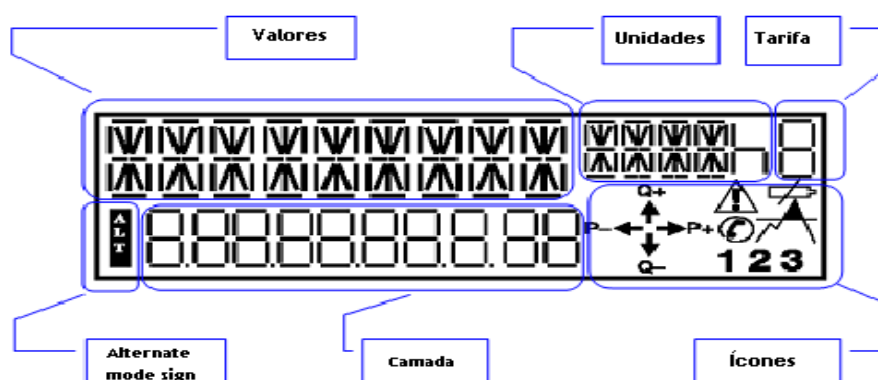
- Falha de uma ou duas fases (em sistemas com três fases e neutro)
- Falha de uma fase (em sistemas com três fases)
- Falha do neutro
- Falha do neutro e de uma fase aleatória
- Aquando de uma inversão de uma fase e neutro

A condição em que está a ser feita a alimentação é ilustrada no visor. A fonte de alimentação do contador consegue aguentar cortes de tensão em todas as fases com duração até um segundo. Mas em situações de regular ausência de alimentação os registos de informação e perfis de carga são guardados numa memória não volátil. Esta memória tem aptidão para memorizar dados durante dez anos sem necessidade de alimentação de reserva.

O SL7000 SMART vem equipado com uma pilha de lítio e um supercondensador com intuito de assegurar cortes de tensão e garantir um trabalho contínuo respectivamente [40].

4.6.7. Visualizador

O que aparece no visor do SL7000 SMART é ilustrado na figura seguinte [41]:



Ícones

	Direcção da Energia Indica a direcção da energia activa e reactiva.
1 2 3	Situação de tensão por fase
	Excesso de carga
	Comunicação em progresso
	Bateria fraca
	Alarme

Figura 4.12:Esquema de Visor do Contador SL7000 SMART [41]

4.6.8. Interruptor horário

Salienta-se que o interruptor horário deste contador é consistente e flexível. A organização do processo da tarifa pode-se enunciar em padrões de tarifas para cada canal. Padrões com perfis diários, por estações (meses) ou até por dias festivos ou móveis (feriados). Pode-se ainda utilizar um interruptor externo para se efectuar o controlo de tarifas. Tudo isto se realiza em RTC tal e qual como foi explicado em 4.5.1 [40].

4.6.9. Encerramento do período de facturação

Pode haver cinco motivos diferenciados entre si que podem ditar o encerramento do período de facturação (figura 4.13) [40].

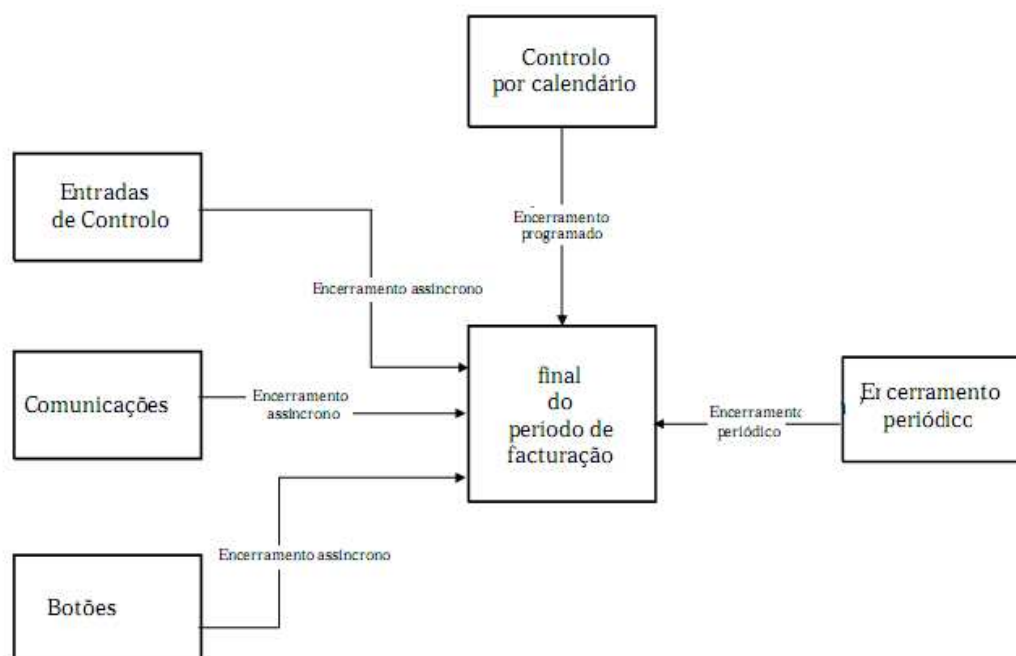


Figura 4.13: Processo do Final do Período de Facturação [40].

O visor de cristal líquido tem como função mostrar toda a informação inerente à medição como por exemplo:

- Registos de energia e solicitações máximas;
- Registos históricos;
- Informações para futuras facturações;
- Informações da rede;
- Indicação de alarme e de estado presente;

4.6.10. Comunicações

Nesta fase relata-se tudo o que é inerente à comunicação. Quando aqui se menciona comunicação não é só a efectuada entre contador e central de telecontagem, mas sim tudo o que está incutido no contador para que se possa fazer o seu manuseamento desde os botões existentes, as funções dos led's e as opções de entrada e saída.

Quando se constata um contador não se tem a noção certa para que servem todos os botões. Fica agora presente para que servem os botões associados aos contadores [40].

- Botão de Visualização: Este botão tem a função de facilitar a visualização dos parâmetros disponíveis.
- Botão de colocação a zero: Este botão é selável. Está localizado imediatamente por baixo do botão de acesso ao visualizador. Tem o desígnio de colocar a zero os maxímetros e ainda trata do encerramento do período de facturação.

A actuação destes dois botões em conjunto possibilita activar os diferentes modos de visualização [40]:

- Modo Normal - modo activo por defeito. Neste modo todos os parâmetros são apresentados.
- Modo Alternativo Largo - possibilita a visualização segundo uma lista programável.
- Modo de Programação - pode-se alterar neste modo alguns parâmetros característicos do equipamento.
- Modo Alternativo Curto - A mesma função do modo alternativo largo.

Se o botão de visualização se mantiver pressionado ou ainda se o botão é pressionado uma segunda vez, activa-se o modo 'alternativo largo'. Ao carregar-se no botão de colocação a zero durante o teste de visualizador, activa-se o modo 'alternativo curto'. O modo de programação é activado se estivermos no modo alternativo largo ou no modo alternativo curto e pressionarmos o botão de colocação a zero.

Os LED's presentes no SL7000 SMART servem para garantir a precisão do contador. Os dois LED's emitem impulsos que equivalem a uma quantidade de energia (como mostra na chapa de características). Os impulsos gerados pelos LED'S tanto são emitidos para a energia activa como para a reactiva.

As entradas e saídas do contador têm sobretudo funções de controlo. Como tal as funções de controlo relativas às entradas são as seguintes [40]:

- Finalizar o período de integração;
- Finalizar o período de facturação (colocação a zero do máximo valor adquirido);
- Fazer a mudança da tarifa em curso;
- Fazer a alteração do perfil diário;
- Fazer a mudança da estação;
- Dar a indicação de um alarme externo;
- Efectuar a sincronização do relógio;

As funções de controlo referente às saídas do contador são utilizadas para indicar [40]:

- Fim do período de integração;
- Fim do período de facturação;
- Índice Activo;
- Alarme geral;
- A transmissão de impulsos para a sincronização do relógio;
- Dar sinal quando ocorrer um excesso de solicitação máxima;
- Indicar um corte de fase;
- Se necessário fazer retransmissão de impulsos de energia;

Ao contador é adicionada uma porta óptica de comunicações (CEI 61107). Este porta tem como objectivo efectuar a comunicação local com o contador e é protegida por uma tampa selável.

O contador possui também portas eléctricas de comunicação (RS232) que fazem a comunicação entre o contador e o sistema central.

Além de uma porta eléctrica o SL7000 possui uma porta de companhia (RS485). Esta porta foi projectada para fazer a ligação com um modem externo, mas também possibilita a ligação directa a uma porta série. O modem é conectado com a rede de telefone [40].

Colocação de um cliente em Telecontagem.



Figura 4.14: Visualizador e botões disponíveis no Contador SL7000 SMART [40].

4.6.11. Supervisão de rede e fraude

Com este contador consegue-se realizar uma supervisão de todo o fenómeno de medição energética. Consegue-se detectar as seguintes situações [40]:

- Abertura da tampa de terminais;
- Inversões de Intensidade de Corrente;
- Cortes de Tensão;
- Actividades de “Watchdog”
- Historial de Calibrações;
- Historial de Configurações efectuadas;
- Pode-se verificar o número máximo de falhas de tensão;

Este contador é um contador inteligente complexo e fiável que se adapta à telecontagem e será referenciado numa parte futura deste trabalho (capítulo 8).

4.7 - Colocação de um cliente em Telecontagem.

Sabendo agora em que tecnologia se apoia a telecontagem para funcionar, é necessário tomar conhecimento como se desenvolve em concreto um sistema de telecontagem.

Acompanhou-se um técnico da EDP, na instalação de um contador inteligente. Explica-se em seguida todo o processo de instalação e como se coloca um cliente em telecontagem. E por fim relata-se o desempenho do sistema em si.

4.7.1. Instalação de um cliente de Telecontagem.

Explica-se agora o processo de instalação de um sistema de telecontagem. Para ser possível colocar um cliente em telecontagem é necessário haver um contacto prévio do cliente com o operador de distribuição a dar conhecimento da sua vontade de aumentar a potência contratada ou para sua residência ou para o seu estabelecimento comercial.

Normalmente este processo burocrático de tomada de conhecimento ao operador e futura instalação tem um prazo de 4 meses de espera.

Acompanhou-se então um técnico da EDP da região de Braga na substituição de um contador estático de BT por um contador ACE 6000 da ACTARIS preparado para a telecontagem. Esta mudança de equipamento realizou-se para uma empresa de serviços que tomou a decisão de passar de BTN para BTE.

O processo de instalação de um ST desenrola-se tendo em atenção vários parâmetros. À chegada ao local (Celeirós, Braga) o técnico verifica em primeiro lugar a instalação que existe (figura 4.15). É necessário tomar conhecimento, neste primeiro contacto, das protecções utilizadas naquele equipamento, isto para saber se será necessário efectuar alguma troca de protecção (aumentar o nível de corrente) devido ao aumento de potência contratada.



Figura 4.15: Instalação existente (BTN).

Em seguida pode-se então dar início à substituição do equipamento. O que se tem que fazer nesta fase inicial é informar a empresa que se vai cortar a energia eléctrica; o técnico que acompanhei, frisou que a maior parte dos clientes não respeita a situação de ter que ficar sem energia durante duas a três horas (tempo normal de troca de equipamento). Esta situação é um pouco complicada na medida em que o cliente tem que ter a consciência

que para se trocar o equipamento obrigatoriamente vai ter que ficar sem acesso a energia eléctrica.

Para se instalar o novo contador começa-se então por desligar a energia daquele lote recorrendo ao armário de distribuição (AD). Retira-se todas as protecções que estão em função de protecção do estabelecimento em que se faz o corte de energia (figura 4.16 e 4.17). É necessário também remover as protecções do quadro de entrada pois estas em princípio vão sofrer um incremento de corrente e têm que ser de uma nova gama.



Figura 4.16: Armário de Distribuição.

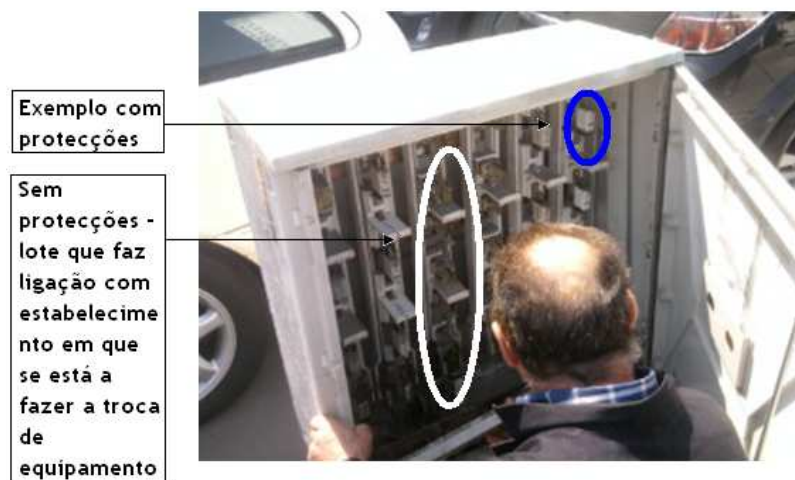


Figura 4.17: Recorrer ao AD para retirar as protecções do lote.

Depois de se efectuar o corte energético começa-se a remover o material antigo, contador e DCP (figura 4.19). Deve-se ter extremo cuidado na remoção do material devido a correntes parasitas que ainda possam existir, daí a recomendação para o uso de material adequado.

Quando o material antigo tiver sido todo removido é necessário preparar o contador novo (figura 4.18), retirando a placa de terminais e verificando se este não sofre de nenhuma moossa.



Figura 4.19: Retirar equipamento antigo.



Figura 4.18: Contador novo.

Começa-se agora a instalar o novo contador no quadro de entrada do estabelecimento (figura 4.20). As regras ditam que os contadores devem ficar bem visíveis e têm que ter fácil acesso. Verifica-se pela figura 4.20 que o contador deve ser colocado na parte superior do quadro para se poder colocar ainda o modem para a comunicação de dados e a régua de bornes (para as ligações).



Figura 4.20: Colocação do novo equipamento.

A fase que se segue pode-se considerar que é uma fase crítica. Isto porque vai se dar início às ligações entre todos os equipamentos. Nesta etapa da instalação é necessário extrema prudência e concentração para não se efectuarem erros grosseiros.

Coloca-se a régua de bornes (figura 4.22) no quadro de entrada para se fazer as ligações entre os transformadores de intensidade (TI) [figura 4.23] e o contador. Em seguida, verificam-se os cabos de ligação (figura 4.21) para se discernir quais os números relativos às fases. Quando se fala aqui em números reporta-se para o esquema de ligação existente entre os TI's e o contador de BTE para se conseguir realizar da melhor maneira o esquema de

Colocação de um cliente em Telecontagem.

ligações (ver em 4.7.1.1). O processo prático para se realizar a medição de energia é feito através dos TI's que estão colocados, como se percebe pela figura 9, nos barramentos. Existe um TI para cada fase (R,S,T). Depois de colocados os TI's nos barramentos, efectua-se consoante o esquema de ligação (ligação directa ou indirecta - ver 4.7.1.1) e consoante o tipo de contador (monofásico, trifásico) a conexão destes com a régua de bornes e desta para o contador. Este processo quando está a funcionar vai ditar a quantidade de energia que estão a passar pelas fases, pois a tiragem de valores feitos pelos contadores têm como base os TI's associados a cada fase.



Figura 4.21: Cabos de Ligação



Figura 4.22: Régua de Bornes

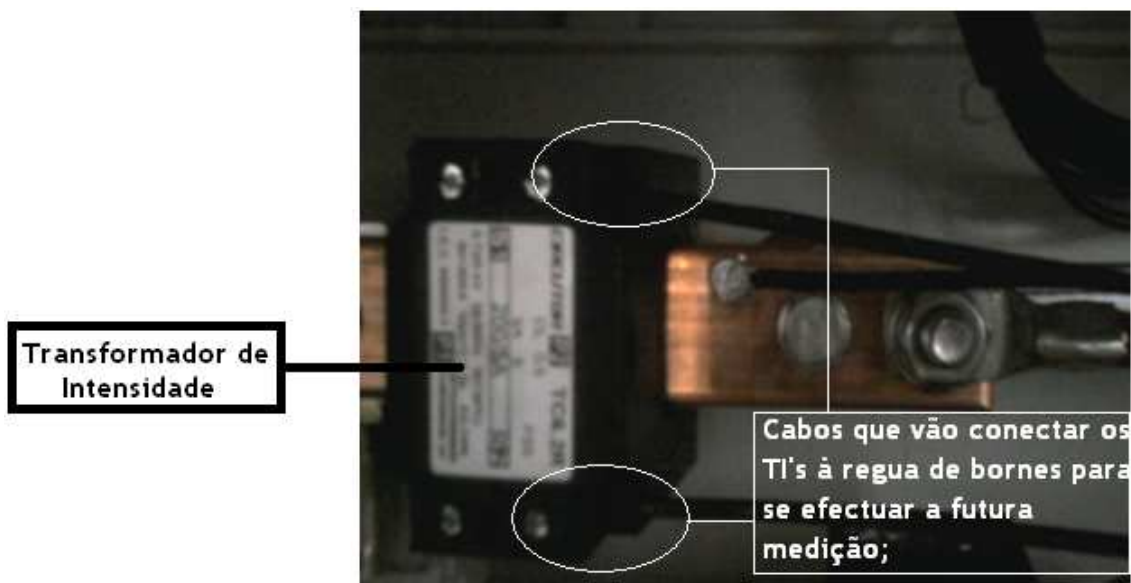


Figura 4.23: Transformadores de Intensidade.

As ligações mencionadas anteriormente estão ilustradas na próxima figura, onde se mostra a junção do contador até à régua de bornes (figura 4.24).



Figura 4.24: Ligação do Contador à Régua de Bornes.

No fim de se efectuarem todas as ligações, a régua de bornes ficará como ilustrado na figura 4.25.

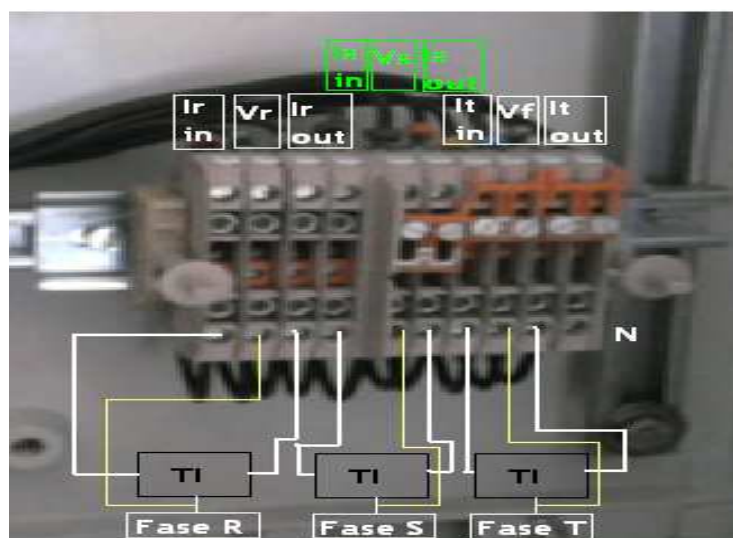


Figura 4.25: Esquema final de Ligações na Régua de Bornes.

Fica a faltar depois de efectuar as ligações base, fazer a ligação entre o modem e o contador (sistema GPRS/GSM). A Figura 4.26 mostra como é que se coloca o modem para efectuar as comunicações com o sistema central.

Colocação de um cliente em Telecontagem.



Figura 4.26:Colocação do Modem para se efectuar comunicação de dados.

Depois de colocado o modem é necessário, para que o sistema de GPRS/GSM fique a funcionar, inserir um cartão SIM (figura 4.27), como se fosse um telemóvel normal. Este cartão está associado ao contador que foi instalado e é a partir daí que se faz a futura comunicação.



Figura 4.27: Inserção do Cartão SIM no Modem.

Em suma, depois de fazer as ligações base do sistema e de colocar o modem para haver comunicação vai-se finalizar a instalação colocar as novas protecções no quadro de entrada (figura 4.28). Em seguida insere-se também as protecções mas agora no AD (figura 4.30). Uma nota final que se deve realçar é que no final da instalação os barramentos devem ser fixados muito bem (figura 4.29) e apertados todos os parafusos firmemente para que não haja nenhuma falha de transmissão de energia nem nenhuma explosão resultante de algum contacto não fortuito.



Figura 4.28: Colocação do sistema de protecção no quadro de entrada.



Figura 4.29: Aperto final aos barramentos para que não haja problemas futuros.

Colocação de um cliente em Telecontagem.



Figura 4.30: Colocação das Protecções.

Para finalizar o serviço de instalação é necessário verificar se o contador está a funcionar depois de colocar o estabelecimento em tensão, ou seja ligar outra vez a energia eléctrica. O contador está a funcionar se o led de medição estiver a piscar. Na figura 4.31 não aparece o led a piscar pois somente com suporte de vídeo se perceberia que o LED estaria a funcionar(piscar).



Figura 4.31: Confirmação que o Contador está a funcionar correctamente.

Fica terminado o processo de instalação tendo agora o técnico que comunicar com a central para dar a informação do número associado a este contador. O processo de colocação do contador em telecontagem tem como base alguns procedimentos:

Telecontagem

- Tem que se realizar o teste de comunicação ao material instalado.
- Efectua-se em seguida na Central de telecontagem (ElServer) a configuração do equipamento.
- Realiza-se também a configuração do Sistema de Gestão de Leituras (SGL).

Em suma existem três fases que devem ser seguidas convenientemente para que o cliente fique em telecontagem.

Num primeiro momento, o técnico da EDP que instala o equipamento tem que comunicar com a central a dizer que o serviço está finalizado, dando os valores referentes ao contador e ao sistema de comunicação que instalou. No seguimento desta chamada é realizado um teste ao módulo de comunicação permitindo perceber que o modem GPRS/GSM está em funcionamento quando neste aparecer uma luz intermitente.

A partir do momento em que se efectuam os testes de comunicação e tudo está a funcionar convenientemente, dão-se as actualizações dos sistemas (Elserver, SGL e bases de registos de dados) [18]. Ficando tudo apto para a utilização correcta de um contador em telecontagem.

4.7.1.1 Ligações de Contadores

Ilustra-se agora as ligações realizadas com os contadores estáticos BTN e BTE.

Contadores Monofásicos:

Nos contadores monofásicos as ligações seguem os moldes da seguinte figura:

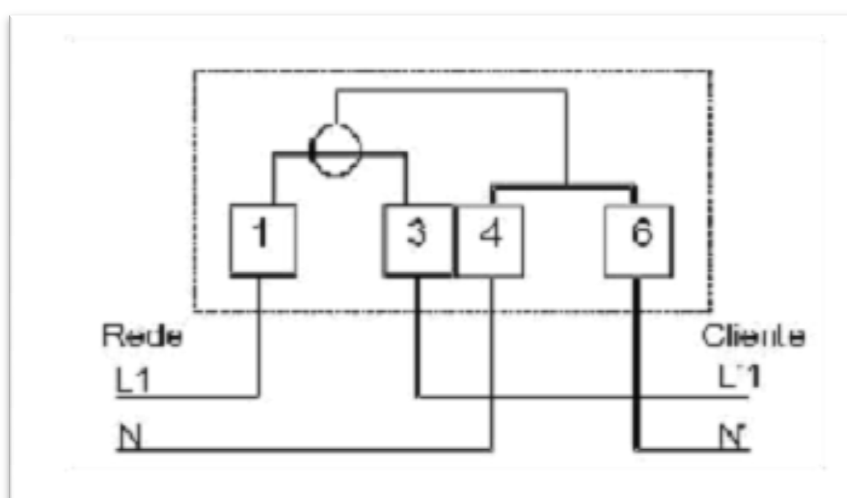


Figura 4.32: Esquema de ligação de um Contador Estático Monofásico [18].

Contadores Trifásicos:

Nos contadores trifásicos as ligações podem ser realizadas de forma directa ou indirecta.

Ligação Directa

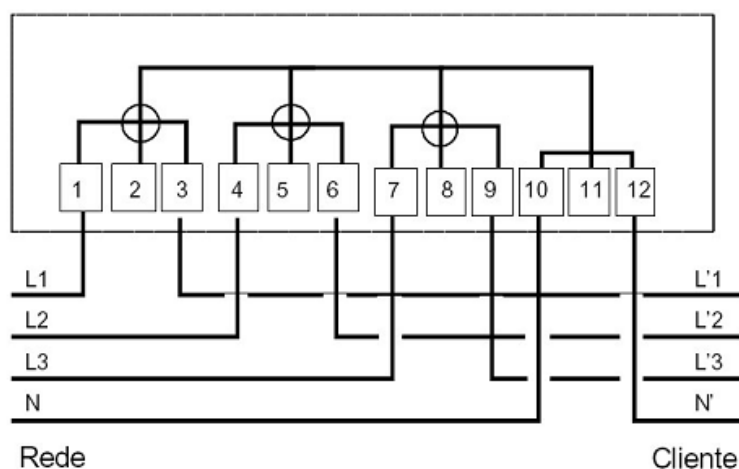


Figura 4.33: Esquema de Ligações de um Contador Trifásico com ligação directa [18].

Ligação Indirecta

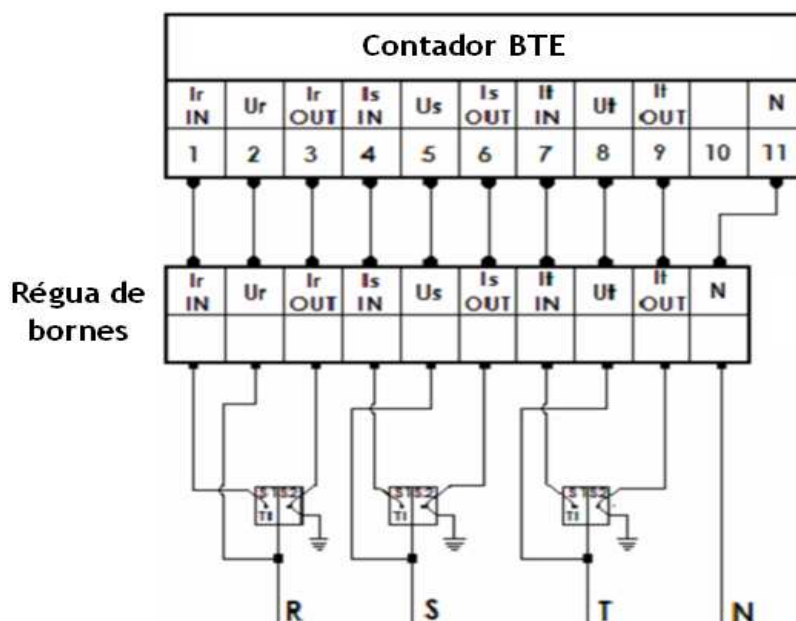


Figura 4.34: Esquema de Ligações de um Contador Trifásico com ligação indirecta [18].

Esta foi a ligação utilizada na instalação demonstrada anteriormente.

4.7.2. Central telecontagem

Nos dias de hoje os clientes de telecontagem contabilizados em todas as gamas de tensão já são um número elevado e todo o tratamento de dados e manutenção destes clientes é realizado pela central de telecontagem. Este central denomina-se por central ElServer.

A utilização desta plataforma é realizada pelos operadores de rede. Estes operadores quando existe um novo contracto para telecontagem, têm que inserir todos os dados dos clientes e do contador associado a estes.

No ElServer, sempre que existe um novo contador que é necessário incluir, tem que se criar uma nova pasta no programa onde se coloca [18]:

- A data do instante em que se começou a tirar valores com Telecontagem;
- O nome e local do consumidor;
- O código do ponto de entrega (20 caracteres alfanuméricos separados por quatro campos);
- O número do cartão colocado no modem para estabelecer a comunicação;
- Classe de precisão do equipamento;

4.7.3. Sistema de Gestão de Leituras (SGL)

O Sistema de Gestão de Leituras, como o próprio nome indica, é aquele que efectua a gestão eficaz da actividade relacionada com a medição energética. Sendo responsável pelas leituras realizadas de forma manual como em telecontagem.

O SGL tem de ser capaz de realizar o interface entre todos os sistemas que precisam de dados relacionados com as leituras. Deve facultar a informação aos agentes do mercado vinculados ou não vinculados.

Pode-se dizer que este é um departamento comercial onde se faz a conjugação de vários factores (Leituras, regulamentação entre outros) e no final é realizada a facturação inerente a todos os consumidores agregados a este sistema. Como tal tudo em medição de energia tem que passar pelo SGL [18].

O sistema tem como base o seguinte esquema:

Vantagens e Desvantagens da Telecontagem.

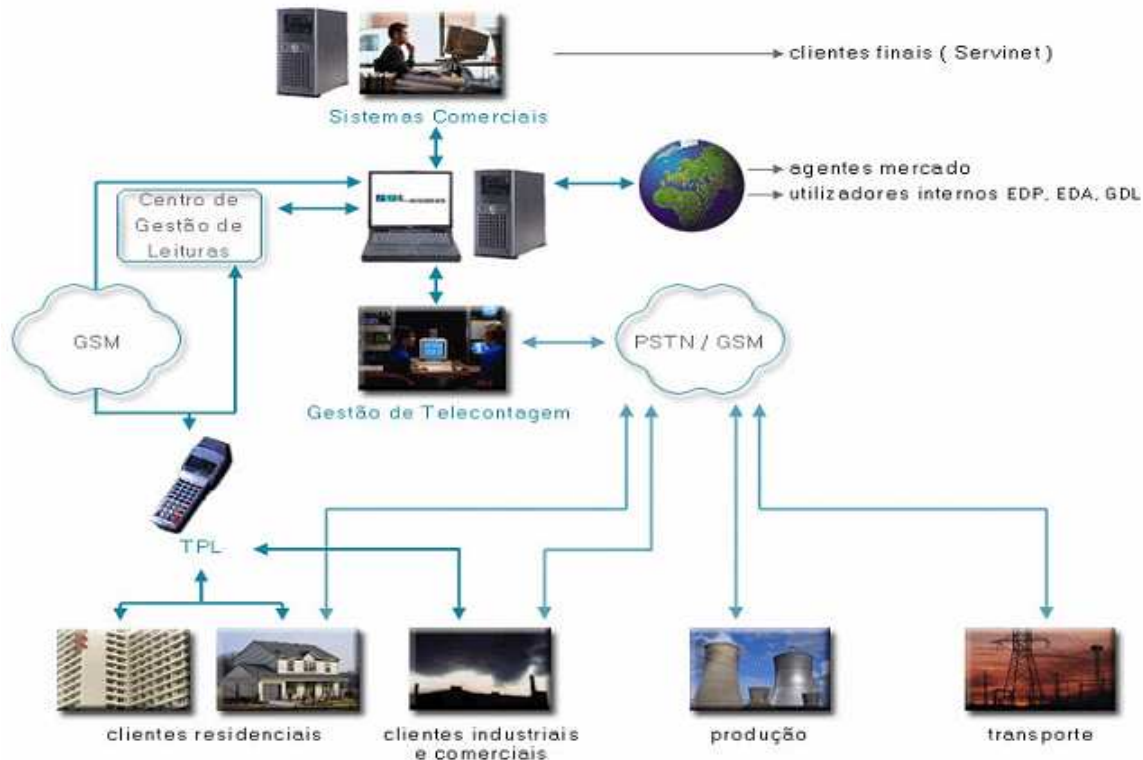


Figura 4.35:Estrutura Sistema de Gestão de Leituras [23].

Para que todos os sistemas funcionem bem tem que existir extrema coordenação entre todos os intervenientes. Isto só é possível se existir sincronismo em cada departamento e não houver nem erros tecnológicos nem erros pessoais, pois para toda esta “máquina” funcionar tudo tem que estar no seu devido lugar.

4.8 - Vantagens e Desvantagens da Telecontagem.

As vantagens associadas à telecontagem são bastantes e variadas na sua escala. As mais sonantes (principais) são [36]:

- **Baixo custo de medição de energia**, pois não será necessário deslocar-se ao local de medição para efectuar a contagem. Tudo é realizado automaticamente;
- Possibilidade dada aos consumidores para pouparem energia e indirectamente **diminuir a factura energética da sua residência**;
- **Fácil detecção de fraude**;

Os pontos anteriores são as vantagens mais simples e práticas envolvendo a telecontagem, mas muitas mais se levantam.

Um dos grandes benefícios na implementação da telecontagem relaciona-se com a rede de distribuição (RD). A medição inteligente vai permitir que os consumos de cada cliente sejam entregues ao operador e este posteriormente pode efectuar um **controlo minucioso da**

rede, possibilitando a criação de **melhores preços** e tarifas para o uso da rede. Como toda a energia consumida é monitorizada, os operadores de rede recebem essa informação em tempo real, o que lhes permite fazer uma **gestão da energia cuidada**. Os operadores de rede podem então examinar possíveis áreas onde o uso da energia é superior ao esperado, isto quer dizer que a telecontagem pode ser uma **boa ferramenta para se detectarem fraudes**. Um melhor planeamento da rede de distribuição incita a uma **diminuição de perdes no trânsito de potência** gerando maior fiabilidade e redução de avarias [36].

Existem diferenças entre os consumidores, distribuidores, comercializadores e produtores, essa diferença no método que existe hoje na baixa tensão não permite com que haja benefícios para todos. A figura 4.36 enuncia a comparação entre o método actual e o que será imposto no futuro.

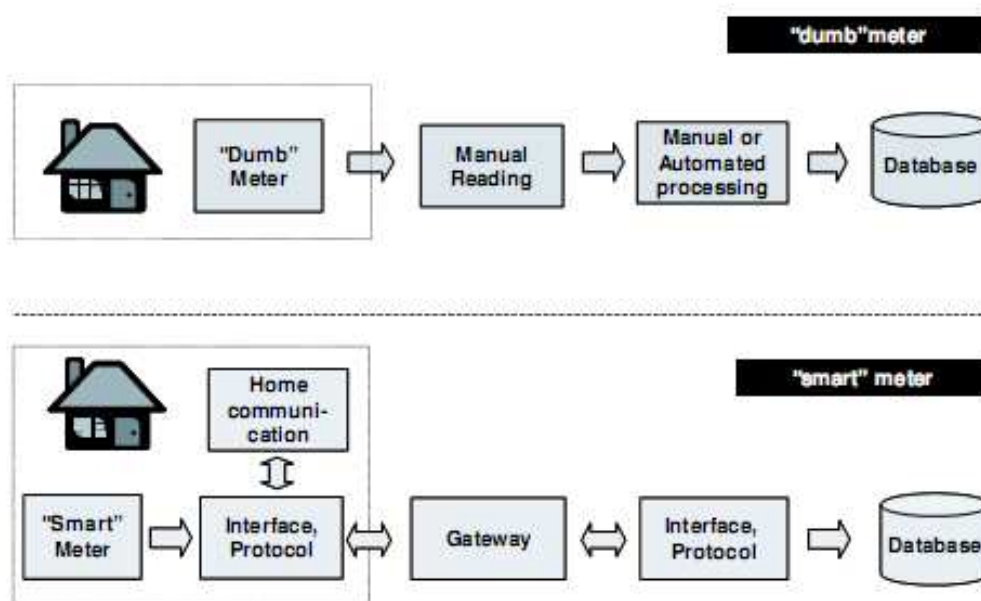


Figura 4.36: Diferença entre o processo de medição de energia convencional (*dumb*) e inteligente (*smart*) [36].

Estes novos métodos (AMM e AMM+UM - "*smart meter*") ainda não são prática corrente, mas será possível através da telecontagem a inserção destes no meio energético universal. Com a telecontagem é possível **limitar, ou até cortar a energia** quando desencadeada pelo desenvolvimento do mercado.

A curto prazo na baixa tensão, um dos efeitos positivos que a telecontagem pode proporcionar é a de **permitir extrair o perfil de consumo de um cliente**, devido ao ajuste que o próprio cliente pode fazer observando as suas características. Uma das vantagens inerentes a isto é a possibilidade de se efectuar a **combinação de tarifas ideais para o nosso perfil energético**, o que juntamente com o conhecimento do nosso consumo (facultado pelo contador de 15 em 15 minutos) permite-nos reduzir os gastos energéticos. Os benefícios que resultam estas trocas de tarifas são consideráveis, incluindo:

- **Eficiência**, pois deparamo-nos com preços mais apelativos e que reflectem somente o que consumimos. Levando assim em longo prazo à diminuição na construção de novas centrais produtoras.
- **Benefícios de Mercado**, devido à alteração da utilização de energia em horas de pico. Todos os consumidores domésticos e de PME's podem efectuar **transferências de carga** de períodos de preços mais elevados para períodos com preços mais baixos, possibilitando:
 - Reduzir custos na Distribuição de energia;
 - Reduzir custos no Transporte de energia;
 - Reduzir custos na Produção de energia;

Nestas situações de pico de potência os operadores de rede têm que prover o funcionamento de energia. E quando estamos em situação de pico, por vezes, é necessário recorrer a centrais de fuelóleo onde os preços são mais caros, aumentando assim o preço final da energia. Com a perfeita noção do que cada cliente consome, graças à telecontagem vai-nos permitir alocar somente as cargas necessárias tornando assim os três pontos anteriores possíveis [18].

- **Mais igualdade social**, devido à utilização mais equitativa das horas de consumo energético. Reduzindo o consumo anual de electricidade, permitindo assim atingir metas governamentais impostas por diferentes programas [32].
- **Mais ambiente**, pois ao reduzir-se o consumo energético está-se a contribuir para um melhor ambiente. Devido a todos os processos desde a produção até à comercialização de energia serem diminuídos. A utilização da telecontagem vai permitir uma redução de 5 a 10% do consumo de energia no sector doméstico, diminuindo assim as emissões de CO₂, ajudando assim a cumprir o Protocolo de Quioto [42].

A telecontagem pode ainda funcionar como **suporte da microprodução** devido à possibilidade que os telecontadores têm em efectuar a medição da energia exportada para a rede em ambos os sentidos (produção /consumo). Isto vai provocar a inserção de novas tecnologias que sejam capazes de produzir energia eléctrica dentro de uma própria habitação (microprodução). Com a microprodução, os consumidores podem reduzir até um terço (ou mais) das necessidades anuais energéticas havendo uma redução no seu custo final de energia. Reduzindo assim ao mesmo tempo a carga que os operadores de rede iam ter que despendar para a sua residência [43].

Em suma e para concluir as vantagens inerentes à telecontagem, podemos dizer que a medição inteligente é “uma tecnologia que oferece uma mudança revolucionária no relacionamento entre fornecedor e cliente ” [44].

Depois de se realizar a relação de todos os benefícios associados a ST deve-se realçar também o que é menos positivo referente a esta matéria. As principais desvantagens reportam-se a:

- **Custos elevados de tecnologia.** A telecontagem pode custar cerca de 120€ por instalação, sendo normalmente 80€ para o contador inteligente e 40€ para instalação e material inerente a esta instalação. Não é uma tecnologia muito dispendiosa, mas mesmo assim consoante o país pode criar moça no sistema energético, mais ao nível de custo que os consumidores vão ter que suportar. [36]
- **Violação de privacidade.** Devido ao elevado nível de automação existente em ST vai haver um agravamento das preocupações relativas à privacidade dos consumidores isto porque se abre uma “auto-estrada” para os *hackers* e criminosos que podem aceder a dados de clientes conseguindo através deles efectuar assaltos consoante o perfil que o cliente tem no sistema. Ou seja se um cliente não tiver gastos energéticos durante a noite é sinónimo que não estará na sua residência gerando facilmente um assalto baseado num estudo deste género.
- **Desemprego.** Como mencionado no ponto anterior, os ST baseiam-se muito em sistemas automáticos, o que gera desde já despedimentos numa empresa. Ou seja todo o trabalhador que efectuava, por exemplo, a leitura dos contadores “antigos” já não será necessário na medida em que esse trabalho será realizado de forma automática.
- **Falta de incentivos.** A falta de apoio governamental em muitos países é um ponto negativo para que esta tecnologia ainda não tenha ganho mais maturidade. Acompanhado com esta falta de incentivo surge a necessidade de mais e **melhor regulamentação**, pois cada vez existe mais empresas a comercializar contadores inteligentes, sendo necessário haver leis que abranjam tudo o que é relacionado com a medição inteligente, desde o cumprir de requisitos até à realização dos mesmos.

Tomando conhecimento das desvantagens relacionados com o tema de medição energética constata-se que as vantagens superam as desvantagens. Será uma questão de tempo para que a telecontagem seja elevada a larga escala e comece a ser implementada de uma forma massiva.

Capítulo 5

Casos de Telecontagem em Portugal

5.1 - Primeiras tentativas de Telecontagem em Baixa Tensão.

Existe em Portugal alguns casos de inserção da telecontagem em Baixa Tensão. Estes ST's estão colocados no Norte Shopping, no Shopping Colombo, em Ourique e ainda no Mercado Abastecedor de Lisboa.

Para as entidades patronais destes locais, nomeadamente as relativas aos shoppings, houve um objectivo de reduzir consumos energéticos diminuindo os custos de exploração e de manutenção apostando-se assim na solução de gestão inteligente de energia (com telecontagem) [45].

Os ST estabelecido para estes casos têm como base o contador híbrido. Este género de contador contém um Processador Estático Multitarifa (PEM) e a comunicação é feita por PLC, aproveitando a rede já existente [18].

No seu todo este sistema é composto por:

- Unidades remotas de telecontagem (URT);
- Unidades de concentração de informação (UCI) ao nível dos postos de transformação (PT);
- Unidade central de gestão de dados (UCT);

Nestes sistemas as UCI decidem quando se inicia uma acção de comunicação com a unidade remota de telecontagem (contador). Quando se principia uma acção de comunicação é enviada uma mensagem com um só endereço de destinatário e com a actividade que se vai desenvolver [18]. Isto porque cada URT tem um e um só endereço que a caracteriza. Este sistema funciona numa configuração mestre/escravo, sendo UCI o mestre e a URT o escravo [46].

Os contadores quando incluídos num sistema com estes moldes servem também para funcionar como repetidores de sinal, possibilitando o alcance de comunicação entre todos os contadores e a UCI.

Neste sistema a facturação é feita a partir do momento em que todas as URT sejam programadas para um dia em concreto denominado dia da facturação. Este processo é realizado da seguinte maneira, quando a URT constata que se chegou ao dia de facturação ela faz o congelamento automático dos valores actuais de energia activa e reactiva e ainda retira as pontas acumuladas e a que tarifa estas se efectuaram [18].

5.1.1. Norte Shopping, Mercado Abastecedor de Lisboa e Ourique.

Os ST utilizados no Norte Shopping, Mercado Abastecedor de Lisboa e em Ourique são semelhantes. Têm a mesma dinâmica que foi enunciada em 5.1 e como tal desenvolve-se segundo o esquema da figura 5.1:

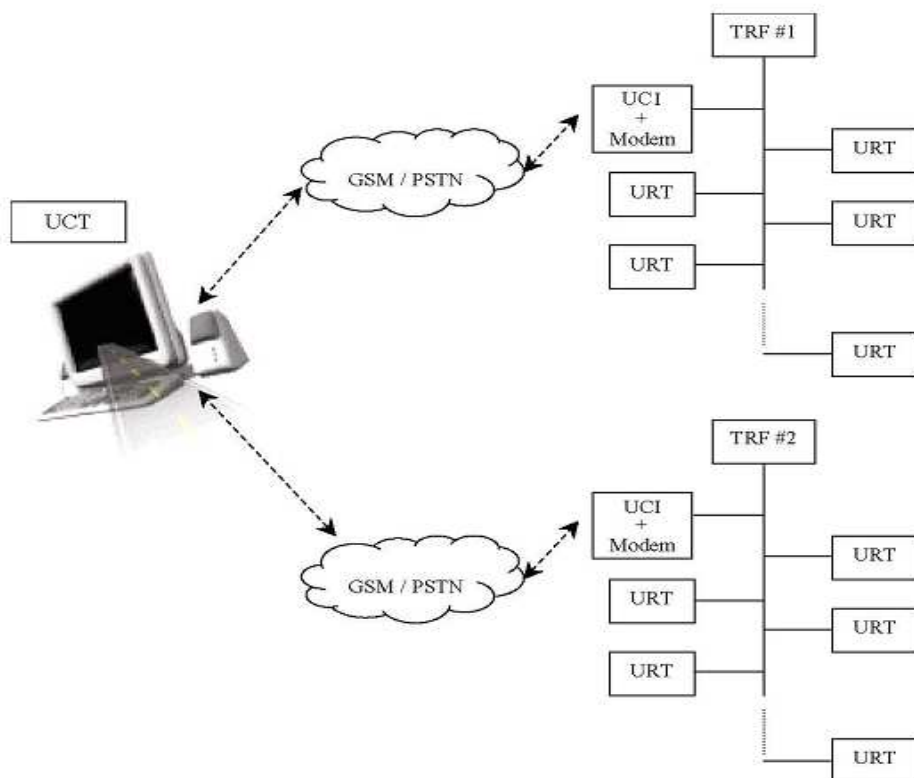


Figura 5.1: Dinâmica do sistema de comunicação nos locais mencionados [18].

Como se verifica pela figura 5.1 cada UCI é acompanhada por um Modem que vai efectuar a operação de comunicação por GSM. Consegue-se com isto realizar todas as operações (leitura, programação de contadores, etc).

Este sistema tem como fundamental característica a sua capacidade de adaptação a qualquer alteração, repentina ou programada, na topologia da rede.

As UCI com a capacidade que detêm de auto-deteção permitem com os repetidores fazer uma alteração na topologia da rede. Isto porque as UCI conseguem perceber quando há inserção ou remoção de contadores ou até mudança de carga de um transformador para outro permitindo, como dito anteriormente, fazer-se a adaptação do sistema às novas alterações. É necessário instalar uma UCI por cada transformador porque o sistema de transmissão de dados é feito pela rede eléctrica de BT.

5.1.2. Shopping Colombo.

O ST colocado no Colombo manifesta algumas diferenças quando comparado com o anterior (5.1.1). É composto pelos mesmos mecanismos (UCI, URT, UCT), mas a dinâmica do sistema é distinta seguindo o princípio representado na figura 5.2:

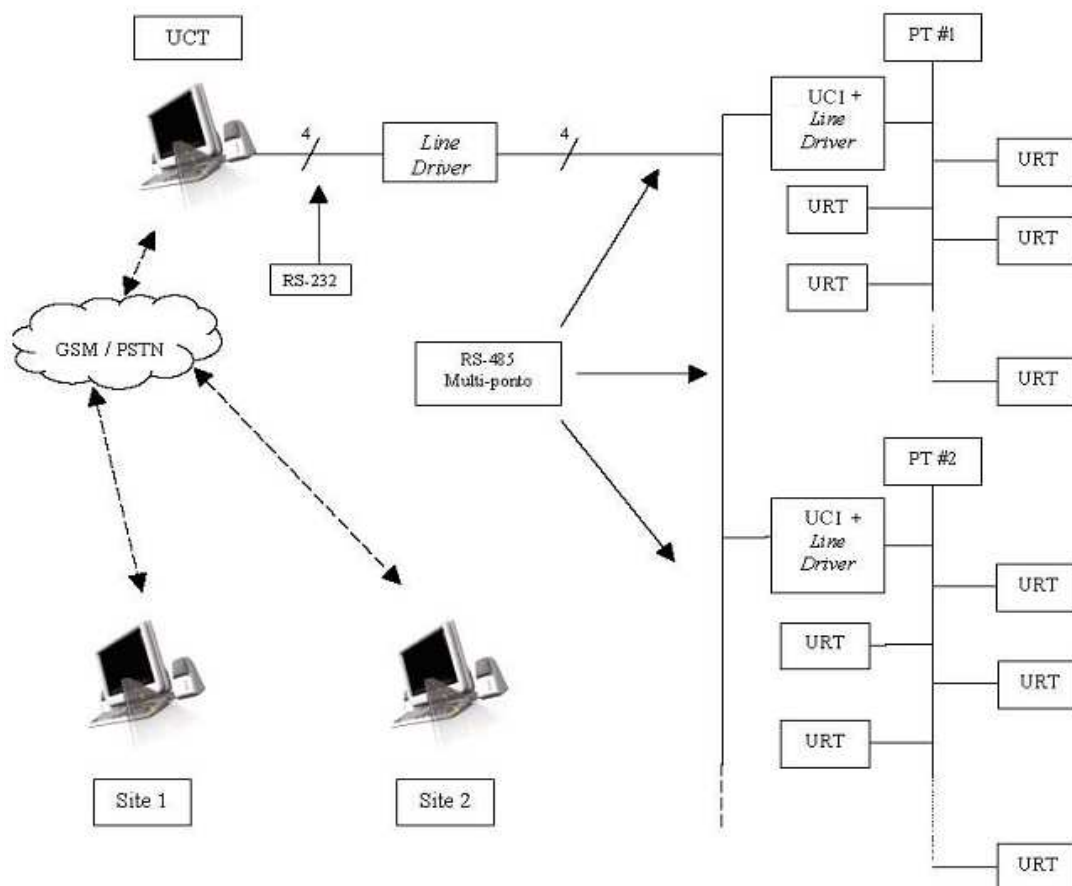


Figura 5.2: Dinâmica de comunicação do Shopping Colombo [18].

Constata-se pela figura supramencionada que existem então algumas diferenças. Uma destas diferenças verifica-se nas UCI que estão conectadas entre si por uma ligação RS485 (mais eficaz que a usual RS232). Uma distinção relevante prende-se com a UCT (quando comparado com 5.1.1). Esta está localizada no próprio shopping e é ligada à rede RS485 por

intermédio de uma *line driver* comunicando directamente com a UCI. Logo conclui-se que todo o processo de recolha de dados e de programação dos contadores é realizado no próprio Colombo.

A principal diferença que existe entre este ST e o anterior (5.1.1 e 5.1.2) reside no facto deste sistema não se adaptar a alterações efectuadas na topologia de rede, isto porque foram colocados nas UCI as informações relativas aos contadores existentes logo não se usa a repetição para se saber se alguma coisa foi modificada no sistema. Este sistema funciona correctamente e é fiável se não se fizerem alterações nos contadores pois quando isso acontece não irá haver facturação relativa ao contador que foi alterado ou parametrizado de diferente forma.

5.2 - Projecto Inovgrid

Para responder ao desafio imposto pela EDP Distribuição (EDPD) relativamente à liberalização do mercado eléctrico, Ibérico e Europeu, e ainda à urgência na inserção de tecnologia inteligente na rede eléctrica para se poder efectuar de uma forma mais eficiente a gestão e controlo da RD surge o **Projecto InovGrid** [47-48].

O projecto InovGrid vai ser inserido no universo dos seis milhões de clientes da EDPD e vai agregar vantagens para todos os envolvidos, ajudando à criação de melhores hábitos de consumo para se atingirem as metas de eficiência energética, delineadas pelas directivas europeias [47].

Segue, em seguida, uma breve explicação do projecto para haver uma compreensão de toda a sua desenvoltura.

5.2.1. Factores impulsionadores para a criação do InovGrid

A situação macro-económica dos dias que correm provoca no sector da energia alguma pressão. Logo é necessário apresentar-se novos conceitos e criar novas realidades para haver uma mudança neste sector com o objectivo de atingir metas governamentais. Na óptica que aqui se retrata foi então necessário efectuar-se uma mudança no processo de operação da RD e na interacção desta com o consumidor.

Os principais factores que influenciaram esta nova mudança estão presentes na Figura 5.3 [49]:

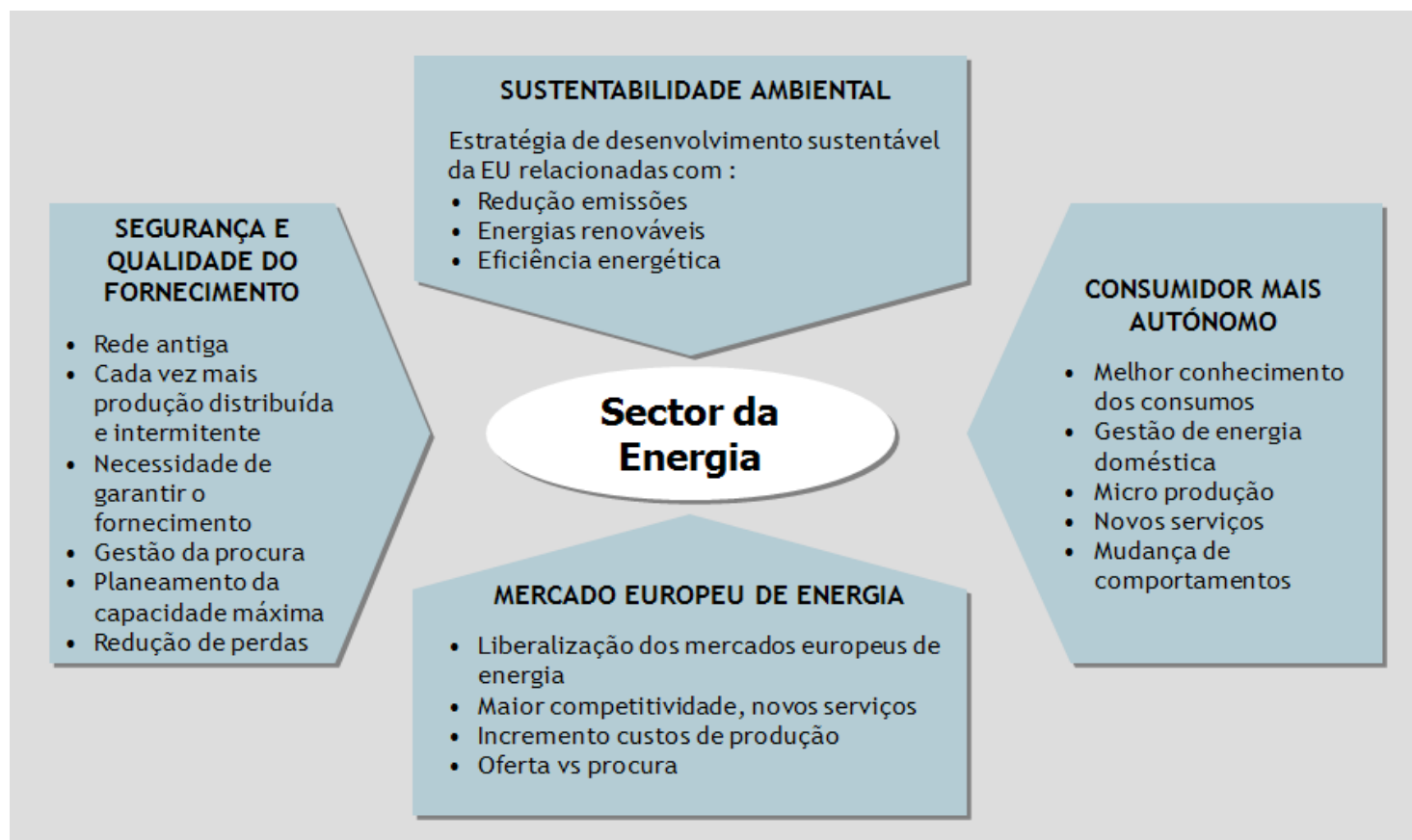


Figura 5.3:Factores que influenciam o sector energético [47].

Estes desafios vão fazer com que as redes eléctricas sofram uma grande revolução, na medida em que haverá a necessidade de haver um aumento na capacidade de inserção nas redes eléctricas de produção distribuída e da micro-produção, havendo acoplado a esta situação a necessidade de gerir fluxos de dois sentidos (produção /consumo). Será também necessário garantir a renovação das redes para que sejam mais eficazes e fiáveis (mais automação). E por fim, permitir a integração de novos mecanismos de gestão energética para modularem o consumo energético.

Depois de analisados todos estes factores que influenciam o sector energético, verifica-se que novos conceitos tinham que ser implementados. Como tal surge o conceito das redes inteligentes (“*Smart Grids*”) que vai tentar colmatar todos os desafios anteriores.

Uma estratégia baseada nas redes inteligentes fomenta soluções para múltiplos desafios com que as “*utilities*” eléctricas se deparam hoje em dia. Vai ser necessário efectuar alterações no modo de operação das *utilities*. As mudanças que devem ser feitas estão registadas no seguinte esquema:

Tabela 5.1: Comparação e Mudanças futuras nas *Utilities*.

	<i>Utility</i> do Presente	<i>Utility</i> do Futuro
Modelo de negócio	• Activos nucleares centralizados. • Muitas equipas de trabalho no terreno estando amplamente distribuídas	• Activos substancialmente descentralizados (incluindo produção) com equipas de trabalho, menos numerosas e mais centralizadas
Relação com cliente	• Interação mensal com o cliente através de uma factura agregada do consumo	• Novos modelos de interação com o cliente - preço em tempo real e informação de consumo/produção através de diversos canais. • Novos Serviços de valor acrescentado.
Processos de negócio	• Gestão que advém do fornecimento. • Sistema unidireccional e electromecânico	• Gestão em tempo real do fornecimento e da procura. • Rede digital bidireccional

5.2.2. O que é o Projecto InovGrid?

O Projecto InovGrid é um projecto inovador que assenta num processo de transformação para uma nova plataforma técnica de gestão e controlo da rede eléctrica.

Este projecto a nível técnico tem como bitola as tecnologias de terceira geração. Ou seja realizar a assimilação de redes de comunicação com a rede eléctrica, com o intuito de criar uma infra-estrutura de energia eléctrica/comunicações. A nível funcional o InovGrid baseia-se na aptidão para se efectuar (de forma inteligente) a interação entre todos os intervenientes (consumidores/produtores) do SEN com o objectivo de se fazer um fornecimento energético eficiente, sustentável e seguro.

O conceito deste projecto permite que consumidor/produtor seja o principal beneficiário desta transformação, na medida em que:

- Efectua a gestão do seu consumo (reduz-se custos de energia);
- Criar energia (micro-produção). Logo possível renumeração;
- Com os novos serviços há a possibilidade de diminuir a factura de energia;

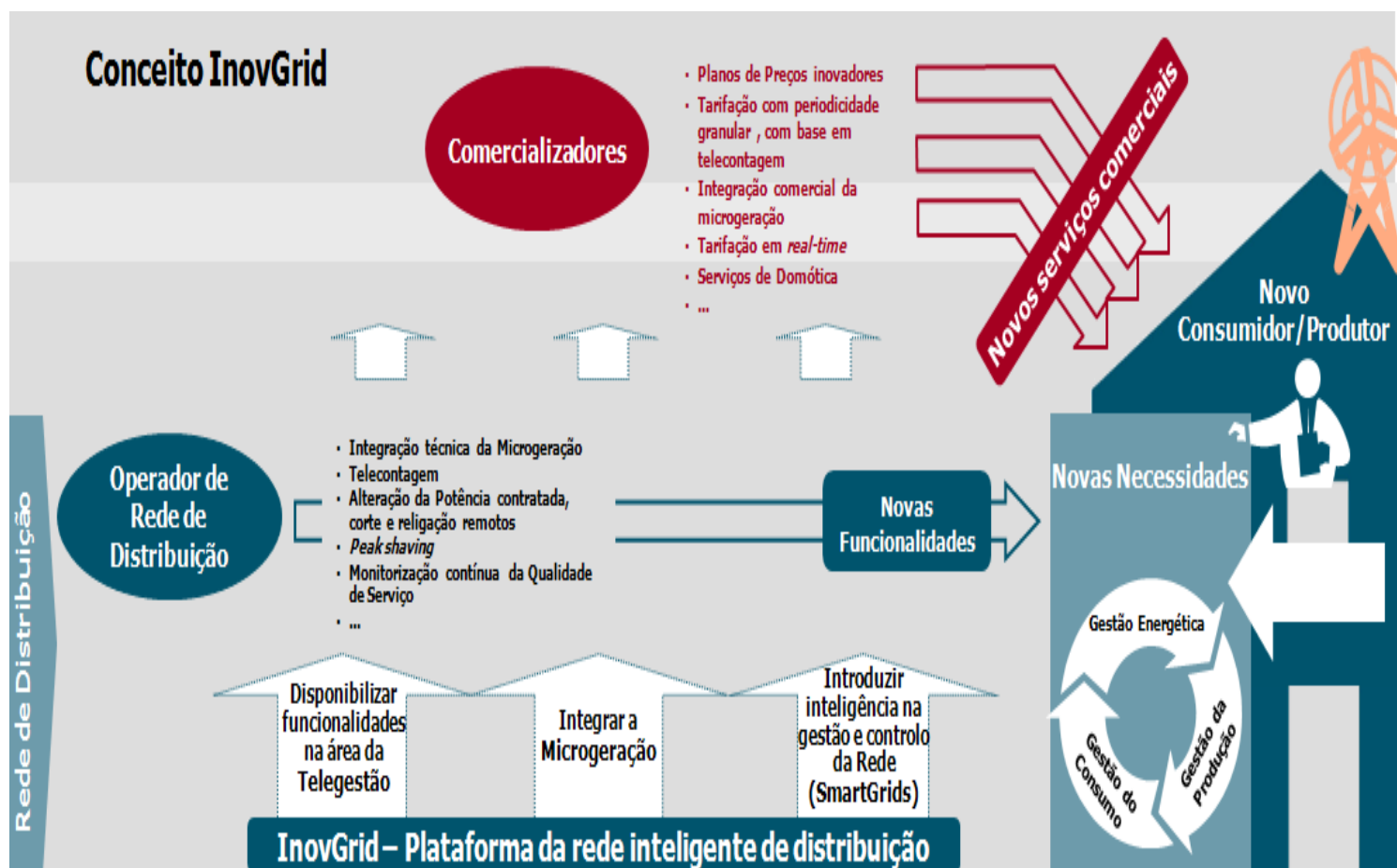


Figura 5.4: Conceito resumo do InovGrid [49].

5.2.3. Parceiros do Projecto InovGrid

O projecto InovGrid que por si só já é um desafio tecnológico para poder ser desenvolvido, não só devido aos elevados custos associados à sua exploração, I&D e manutenção, mas também há dificuldade de inserção no panorama nacional, teve a necessidade de criar um consórcio. Este consórcio é liderado pela EDPD e é composto pelas seguintes empresas [49]:

Membros da Parceria	Distribuição	 edp distribuição	Empresa do Grupo EDP que opera no mercado regulado da distribuição em Portugal continental.
	Investigação nas áreas de smart grids e electrónica	 edp inovação	Plataforma empresarial dinamizadora dos processos de inovação tecnológica do Grupo EDP. A sua principal missão está relacionada com o envolvimento em projectos de desenvolvimento de novas soluções técnicas ou de formação de conhecimento em todas as áreas da cadeia de valor do Grupo.
		 INESCPORTO INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS E COMPUTADORES DO PORTO	Centro de Conhecimento na área da electricidade, incluindo a microprodução, e a gestão e optimização da exploração de redes eléctricas.
	Fornecimento de soluções de gestão de redes e fabricação nas áreas de electrónica e contagem	 efacec	Empresa de capitais portugueses operando nas áreas de automação e gestão de redes de energia, com uma forte componente tecnológica e com uma posição de referência no panorama Nacional
		 JANZ	Empresa de capitais portugueses com larga experiência em concepção e fabrico de equipamentos e sistemas na área da contagem e gestão de energia
	Implementação de Sistemas de Informação	 logica	Empresa de base tecnológica, líder na concepção, desenvolvimento, implementação e gestão operacional de sistemas de informação, com larga experiência e intervenção no sector da energia

Figura 5.5: Empresas que constituíram consórcio para realizar o Projecto InovGrid [47].

5.2.4. Planeamento para o Projecto

O projecto InovGrid está dividido por fases. Estas fases permitem realizar o projecto de uma maneira específica e programada. A primeira fase consistiu na caracterização funcional e técnica do sistema. Numa segunda fase elabora-se o esboço para o desenvolvimento e para protótipo. Por fim há a instalação piloto (ver 5.6).

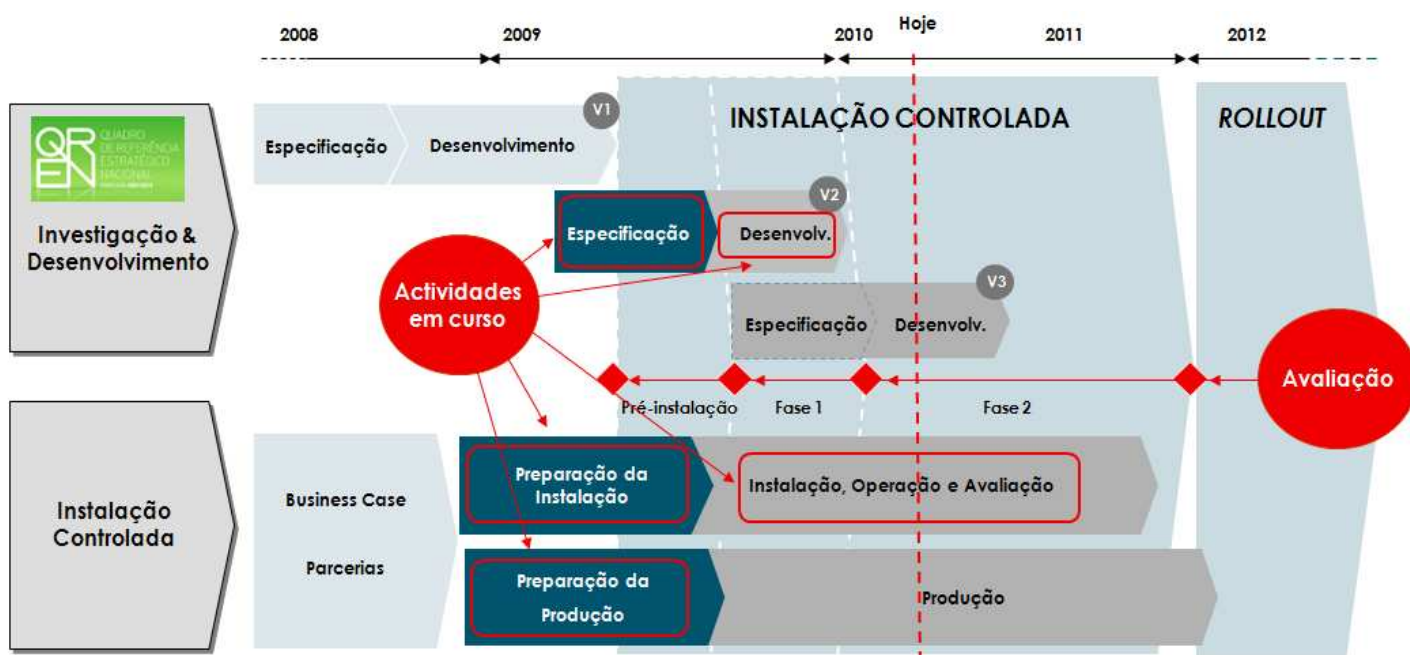
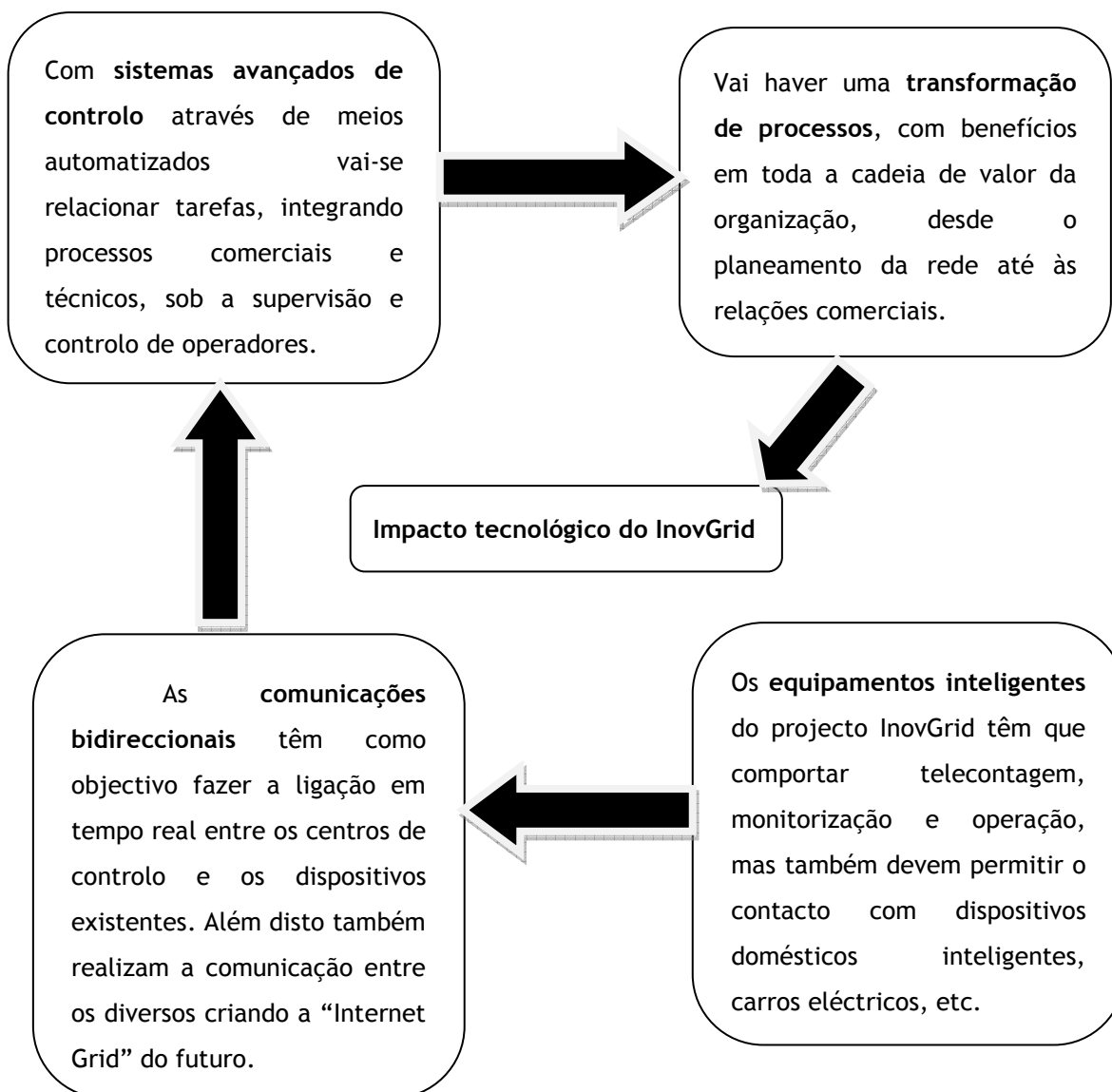


Figura 5.6: Plano global do projecto InovGrid [49]

Com a elaboração deste planeamento é necessário ter-se a noção do impacto que o mesmo pode causar, principalmente no que concerne às tecnologias de comunicação. Para tal criou-se o fluxograma seguinte onde se constata o impacto na rede de tudo o que se está a formular.



5.2.5. Arquitectura Técnica de Referência do Projecto InovGrid

A arquitectura técnica de referência (ATR) deste projecto tem como fundamento uma estrutura hierárquica. Esta estrutura tem a capacidade de administrar em simultâneo e de forma separada os dados técnicos e comerciais. Actualmente a ATR enuncia-se da seguinte maneira (figura 5.7) [47]:

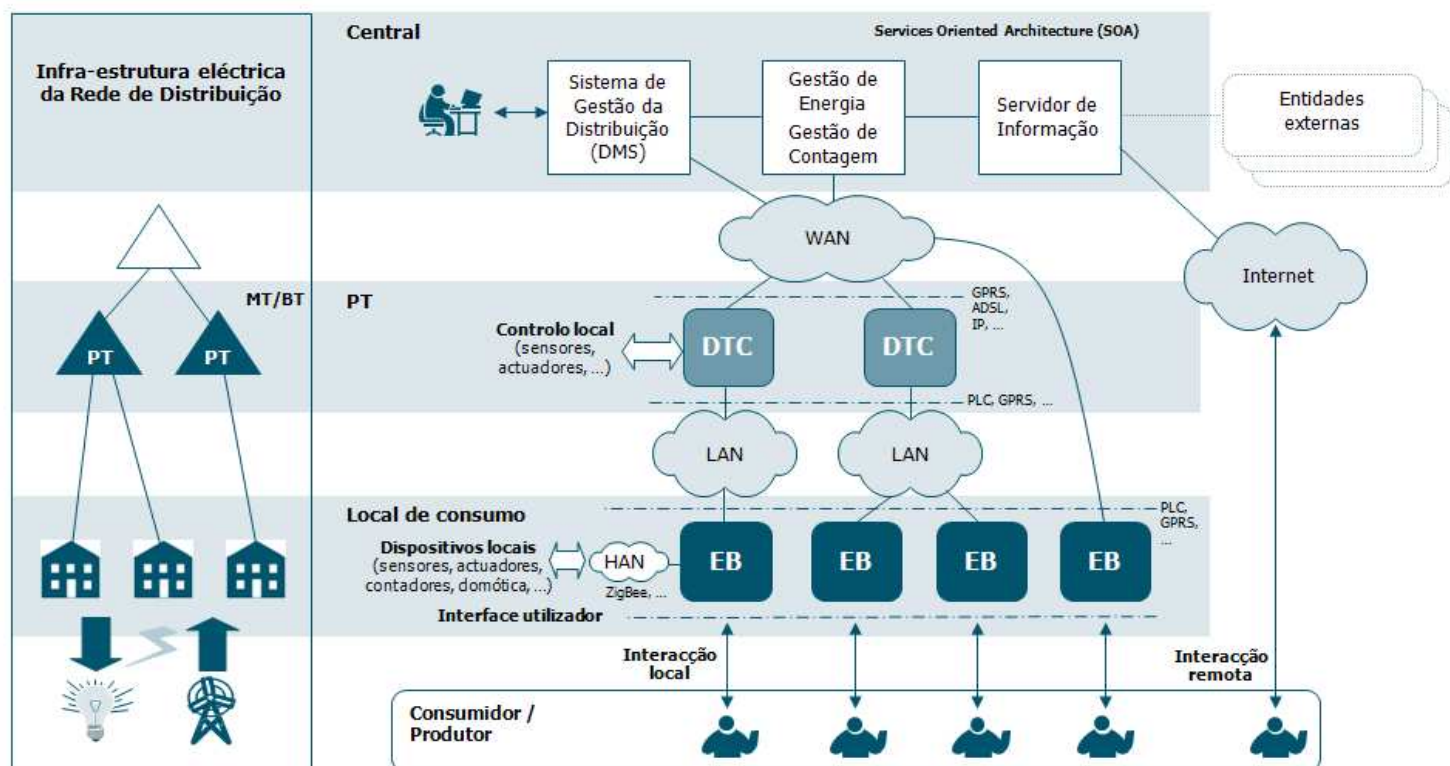


Figura 5.7: Arquitetura Técnica de Referência do Projecto InovGrid [47].

A ATR divide-se em três níveis [47]:

- Nível do Produtor/Consumidor: Nesta fase inserem-se as *Energy Box* (EB). As EB tratam da medição de energia e da possibilidade de se realizar gestão de energia doméstica (microprodução e manuseamento de informação dos contadores).
- Nível de transformação (MT/BT): A este nível encontra-se o Distribution Transformer Controller (DTC). O DTC tem a tarefa de concentrar toda a informação. Além disto tem também de gerir as EB, tem ainda de monitorizar e controlar o PT.
- Nível de controlo e gestão de dados: Esta fase tem o objectivo de agregar toda a informação comercial e a partir desses dados fazer o controlo operacional da rede.

Analisa-se, em seguida, os diversos componentes do sistema.

5.2.5.1 *Energy Box*

As EB são o caminho para se alcançar a gestão de energia em casa. Estas englobam funções de contagem inteligente de energia.

A temática das EB já foi mencionada neste trabalho pois não são mais do que contadores inteligentes. Estes contadores de uma forma global permitem efectuar a interacção local com outros dispositivos. São dispositivos que se situam na imediação do

produtor/consumidor possibilitando a gestão e controlo da energia e da microprodução (tanto a nível local como na rede BT, em resposta a pedidos recebidos do DTC).



Figura5.8: Esquema ilustrativo das funções das Energy Box [47].

5.2.5.2 *Distribution Transformer Controller*

O DTC é instalado (figura 5.9) no PT (MT/BT). Uma das suas funções é efectuar a comunicação e a gestão das EB existentes em toda a rede, mas além deste trabalho o DTC executa o controlo do PT e faz a detecção de defeitos e ainda elabora o controlo da iluminação pública[49].

Pode-se afirmar que o DTC é o componente chave no projecto InovGrid (centro nevrálgico para controlo inteligente da rede), pois com todas as suas funcionalidades vai possibilitar a entrada faseada de novos mecanismos consoante a necessidade do projecto, isto graças ao seu carácter modular e expansível (GPRS, PLC, Ethernet, RS485, RS232, etc.) [49].

Com o DTC e devido à sua função de concentração de informação é possível efectuar-se balanços energéticos, monitorizar-se o desequilíbrio de cargas e analisar a qualidade de energia.

Este componente pertencente à ATR do InovGrid terá a responsabilidade de fazer a gestão da operação da rede em ilha, explorando a produção local existente na rede de BT

[47]. Implementar-se-ão no futuro funções de reposição automática de serviço, *self-healing* e gestão da microprodução [47].



Figura 5.9: Aspecto da Instalação do DTC (*smart gate* - EFACEC) [49].

5.2.5.3 Comunicações

Como já mencionado anteriormente, os sistemas de comunicação são muito importantes para o bom funcionamento do sistema. A tabela 5.2 explica as diversas infra-estruturas existentes neste projecto.

Tabela 2.2: Infra-estruturas de Comunicação existentes no Projecto InovGrid.

Tipo	Características
Home Area Network (HAN)	• Interligação dos equipamentos instalados na residência com a EB • Possibilita a interacção com cliente • Possibilita a interacção com LapTop, PDA, Smart Displays, etc.
Local Area Network (LAN)	• A LAN sobre a rede eléctrica (PLC), possibilita a associação directa entre o DTC e as EB
Wide Area Network (WAN)	• Comunicação GPRS • Faz a ligação entre o DTC e os sistemas de informação (protocolos SCADA/DMS)

Espera-se que, ao longo dos próximos anos, haja uma evolução neste tipo de tecnologias, sendo a LAN e a WAN aquela que mais perspectivas têm de evolução. Daí

também os processos utilizados nesta ATR serem modulares devido ao carácter expansivo do sistema. Por exemplo quando a tecnologia ZigBee estiver mais amadurecida será de fácil implementação para este género de processos.

5.2.5.4 Sistemas Centrais

Com esta ATR os sistemas comerciais e técnicos vão ter influência na execução do plano do projecto InovGrid, pois é nesta categoria que toda a informação do sistema é processado realizando-se com estes dados o controlo minucioso da RD.

Com a agregação de todos os sistemas técnicos e comerciais vai ser tangível o alcance de uma melhor qualidade de serviço protagonizada pela EDPD.

5.2.6. Principais vantagens do InovGrid

Com todos estes novos conceitos de inserção de redes inteligentes associadas à rede eléctrica, vão surgir benefícios para diversos intervenientes no processo.

5.2.6.1 Benefícios para os *Stakeholders*

Estas vantagens que agora estão a ser levantadas já foram ilustradas na capítulo anterior. Tendo em conta o que a entidade reguladora da rede refere convém analisar em específico os benefícios protagonizados pela utilização do InovGrid, como tal é lançada agora uma figura síntese destas vantagens [49]:

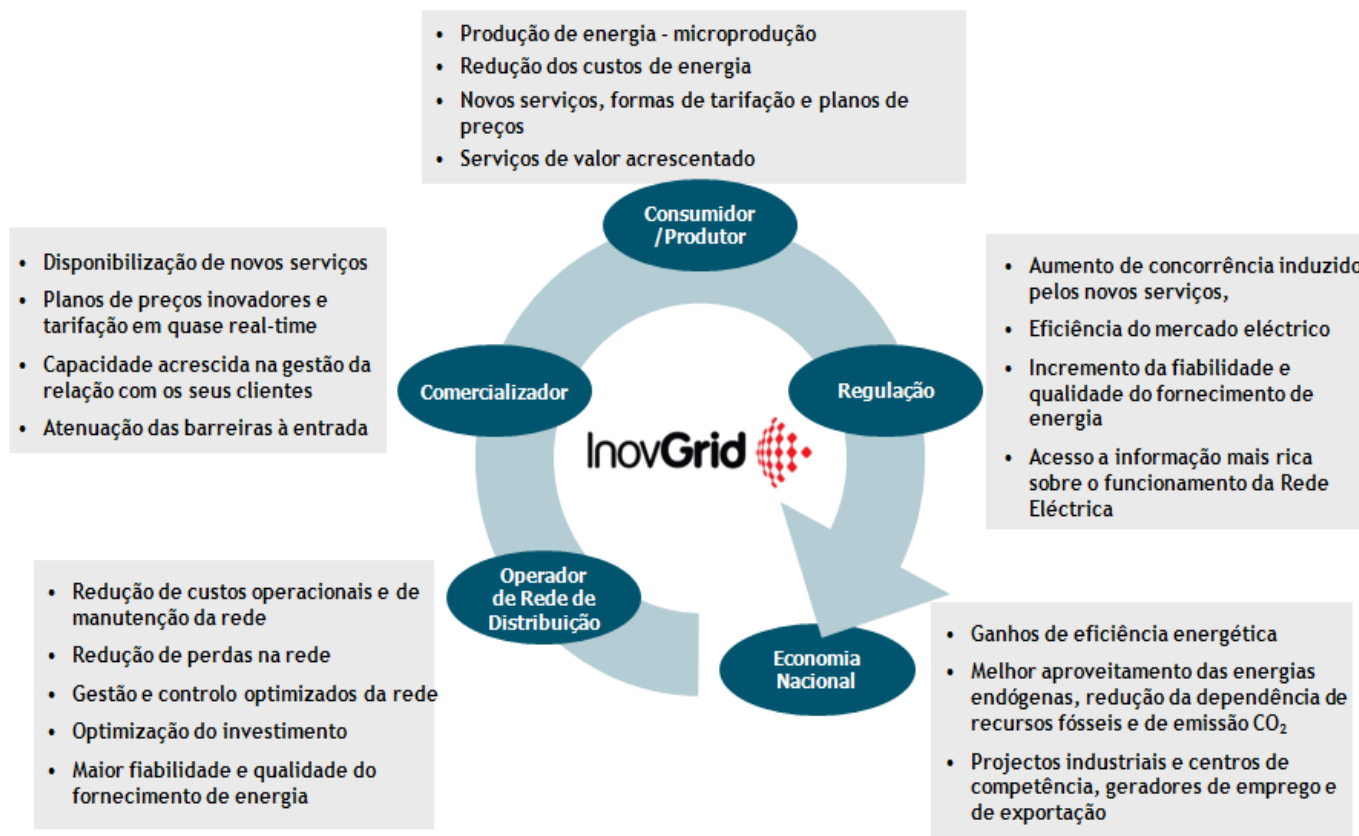


Figura 5.10: Vantagens dos Stakeholders [47]

5.2.6.1 Benefícios para as *Utilities*

Os principais benefícios relacionados com a utility prendem-se com o facto de se reduzir o CAPEX e o OPEX [49] devido à existência de informação detalhada da rede e ao melhor supervisionamento (em tempo real) da mesma [47].

5.2.7. InovCity - Experiência Piloto

No dia 6 de Abril de 2010 deu-se início a mais uma fase deste grande projecto. A experiência piloto foi apresentada e irá desenrolar-se em Évora, cidade Património Mundial [50].

Évora é então denominada de InovCity, prevendo-se que até ao fim do ano corrente (2010) estejam ligados a este sistema eléctrico integrado e inteligente cerca de 30 mil clientes de Baixa Tensão (domésticos, pequeno comércio e indústria), abrangendo todo o concelho desta cidade [50].

O critério de escolha da inovCity baseou-se em dois pressupostos:

- Factores de ajuda à avaliação:
 - o Número de clientes por concelho (o óptimo seria entre 30 e 46 mil clientes);
 - o Número de PT's (menos de 420);
 - o Comprimentos das Redes
 - o Número de clientes em Microprodução
 - o Fraudes detectadas
 - o Zona de acordo com o Regulamento de Qualidade de Serviço (A/B/C);
- Factores de ajuda à decisão:
 - o Taxa média de Crescimento (MT+BT)
 - o Novas tecnologias
 - o Auto-Estradas na zona
 - o Pólos Universitários

Tendo em conta os dados do consumo, os custos de operação técnicas e comerciais associadas a cada concelho (e todos os factores anteriores mencionados) consegue-se perceber que a melhor cidade para implementar o sistema inovador seria Évora (Figura 5.11).

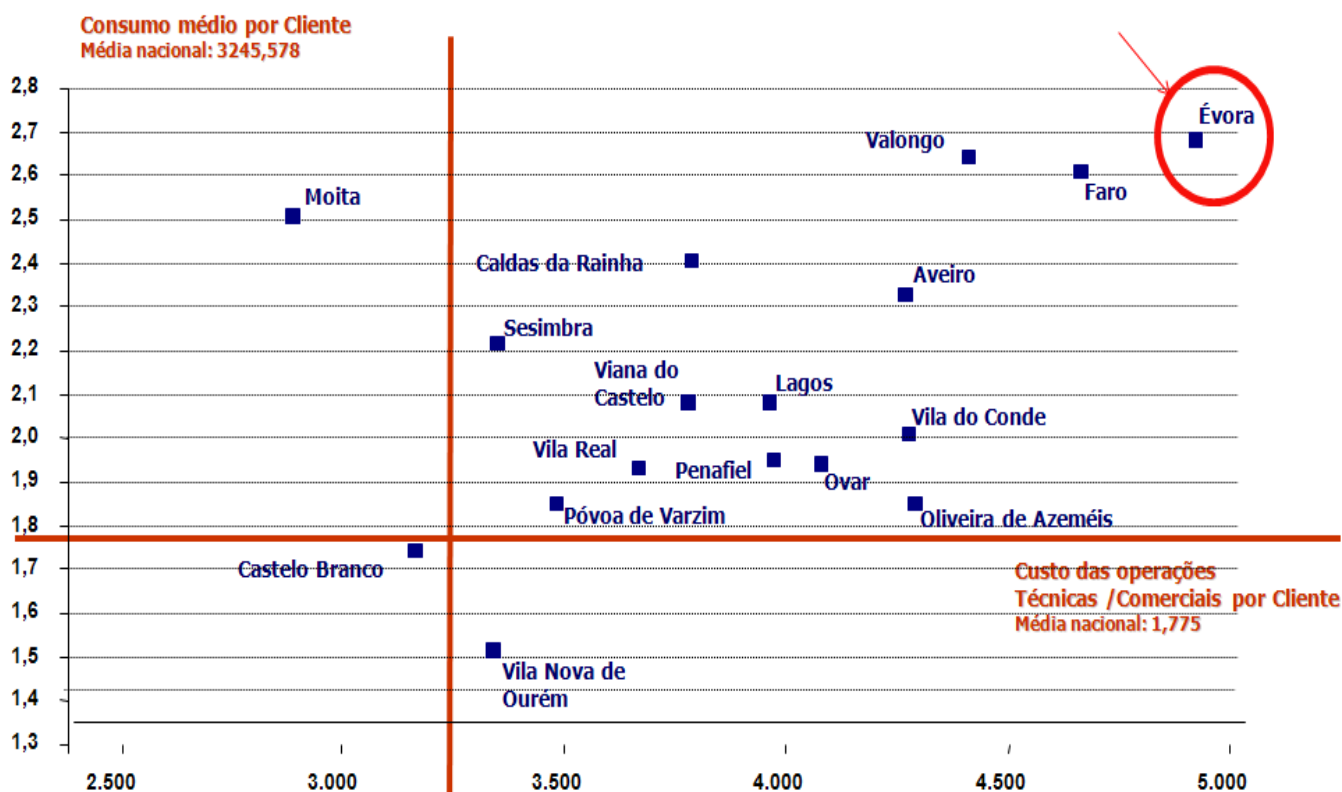


Figura 5.11: Consumo médio por cliente vs Custo de instalações - escolha de cidade piloto.

Capítulo 6

Telecontagem no Mundo

6.1 - Itália

O primeiro país a ser focado relativamente ao tema da telecontagem e da medição inteligente é a Itália. Na Itália, a ENEL (*Ente Nazionale per l'Energia eLettrica*) é a companhia que tem o domínio do mercado eléctrico. A ENEL foi fundada em 1962 pelo próprio governo italiano. Actualmente e quase de uma maneira geral (85%), a operação de distribuição (1,150,000Km de rede) de electricidade é levada a cabo por esta empresa. Existem 30 milhões de clientes.

Devido a algumas falhas no sistema eléctrico italiano em 2003 (blackouts) chegou-se à conclusão que o sector energético era subdesenvolvido. Para colmatar esta problemática decidiram-se tomar algumas medidas, sendo a principal a inserção de telecontagem nos seus consumidores de BT - programa *TELEGESTORE*.

A vontade de inserir a gestão inteligente da rede surge em 2001 (1ªfase do projecto), devido à [51]:

- Fraude permanente na rede;
- Fraca produção;
- Blackouts;
- Grave dependência de energia importada;
- Necessidade de atingir metas de melhoramento ambiental;
- Realização de um teste a 7000 consumidores (Roma) que fez crer nas verdadeiras possibilidades da telecontagem;

Em 2003, nos 30 milhões de consumidores, começaram a ser instalados os contadores inteligentes segundo a tecnologia AMM. O sistema italiano de telecontagem é baseado na comunicação PLC dos contadores até aos concentradores e destes para os sistemas centrais a transmissão é feita por GSM.

Para instaurar este projecto houve a necessidade de se efectuar um investimento de 2,1Bilhões de Euros. Tendo em conta que todo este projecto teve que ser faseado, pois era impossível substituir os 30 milhões de clientes ao mesmo tempo, deu-se um prazo de 5 anos para a concretização total do *telegestore*.

Com este novo sistema será possível poupar-se 500 milhões de euros por ano, conseguindo atingir-se este valor devido ao exaustivo processo de contabilização de energia que, como já referido, permite poupar muito dinheiro a nível de factura do operador e do consumidor. O tempo de retorno do investimento é de 5 anos, mas verifica-se hoje em dia que com este investimento inicial se permitiu reduzir cerca de 5% das horas de ponta para apenas 10 horas de ponta por ano [36, 52].

Verificou-se que o programa *telegestore* foi implementado em menos de 5 anos [51] (figura 6.1):



Figura 6.1 Quantidade de contadores inteligentes colocados no sistema eléctrico Italiano [51].

Para que tudo ficasse pronto dentro do prazo estipulado pela ENEL foram necessárias 7000 pessoas para instalarem e produzirem 20000 contadores por dia [51].

Conclui-se que este país é o que tem a tecnologia de telecontagem mais amadurecido no seu seio e como tal surge a necessidade de se efectuarem conversações entre os estados membros e a ENEL para se poderem evoluir estas tecnologias noutros países.

6.2 - Ontário, Canadá

No Canadá, o mercado de electricidade divide-se por zonas dentro do próprio país. A companhia local de distribuição é a responsável pela manutenção das medições de energia.

Em 2003 na província de Ontário (mais populosa do Canadá) [53] houve um grande problema no sector energético no combate às horas de ponta, sendo necessário recorrer-se à importação de energia. Esta situação deu o mote para que se levantassem as questões de como se ia superar a dificuldade de ultrapassar as horas de ponta, que mesmo sendo pequenas quando ocorriam picos excessivos eram fortunas que tinham que ser gastas para se

garantir a qualidade de serviço. Como tal o governo de Ontário estabeleceu o objectivo de se reduzir a procura de energia em 5% utilizando a conservação de energia, telecontagem [54].

Com esta necessidade de se reduzirem os picos nas horas de ponta, teve que se melhorar as redes envelhecidas da província para se instalarem sistemas inteligentes. A tecnologia utilizada pela OEB (*Ontario Energy Board*) é baseada na AMM, mas com leitura remota de energia realizada de hora em hora.

O investimento total necessário para cobrir este sistema ronda o 1 bilião de USD para se poder manter com o projecto (Até 2007 800 mil contadores instalados). O objectivo é instalarem-se todos os contadores até ao fim de 2010. O preço deste investimento será pago pelos consumidores. Estes vão pagar por mês na sua factura energética mais 3 ou 4 USD até ao fim do ano de 2010 [55].

Numa primeira fase do projecto instalou-se este sistema em todos os clientes urbanos com potências contratadas mais elevadas e, em seguida, instalou-se nos restantes consumidores.

Para que todo o projecto seja implementado é necessário seguir estes parâmetros [54]:

- O Ministério da Energia tem a responsabilidade da decisão face a às implementações, e tem que efectuar a interligação entre este e o público;
- A OEB trata de regulação do mercado;
- Os distribuidores locais são os responsáveis pela instauração dos contadores inteligentes, pela futura leitura dos dados e no fim pela sua facturação;

Verifica-se que no Canadá a contagem inteligente de energia já tem um rumo bastante bem delineado [56].

6.3 - Suécia

Na Suécia qualquer consumidor é livre de escolher qual o distribuidor a quem quer comprar energia [57]. A SEA (*Swedish Energy Agency*) é o operador responsável por fazer a verificação das tarifas e por regular as actividades de medição para se garantir a qualidade de serviço. Quem opera as leituras dos contadores e o próprio acto inerente à contagem de energia são os operadores da rede de distribuição.

Em 2003 foi promulgada uma lei que obrigou as *utilities* suecas a efectuarem as leituras mensais dos seus clientes (no passado contabilizava-se uma vez por ano para consumidores acima dos 100000KW por ano).

Com esta nova abordagem governativa estimulou-se as empresas energéticas para a racionalização de energia. Deu-se então uma nova revolução no sector energético deste país, abrindo-se caminho para a inserção da telecontagem. A legislação provocou assim investimento no sector das contagens inteligentes de energia. Nos primeiros momentos na Suécia começou-se a utilizar a tecnologia AMR, mas passado uma fase de maturação da ideia passou-se a utilizar a técnica AMM.

Estudos protagonizados pela STEM (*Swedish Energy Authority*) permitem afirmar que o mercado energético vai favorecer à economia deste país um benefício de 600 Milhões de SEK. O investimento (aproximadamente 10 biliões de SEK) será pago pelos consumidores finais [54].

6.4 - Holanda

No que concerne à medição de energia inteligente, este país está num impasse, tendo recentemente idealizado uma proposta [58] para viabilizar estes sistemas devido a uma análise custo-benefício que fez, descobrindo que para o seu sistema eléctrico a implementação de novas tecnologias seria rentável [36]. A legislação refere que todos os consumidores residenciais vão ter contadores inteligentes. O prazo para instauração do processo completo inerente à instalação dos contadores acaba em 2013. Sabe-se que o projecto está atrasado devido a problemas burocráticos [59]. Mas até à Primavera de 2007 já tinham sido instalados 300.000 contadores tendo já sido adquiridos 200.000 contadores para as próximas instalações [60].

A tecnologia utilizada pelo sistema holandês baseia-se na AMM com PLC. Na Holanda a primeira entidade energética a utilizar a gestão inteligente de energia foi a Oxxio [36]. A Oxxio iniciou este processo em 2005 albergando hoje em dia a seu cargo 30 mil contadores instalados [61].

6.5 - Reino Unido

O regulador do mercado energético no Reino Unido denomina-se por OFGEM (*Office of Gas and Electricity Markets*). A OFGEM nos últimos anos tem estudado a inserção da medição inteligente no panorama energético nacional [36]. Como tal, para avaliar-se o impacto que a inserção da telecontagem pode provocar criou-se em 2008 o EDRP (*Energy Demand Research Project*). O EDRP tem o objectivo de dar a conhecer aos consumidores esta nova temática e obter as suas reacções resultantes do uso do sistema a implementar (fase de testes) e da própria explicação do novo conceito. No fundo saber como os consumidores reagem [62].

O EDRP tem que apresentar resultados até ao fim do ano 2010 para no ano seguinte se analisarem esses valores criando assim uma aposta sustentada no novo paradigma de

gestão de energia (por parte do governo). Este projecto teve um apoio governamental em 9,75 milhões de libras.

O governo anunciou (em Dezembro de 2009) a vontade de ter em todas as residências “*smart meters*” até ao fim do ano 2020. O EDRP será então uma importante fonte para que esta implementação se leve a cabo. Este projecto consiste em 26 grupos de trabalho distintos espalhados por todo o Reino Unido.

Os testes que têm vindo a ser feitos pelo EDRP para verificarem o efeito desta intervenção suportam-se sobre cinco categorias [62]:

- Informações para uma melhor facturação;
- Unidades de informação de Eficiência Energética;
- Visionamento energético em monitores;
- Contadores (cerca de 17 mil já instalados);
- Comunidades activas (procura do efeito em cadeia);
- Grupos de consumo;

Para se poder realizar o projecto de inserção de telecontagem no Reino Unido (26 milhões de contadores eléctricos mais 22 milhões contadores de gás) será necessário um investimento de 7 biliões de libras.

Muito há a fazer para que haja uma maturação no pensamento dos cidadãos deste país e no próprio sistema que vem a ser implementado.

Colocou-se em anexo um quadro resumo das actividades que se têm feito na Europa no que respeita a novos projectos de redes inteligentes com apoio em telecontagem (Anexo IV).

Capítulo 7

Gestão de Energia em Casa - Conceito “FunEnergy”

Na sociedade em que vivemos sente-se a necessidade de encontrar meios inovadores para se poder combater a crise que nos rodeia e também os problemas energéticos com que somos postos à prova todos os dias. Para tentar combater este problema surge em concreto uma ideia - o "FUNeENERGY" - que tem como principal objectivo a redução doméstica de consumos, através da utilização de um programa interactivo. É necessário ser eficiente no que concerne aos gastos de energia na nossa própria casa para se poder reduzir os custos associados ao consumo. Este conceito tem como principal objectivo fazer a interacção com o consumidor e os gastos associados à sua habitação. A finalidade deste programa prende-se com a ajuda ao utente, para este ser capaz de discernir em que área é capaz de efectuar a poupança pretendida, fazendo assim um interface final com a empresa de distribuição.

O programa FUNeENERGY foi realizado com um grande factor motivacional devido a um questionário realizado pela Experian Canvase Opinion (entre 24 Abril e 3 de Maio de 2006). Foram entrevistados 5010 adultos. O objectivo deste interrogatório tinha o mote de [60]:

- Compreender as posturas dos consumidores em relação aos consumos de energia;
- Compreender os agentes que influenciam a conduta dos consumidores;
- Compreender as futuras alterações que poderão ser levadas a cabo com a inserção de nova tecnologia.

Os países que estiveram presentes neste questionário foram o Reino Unido, Holanda, Espanha e Portugal. Com este estudo conseguiu-se entender melhor a mentalidade dos

consumidores energéticos, conseguindo agora evoluir na área da eficiência energética conscientes de que existe um apoio substancial pelos próprios clientes.

Várias foram as conclusões retiradas pela Experian Canvase Opinion , entre elas as mais importantes são (estas conclusões estão apoiadas pelos seus gráficos, no Anexo VI):

- 80% dos questionados preocupa-se com as mudanças de clima (Espanha e Portugal são os que mais se preocupam);
- Se houvesse uma duplicação dos preços de energia, 78% dos inquiridos alteraria o seu comportamento energético;
- Se houvesse informação concreta em relação à energia gasta pelo consumidor (contadores inteligentes), 70% mudaria a sua conduta;
- Através do uso eficiente de energia 30% das pessoas inquiridas pensa que pode poupar todos os anos mais de 140€ na sua factura energética;
- Na globalidade ainda não se tem um conhecimento relacionado com a medição inteligente de energia. Em Portugal, com 24%, e no Reino Unido, com 39%, é onde se está mais a par desta nova situação;
- Portugal é o país mais entusiasmado com a inserção destas novas tecnologias (86%);
- 40% da população da amostra preocupa-se com o possível custo da inserção desta nova tecnologia. Em Portugal, mesmo havendo um grande entusiasmo inerente a toda esta nova realidade, 54% dos questionados afirma que o preço de instalação do equipamento podia ser um impedimento à implementação do mesmo;
- 19% dos Portugueses não tem a noção de qual é a quantidade de energia que utiliza;

Com o apoio deste estudo percebe-se que esta é uma área com enorme potencial e em que novas ideias devem ser implementadas para se conseguir alcançar sempre novas metas de eficiência energética. Como tal surge o conceito “FUNeENERGY”.

7.1 - Conceito FunEnergy

Já foi mencionado de uma maneira simples em que consistia esta ideia. Convém agora retratar e explicar em que consiste no seu todo o FunEnergy.

Em primeiro lugar surge a necessidade de cada consumidor tomar conhecimento daquilo que consome. Hoje em dia as tecnologias que existem permitem, com o uso da telecontagem e com o uso do GSM, ao cliente ter a noção do que consome na sua habitação tendo em conta o seu consumo total, e através disto o consumidor pode através de novos

tarifários conseguir reduzir a factura energética no fim do mês. Com o FunEnergy será possível ao consumidor reduzir o consumo energético fazendo este a sua própria gestão de energia tendo em conta os consumos desagregados da sua habitação, sabendo onde está realmente a consumir mais energia.

A gestão de energia vai-se desenrolar da seguinte maneira (Conceito FunEnergy):

1. Com o apoio do programa FunEnergy (interface com cliente e EDP - Via Web) o cliente vai receber uma senha para aceder a uma página de internet (facultada pela EDP).
2. Em seguida o cliente entra na página de internet do programa .
3. Vai tomar conhecimento com o site e perceber como funciona o FunEnergy (figura 7.2).
4. O programa desenrola-se agora nos seguintes moldes
 - a. Na página Web o consumidor acede a “perfil do cliente”. Neste separador o cliente tem que inserir as potências nominais de cada equipamento que tem na sua habitação. As potências inseridas estão relacionadas com os sectores de consumo doméstico. Os sectores de consumo escolhidos para se fazer os consumos desagregados foram (figura 7.3):
 - i. Sector da Cozinha
 - ii. Aquecimento/Ventilação
 - iii. Iluminação
 - b. Depois de se colocarem as potências, o cliente clica em “enviar” (figura 7.4) e os seus dados são mandados para tratamento e colocados no separador seguinte (“resultados”).
 - c. No separador “resultados” é colocado os diagramas de carga com:
 - i. O **consumo óptimo**, tendo em conta as potências nominais inseridas pelo cliente. Este consumo óptimo foi idealizado tendo em conta o tempo de funcionamento eficaz de cada equipamento (Anexo VII). Representa-se a vermelho na página Web (figura 7.5)
 - ii. O **consumo real**. Este consumo será fornecido pela EDP mediante os dados enviados pelo telecontador existente na habitação. Como o programa é baseado na simulação, este consumo real é o retrato de um consumo padrão de uma família de “standard” [63]. Representa-se a verde no digrama da página Web (figura 7.5).

- iii. A **diferença** entre estes dois últimos consumos. Esta diferença basicamente compara o consumo óptimo com o real subtraindo as potências em cada 15min e por fim somando todos estes valores de potência. Este resultado dará um valor. Se este valor for:
 - Inferior a 0 Wh: O consumo energético do cliente é Óptimo.
 - Se estiver entre zero e 2000 Wh o resultado é Muito Bom
 - Se estiver entre 2000 e 4000Wh o resultado é Bom;
 - Se for superior a 4000Wh o resultado é Mau. Quando acontece este resultado o programa dá uma série de indicações para se poderem combater estes consumos energéticos (figura 7.5).
 - iv. O **consumo da Cozinha**, que retrata o consumo efectuado nesta zona da habitação. Representado a amarelo no diagrama de cargas (figura 7.5);
 - v. O **consumo do Aquecimento/Ventilação**, que retrata o consumo dos equipamentos utilizados com este fim. Representado a rosa no diagrama de cargas (figura 7.5);
 - vi. O **consumo de todo o sistema de iluminação**. Representado a azul claro no diagrama de cargas (figura 7.5);
- d. Com o visionamento dos diagramas de carga da sua habitação, o cliente percebe através do seu perfil e do que consome em cada sector e mesmo até no global (gráfico da diferença) aonde é possível efectuar reduções de consumo e mudanças de costumes para efectuar uma gestão de energia em casa eficaz (ilustradas no separador recomendações - figura 7.6).

Esta é a metodologia usada para se utilizar o programa FUNeENERGY. Existem algumas considerações que devem ser explicadas para haver uma melhor percepção deste conceito:

- Os sectores de consumo escolhidos para serem retratados nos diagramas de carga foram aqueles em que normalmente existe um maior consumo (figura 7.1). Com isto foi possível desagregar o consumo total fazendo com que o cliente tenha uma melhor percepção de como gasta a sua energia e em que sector isso vai acontecer.

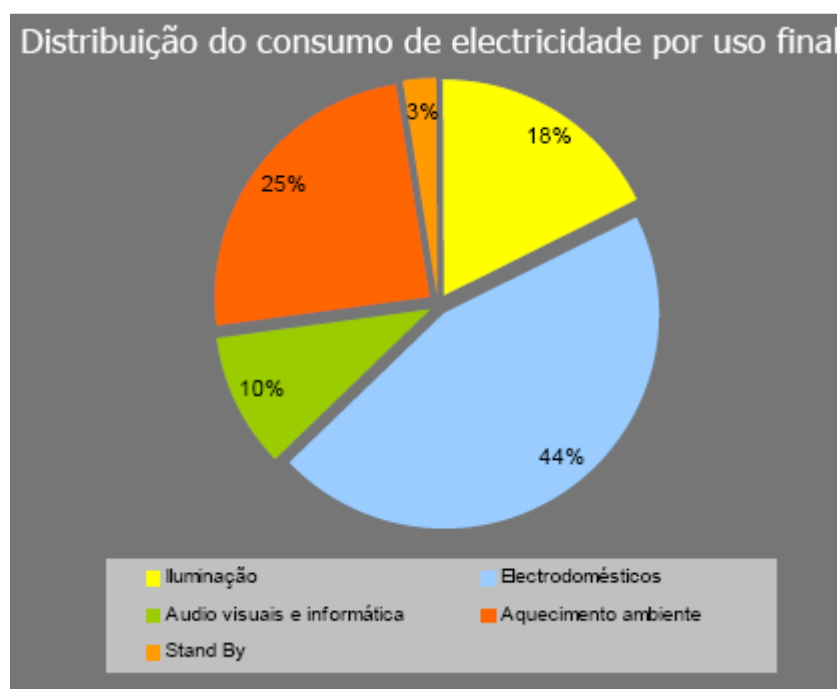


Figura 7.1: Distribuição do Consumo de Electricidade por Uso Final [64].

- Um outro factor que se deve ter em conta é que este programa é realizado tendo como base a simulação programada (7.1.2). Mas no futuro este programa pode ser realizado tendo como vista a sua interacção real com um telecontador. Por isto também se escolheu no capítulo 4 o telecontador SL7000 SMART, isto porque este contador permite a utilização de quatro entradas parciais que podem realizar a medição de quatro sectores distintos (em 8.2). E os dados medidos podem então ser enviados para o site do FunEnergy para em tempo real se fazer a própria gestão dos dados e reduzir assim os gastos energéticos.
- O diagrama de cargas óptimo foi estruturado para que o cliente utilize os seus equipamentos o tempo devido e na altura do dia correcta (enunciado no Anexo VII).
- A linha de diagrama de cargas denominada diferença será explicada em 7.1.2 na medida em que é com base nesta que se dá o valor do resultado.

7.1.1. Sequência gráfica do Programa FunEnergy.

Enuncia-se agora a sequência com apoio à imagem da metodologia enunciada no tópico anterior (ou em 7.1).

1. Explicação ao cliente do programa:




[INICIO](#)
[FUNENERGY](#)
[PERFIL CLIENTE](#)
[RESULTADOS](#)
[NOTÍCIAS](#)
[CONTACTOS](#)

fUNeNERGy



No clima de crise com que actualmente o mundo se depara, surge a necessidade de descobrir meios para gerar a poupança económica inerente aos consumos energéticos. Como tal é necessário ser eficiente no que concerne aos gastos de energia na nossa própria casa para se poder reduzir os custos associados ao consumo. Para se reduzir estes gastos, que por vezes são desnecessários, surge o conceito “fUNeNERGy”. Com o “fUNeNERGy” vai ser capaz de reduzir a sua factura energética ao fim do mês. Para que tal aconteça deve ser os seguintes passos:

1. Abrir o Separador “Perfil Cliente”.
2. Neste perfil colocar todos os dados pedidos.
3. No final da inserção de dados carregar em “Validar”.
4. Em seguida abra o separador “Resultados”.
5. Neste último separador veja o seu consumo eléctrico ideal e compare-o com o consumo real ^{re} efectuado na sua habitação.
6. As Conclusões do programa são efectuadas na mesma página.
7. Retire as suas próprias Conclusões percebendo como utilizar melhor a sua energia.

(*) O Consumo ideal é realizado tendo por base os valores inseridos pelo cliente em “ Perfil Cliente”. Este consumo reporta-se a um diagrama de cargas ideal. Este diagrama irá ser comparado com o diagrama de cargas que realmente afere á sua habitação. Como tal seja minucioso na inserção de dados, para que o programa o ajude na obtenção da redução de custo de energia.

Testemunhos

“Espera-se que com este programa seja possível efectuar-se uma eficiência energética mais apurada e convicção de que cada cliente é capaz de melhorar os seus consumos”

António Femeira Dias

Citações

“O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no Dicionário...”

Albert Einstein

Calendário

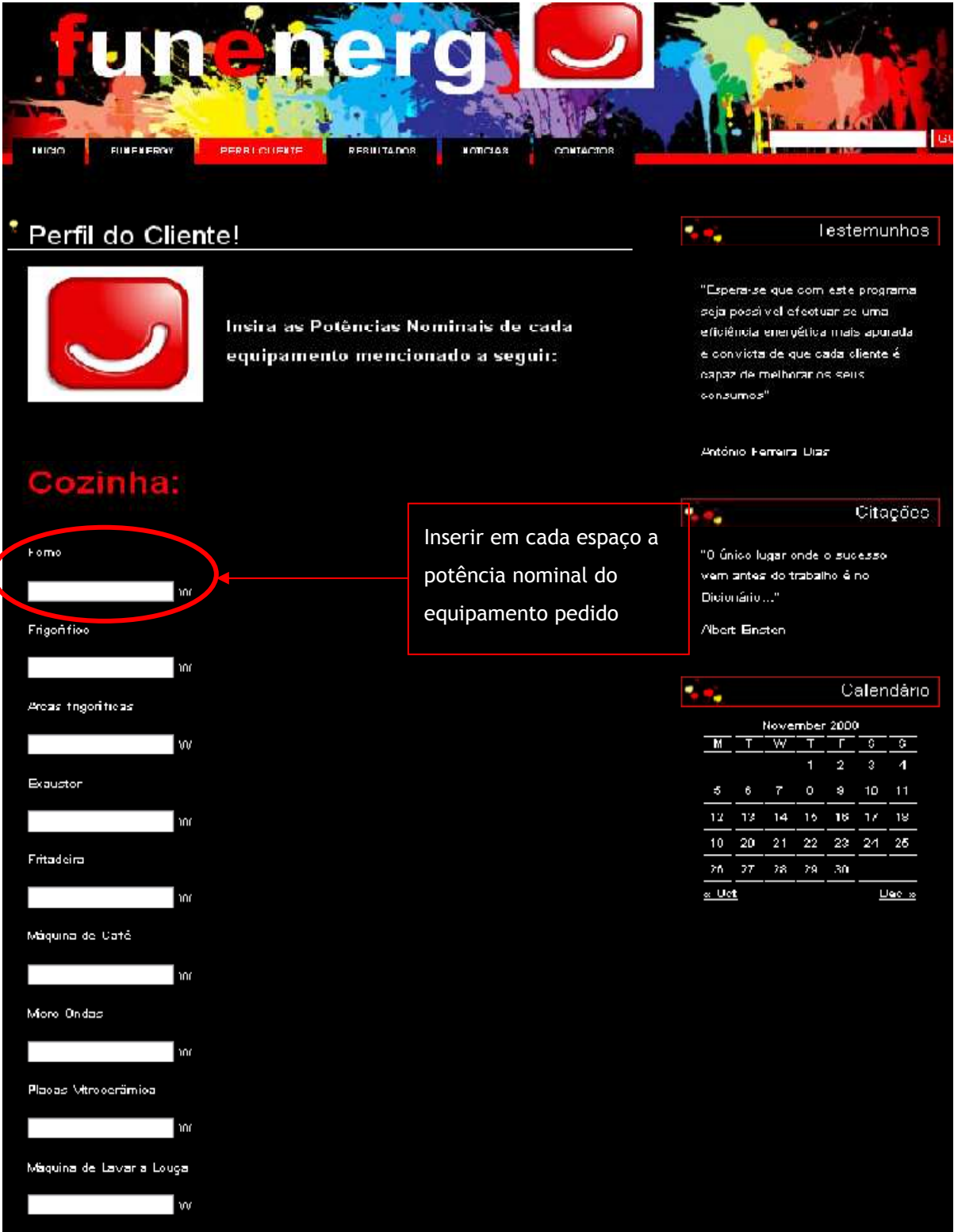
November 2008						
M	T	W	T	F	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		
« Oct						Dec »

Copyright (c) 2010- fUNeENERGy. All rights reserved. [XHTML](#) | [CSS](#)

Designed by [António Dias](#)

Figura 7.2: Separador FunEnergy - Explicação do programa para o cliente.

2. Colocação das potências nominais no separador “perfil do cliente”:



funenergy

INICIO | FUNENERGY | PERFIL DO CLIENTE | RESULTADOS | NOTÍCIAS | CONTACTOS

Perfil do Cliente!



Insira as Potências Nominais de cada equipamento mencionado a seguir:

Cozinha:

Forno W

Frigidário W

Áreas frigoríficas W

Exaustor W

Fritadeira W

Máquina de Café W

Micro Ondas W

Placas Microondas W

Máquina de Lavar a Louça W

Testemunhos

"Espera-se que com este programa seja possível efectuar de uma eficiência energética mais apurada e convicts de que cada cliente é capaz de melhorar os seus consumos"

António Ferreira Dias

Citação

"O Único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no Dicionário..."

Albert Einstein

Calendário

November 2000

M	T	W	T	F	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

2. Out 3. Nov 4.

Figura 7.3: Separador Perfil do Cliente - Inserção de Potências Nominais.

Aquecimento:

Sistema de Ventilação, Aquecimento, Ar Condicionado:

W

Iluminação:

Pontos de iluminação na casa (*)

Cozinha

Sala

Quartos

W.C's

Enviar

Em relação à iluminação não se coloca a potência das lâmpadas mas sim quantos pontos de luz tem em cada zona da casa, para se poder retratar todo o sistema de iluminação

Depois de colocados todos os valores, carregar em enviar para se processarem todos os dados.

(*) Neste ponto não tem que indicar nenhuma potência, mas sim quantos pontos de iluminação tem em sua casa, isto é quantas lâmpadas têm a funcionar.

Qualquer Dúvida Contacte: ee04012@fe.up.pt

Copyright (c) 2010- fU NeENERGy . All rights reserved. [XHTML](#) | [CSS](#)

Designed by [António Dias](#)

Figura 7.4: Separador Perfil do Cliente - Inserção de Potências Nominais.

- Depois da colocação das potências nominais para obter o consumo óptimo carrega-se em enviar e obtêm-se os diagramas de carga como resultado(figura7.5). Analisa-se mais detalhadamente este ponto em 7.1.2. Se for um diagrama de cargas que esteja dentro dos parâmetros mencionados

(parâmetros entre 0 Wh e 4000 Wh) emite uma mensagem positiva (ótimo, Muito bom e Bom), se ultrapassar os 4000 Wh de diferença entre o consumo ótimo e o real o resultado é “mau”. Mandando o cliente em seguida para as recomendações como na figura seguinte:

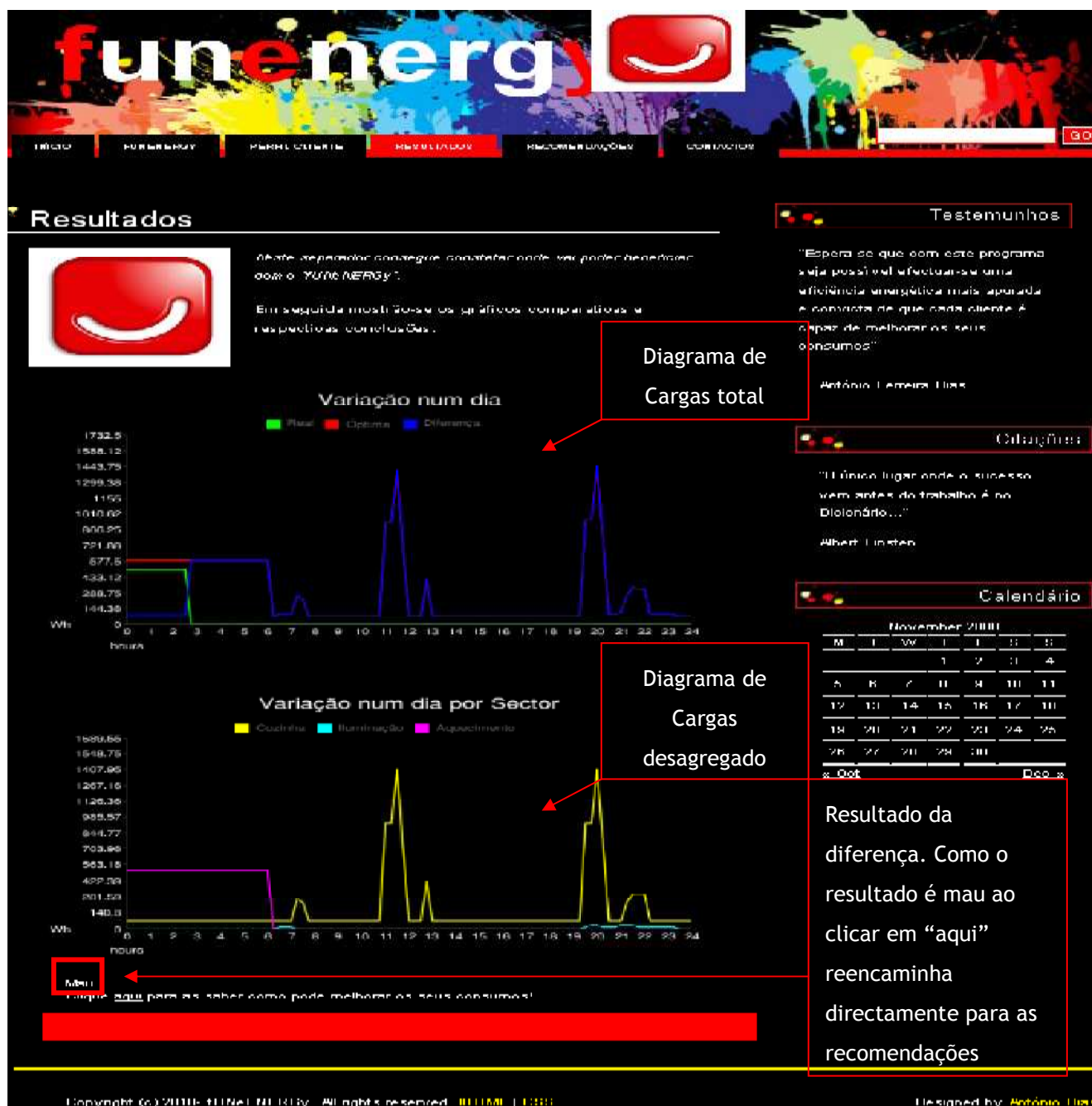


Figura 7.5: Separador Resultados - Colocação dos Diagramas de Carga para futuras conclusões.

4. As recomendações utilizadas aparecem no separador da seguinte maneira:



[INÍCIO](#)
[FUNENERGY](#)
[PERFIL CLIENTE](#)
[RESULTADOS](#)
[RECOMENDAÇÕES](#)
[CONTACTOS](#)

Recomendações



Algumas das recomendações que deve tomar para efectuar melhorias nos seus consumos são as seguintes:

A Eficiência energética pode ser definida como a optimização que podemos fazer no consumo de energia no nosso dia a dia. Tente realizar as seguintes medidas:

1. Tente evitar ter as luzes acesas quando não está nesse local da habitação. E tente sempre que possível utilizar a luz natural.
2. Evitar os consumos de Stand-By dos equipamentos. Desligue-os sempre que não os utiliza.
3. Tente calafetar as janelas e portas da sua residência pois economizará no investimento de sistemas de climatização. Para este efeito seria de bom-tom se isolasse as paredes, tetos e pavimentos.
4. Verifique a etiqueta energética de um novo equipamento que queira adquirir. Opte pelo que tiver menor consumo (classe mais elevada).
5. Substitua as lâmpadas incandescentes clássicas por lâmpadas economizadoras. Conseguirá poupar até 80 % da energia eléctrica utilizada e produzir 8 vezes mais que as anteriores.
6. Evite abrir desnecessariamente a porta do frigorífico e, quando o fizer, seja rápido. Ainda relacionado com o frigorífico verifique regularmente o estado da(s) borracha(s) da porta do frigorífico, isto para ver se isolamento está a ser bem feito ou se se está a perder energia.
7. Aproveite a radiação solar directa no Inverno, e no Verão evite o excesso de contacto com radiação solar. Quando utilizar aparelhos de climatização não esteja com janelas abertas.
8. Quando utilizar máquinas de lavar a roupa, faça com um ciclo de lavagem esteja a carga completa e se possível realizar esse ciclo a baixas temperaturas.

Para uma exploração mais detalhada e promotorizada para perceber como pode ser mais eficiente leveda a:

[Quis Prático da Eficiência Energética \(EDP\)](#)

Fonte: [Site da EDP](#)

Testemunhos

"Espero de que com este programa seja possível efectuar-se uma eficiência energética mais apurada e convicção de que cada cliente é capaz de melhorar os seus consumos"

António Ferreira Dias

Citações

"O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no Dicionário "

Albert Einstein

Calendário

November 2008

M	T	W	T	F	S	S
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		
« Oct						Dec »

Copyright (c) 2010- funENERGY. All rights reserved. [XHTML](#) | [CSS](#)

Designed by [António Dias](#)

Figura 7.6: Separador Recomendações.

7.1.2. Código utilizado no Programa FunEnergy.

Utilizou-se a linguagem PHP para se desenvolver este programa. Foi necessário introduzir algumas considerações para se poder resolver o FunEnergy com esta linguagem de programação. As principais considerações e explicações fundamentais para se desenvolver o programa foram:

- **Linha do tempo do diagrama de cargas:** para que pudesse ser exequível o diagrama de cargas em relação ao tempo, teve-se que dividir as 24 horas do dia em 96 partes ou seja:
 - o $\frac{24}{0,25} = 96$, sendo 0,25 correspondente a 15 minutos de uma hora. Isto deve-se ao facto de um telecontador retirar os dados de consumo de 15 em 15 minutos.

```
for($i=0; $i<97; $i++)
```

0 a 97 são os 96 intervalos de tempo existentes no diagrama

i++ , incrementa cada intervalo de tempo, fazendo passar para os próximos 15 minutos.

- **Realizar o diagrama de cargas do consumo óptimo:** Para se realizar o diagrama do consumo óptimo foi necessário contabilizar os locais em que cada equipamento inserido no programa ia funcionar no que concerne à quantidade de tempo. Isto é, definiu-se para cada equipamento o seu tempo de funcionamento para que a habitação funcionasse num nível de eficiência energética (Anexo VII). Tendo em conta cada equipamento, em seguida, explica-se como foi possível inserir estas variações no tempo de potência com o código fonte do programa:
 - o Em primeiro lugar é necessário definir os equipamentos existentes (figura 7.7),


```

$total[1]
$total[2]
⋮
$total[13]
    
```

Total [nº] representa o equipamento que foi colocado no separador “perfil do cliente”. Ou seja total[1] representa o frigorífico por exemplo. Porque o forno, que é o que aparece em primeiro lugar, não se contabilizou nesta fase.

Figura 7.7: Escrutínio dos equipamentos em código.

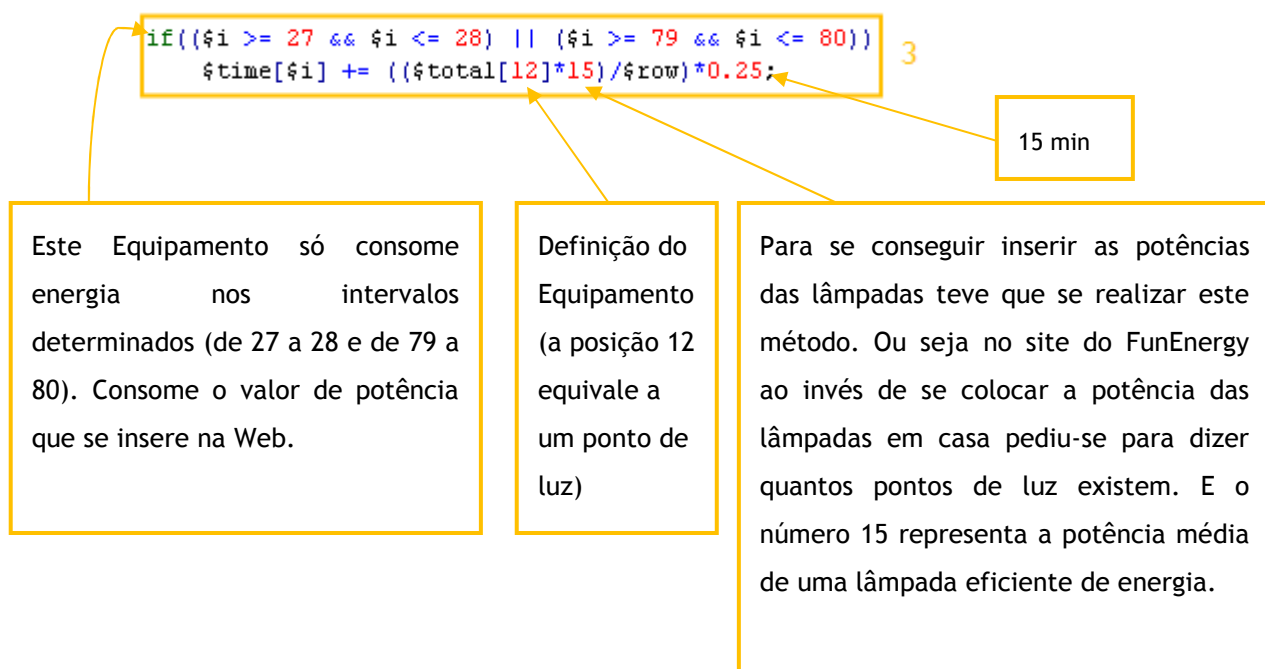
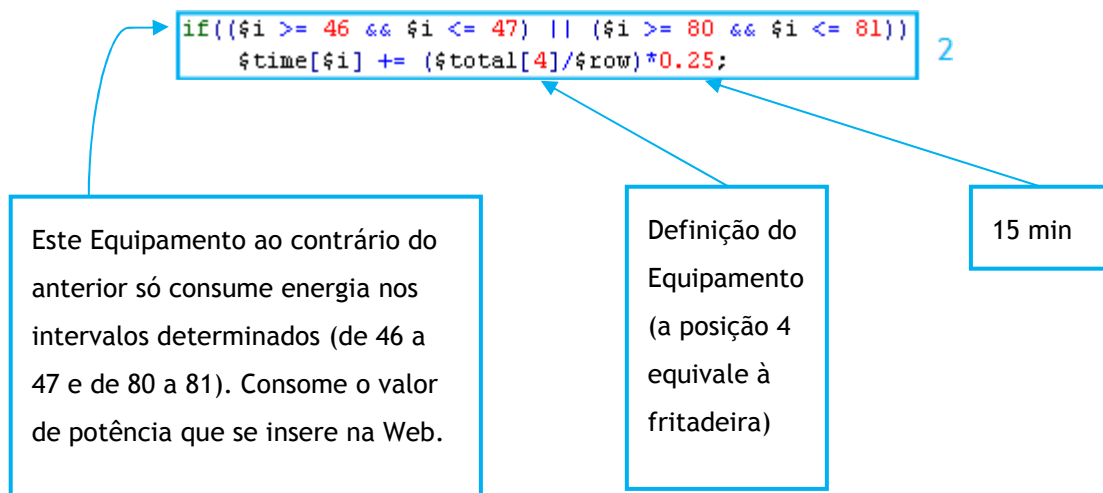
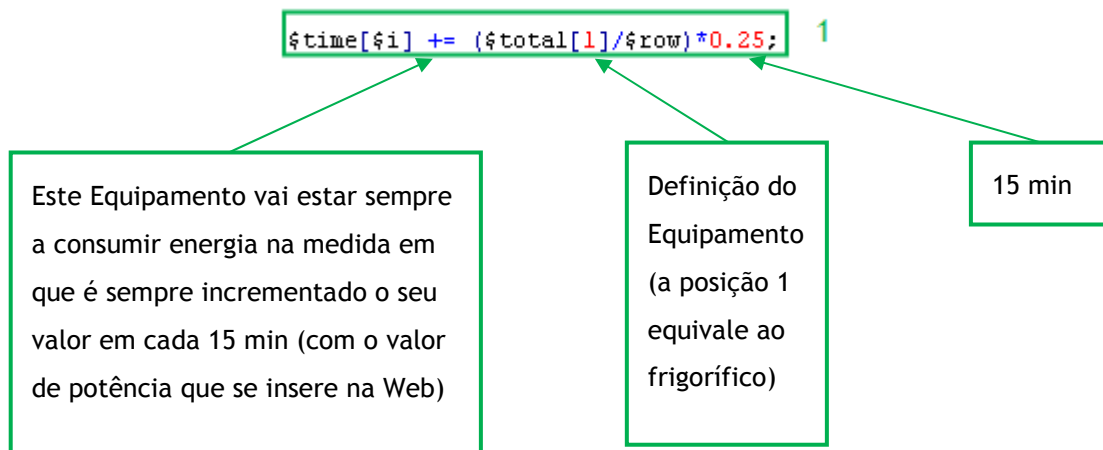
- o Em seguida e depois de enunciar como se declaram os equipamentos, foi necessário definir em que intervalos de tempo estes iam funcionar (figura 7.8).

```

for($i=0; $i<97; $i++)
{
    $time[$i] += ($total[1]/$row)*0.25; 1
    $time[$i] += ($total[2]/$row)*0.25;
    if(($i >= 44 && $i <= 47) || ($i >= 78 && $i <= 80))
        $time[$i] += ($total[3]/$row)*0.25;
    if(($i >= 46 && $i <= 47) || ($i >= 80 && $i <= 81)) 2
        $time[$i] += ($total[4]/$row)*0.25;
    if(($i == 30) || ($i == 51) || ($i == 85))
        $time[$i] += ($total[5]/$row)*0.083;
    if(($i == 29) || ($i == 51) || ($i == 81))
        $time[$i] += ($total[6]/$row)*0.25;
    if(($i >= 44 && $i <= 46) || ($i >= 78 && $i <= 80))
        $time[$i] += ($total[7]/$row)*0.25;
    if(($i >= 86 && $i <= 88))
        $time[$i] += ($total[8]/$row)*0.25;
    if(($i >= 0 && $i <= 24))
        $time[$i] += ($total[9]/$row)*0.25;
    if(($i >= 78 && $i <= 86))
        $time[$i] += (($total[10]*15)/$row)*0.25;
    if(($i >= 84 && $i <= 91))
        $time[$i] += (($total[11]*15)/$row)*0.25;
    if(($i >= 27 && $i <= 28) || ($i >= 79 && $i <= 80)) 3
        $time[$i] += (($total[12]*15)/$row)*0.25;
    if(($i >= 26 && $i <= 26) || ($i >= 92 && $i <= 93))
        $time[$i] += (($total[13]*15)/$row)*0.25;
}
    
```

Figura 7.8: Esquema em código dos intervalos de tempo em que os equipamentos funcionam.

Para uma melhor compreensão:



- **Realizar o diagrama de cargas do consumo Real:** Depois de se efectuar o diagrama para o consumo ideal foi necessário simular o consumo da casa; para isto definiu-se os 96 intervalos de tempo com a potência média que em cada intervalo é usual utilizar [63], isto é para cada posição (de 1 a 96) definiu-se uma potência de utilização que é a soma de todas as potências utilizadas naquele intervalo (figura 7.9). No caso da figura 7.5 colocou-se a potência em zero a maior parte do tempo, para se obter o resultado “Mau”.

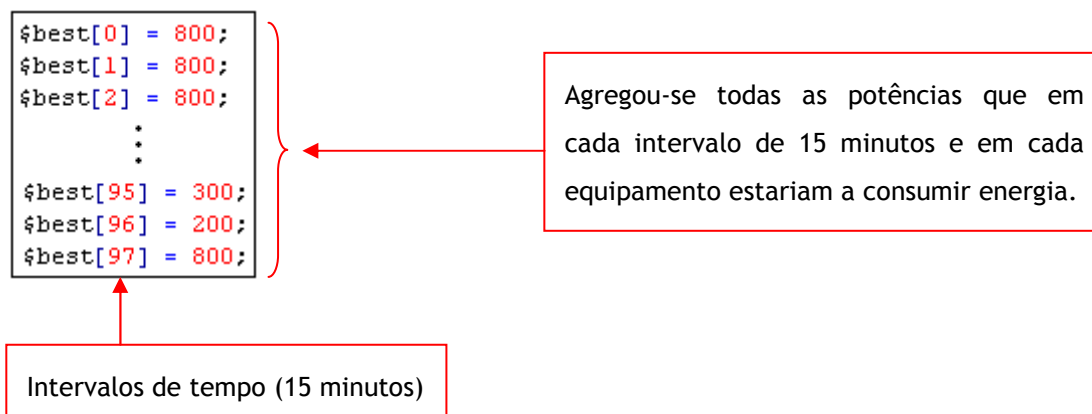


Figura 7.9: Realização do diagrama de cargas do Consumo Real.

- **Realizar o diagrama de cargas por sector (Cozinha / Aquecimento / Iluminação):** Para se fazer estes diagramas com os consumos desagregados, o princípio foi o mesmo desenvolvido para o diagrama óptimo, só que neste caso não se generalizou e só se contabilizou as potências para cada sector. A *string* que se enviou para o site só tinha então os elementos de cada sector (figura 7.10). Os elementos de cada sector foram compostos consoante a figura 7.11.

```

for($i=0; $i<96; $i++)
{
    $string .= number_format((( $cozinha[$i]*100)/$maxSect), 2).",";
}
$string .= number_format((( $cozinha[96]*100)/$maxSect), 2)."-|-1|";

for($i=0; $i<96; $i++)
{
    $string .= number_format((( $aquecimento[$i]*100)/$maxSect), 2).",";
}
$string .= number_format((( $aquecimento[96]*100)/$maxSect), 2)."-|-1|";

for($i=0; $i<96; $i++)
{
    $string .= number_format((( $iluminacao[$i]*100)/$maxSect), 2).",";
}
    
```

Figura 7.10: Diagrama de cargas por cada sector

```

for($i=0; $i<97; $i++)
{
    $cozinha[$i] += ($total[1]/$row)*0.25;
    $cozinha[$i] += ($total[2]/$row)*0.25;
    if(($i >= 44 && $i <= 47) || ($i >= 78 && $i <= 80))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[3]/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 46 && $i <= 49) || ($i >= 80 && $i <= 81))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[4]/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 80) || ($i >= 81) || ($i >= 88))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[5]/$row)*0.083;
    }
    if(($i >= 20) || ($i >= 51) || ($i >= 81))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[6]/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 44 && $i <= 46) || ($i >= 70 && $i <= 71))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[7]/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 88 && $i <= 89))
    {
        $cozinha[$i] += ($total[8]/$row)*0.25;
    }
}

for($i=0; $i<97; $i++)
{
    if(($i >= 0 && $i <= 34))
    {
        $aquecimento[$i] += ($total[9]/$row)*0.25;
    }
}

for($i=0; $i<97; $i++)
{
    if(($i >= 70 && $i <= 80))
    {
        $iluminacao[$i] += (($total[10]*15)/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 84 && $i <= 91))
    {
        $iluminacao[$i] += (($total[11]*15)/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 27 && $i <= 30) || ($i >= 78 && $i <= 80))
    {
        $iluminacao[$i] += (($total[12]*15)/$row)*0.25;
    }
    if(($i >= 26 && $i <= 26) || ($i >= 92 && $i <= 93))
    {
        $iluminacao[$i] += (($total[13]*15)/$row)*0.25;
    }
}

```

Cozinha

Aquecimento

Iluminação

Figura 7.11: Estrutura a nível de consumos por sector.

- **Elaboração da diferença entre o diagrama de cargas óptimo e real:** A linha de diferença que existe entre os diagramas de carga real e óptimo é o resultado da subtracção de um diagrama pelo outro. Estes valores são incrementados de 15 em 15 minutos. (figura 7.12).

```

for($i=0; $i<96; $i++)
{
    $totalDif += ($time[$i] - $best[$i]);
    $string .= number_format(((($time[$i] - $best[$i])*100)/$max), 2).",";
}

```

Linha de Diferença

Diagrama de cargas óptimo

Diagrama de cargas real

Figura 7.12: Fórmula para a realização da linha da diferença.

- **Elaboração do resultado sobre os consumos do cliente:** Esta fase é a mais importante para apoiar o consumidor, devido ao carácter explicativo fornecido pelo programa. Ou seja consoante os consumos do cliente, o FunEnergy emite uma mensagem (Ótimo, Muito Bom, Bom e Mau).

A mensagem emitida é baseada na linha de carga da diferença (figura 7.14). O processo baseia-se na soma das potências que estão na linha de cargas de diferença. Para se saber se o cliente é realmente eficiente, efectua-se com essa soma a comparação entre valores base. O método utilizado para se afirmar quando é que o cliente podia melhorar tem como base os próximos valores [63]:

Tabela 7.1: Valores de Consumo de uma Família tipo vs Família Ecológica.

Equipamentos	Consumo Energético			
	Família “standard”		Família ecológica	
	KWh (por ano)	KWh (por dia)	KWh (por ano)	KWh (por dia)
Frigorífico	380	1,04109589	140	0,383561644
Congelador	625	1,712328767	225	0,616438356
Máquina de lavar louça	396	1,084931507	264	0,723287671
Máquina de lavar roupa	240	0,657534247	180	0,493150685
Forno eléctrico	306	0,838356164	250	0,684931507
Computador	200	0,547945205	95	0,260273973
Audiovisual	335	0,917808219	220	0,602739726
Iluminação	500	1,369863014	160	0,438356164
Total	2.982	8,169863014	1.534	4,202739726

Considerando numa média os meses do ano com 30 dias, foi possível calcular a diferença de consumo (por dia) entre uma família com consumos eficientes e uma com consumos típicos (A ADENE só fornecia dados anuais). A diferença entre estes dois tipos de consumos ($8,169863014 - 4,202739726 \cong 4$ KWh) ronda os 4 KWh, logo sempre que o diagrama de cargas da diferença tiver um somatório de energia consumida superior a 4 kWh, o programa responde que o cliente não está a ser eficiente.

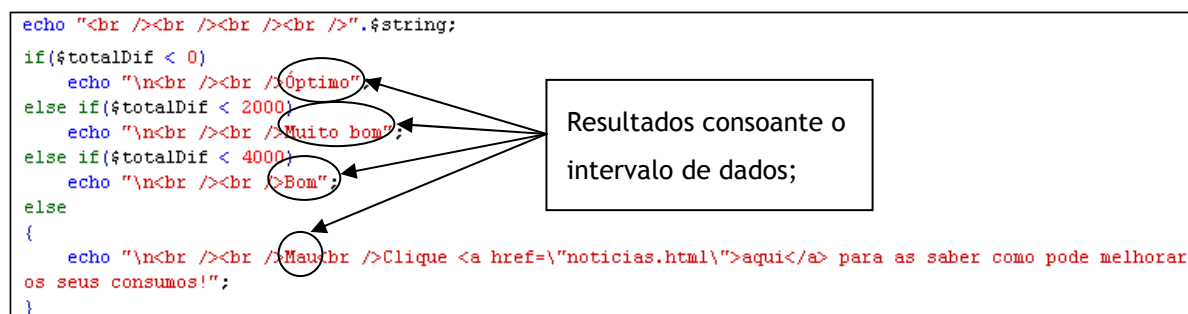


Figura 7.13: Resultados fornecidos pelo Programa FunEnergy ao cliente.

Para finalizar, os gráficos que continham os diagramas de carga foram realizados utilizando uma aplicação da *Google® - Google Chart Tools*. O gráfico “Variação num dia” reflecte então o consumo real, óptimo e a diferença destes. O diagrama “Variação por sector” retrata os consumos inerentes ao sector da cozinha, ao aquecimento e ao sistema de iluminação.

Capítulo 8

Conclusões e Projectos Futuros

8.1 - Conclusões

O trabalho foi elaborado com a finalidade de caracterizar e de dar a conhecer os sistemas de telecontagem e tudo aquilo que é inerente a eles. Focalizou-se o trabalho na medição inteligente de energia na gama da Baixa Tensão devido à fraca inserção de sistemas deste género no panorama nacional e internacional.

Conclui-se que em patamares de tensão superiores (AT/MT/BTE), a telecontagem está implementada num âmbito generalizado, o que contribui em grande parte para se perceber que o próximo passo a ser tomado é a colocação do sector doméstico em telecontagem. Este sector doméstico/residencial (BTN) representa grande parte dos clientes do Sistema eléctrico Nacional e urge a necessidade de se tomar atitudes para gerar a eficiência energética com base na racionalização no consumo de energia. Este universo de 6 milhões de clientes de Baixa Tensão vai possibilitar uma larga redução em gastos energéticos para o país e um acréscimo ambiental sustentado a nível económico e social.

Para que os sistemas de telecontagem sejam implementados a nível doméstico é necessária uma maturação das tecnologias utilizadas para fazer a cobertura da topologia da rede de distribuição. As opções tecnológicas utilizadas (consoante o tipo de rede) apontam para as comunicações GSM/GPRS e PLC com concentradores (GSM). Este tipo de tecnologias já são implementadas em alguns locais e permite-me dizer que, nos dias de hoje, já se consegue obter através delas um alto nível de rendimento para as necessidades energéticas requeridas (sistemas telecontagem). A utilização dos concentradores locais, que realizam a comunicação entre contador e sistema (via PLC ou GSM) é aquela que para uma escala tão alargada de clientes (aproximadamente 6 milhões) deve ser utilizada, isto porque para além de permitir a utilização da rede actual, é fiável e tem um carácter modular, o que possibilita no futuro a inserção de novos e mais recentes meios. A rede eléctrica é o elemento

nevrálgico para que se construa uma estratégia ganhadora na implementação de contadores inteligentes.

Analisando os custos e benefícios que esta nova temática da medição inteligente podia criar para Portugal decidiu-se avançar com projectos-piloto e principalmente com mais realce para o Projecto InovGrid.

A sinergia entre a actual rede de distribuição de energia com o meio tecnológico e de comunicação começa a gerar uma nova “super-infraestrutura” que contribui para a implementação de redes cada vez mais inteligentes. O Projecto InovGrid assenta na junção entre o hardware de comunicação e os mecanismos recentes de “*smart metering*” que vão permitir uma gestão de energia eficiente, tanto ao nível da habitação (associando também a microprodução) como ao nível de gestão fiável da rede eléctrica.

A plataforma InovGrid é um meio fulcral para atingir os objectivos portugueses relacionados com o sector energético. Isto é, possibilita a existência de um processo centrado no consumidor/produtor energético, em que o próprio garante a qualidade do seu consumo, criando eficiência energética. Esta dinâmica garante a sustentabilidade energética e garante vantagens para todos os intervenientes - utilities, consumidores, produtores e sociedade.

Com o intuito de apoiar este processo de gestão de energia por parte do consumidor surge o programa FunEnergy. Com este conceito será possível tornar este processo de gestão mais interactivo e de fácil interpretação. Na medida em que o consumidor vai tomar conhecimento de todos os consumos que estão patentes à sua habitação, o que lhe vai permitir perceber melhor o seu perfil energético. Havendo uma melhor percepção e descobrindo aonde estão os focos em que se comete erros energéticos, o próprio consumidor será capaz de discernir tomando ele próprio a decisão de quais os melhores métodos para combater as suas falhas no consumo de energia.

O sector doméstico caracteriza uma elevada fatia do consumo eléctrico português como mencionado, com a agravante de existir uma tendência para o crescimento do consumo neste sector, conseqüente do maior poder de compra para se obter um melhor conforto por parte dos equipamentos adquiridos. Os consumidores usualmente não verificam que géneros de equipamentos comprem (classe de eficiência) o que faz com que o programa FunEnergy dê uma grande ajuda, na medida em que consegue explicar o que é que os equipamentos de cada sector estão a consumir. Com isto o cliente poderá reduzir os seus consumos.

O consumo habitacional de uma família que opta por adquirir melhores equipamentos fazendo uma gestão mais cuidada de energia pode gastar até menos 49% em electricidade que uma família suposta “normal”. A redução do consumo produz uma poupança ao ano superior a 125€.

O objectivo que deveria ser feito aquando da inserção massiva da telecontagem em Portugal era exigir um esforço conjunto para que cada cliente em sua casa gere o mínimo de desperdício possível para que haja uma redução global do consumo de energia eléctrica no

país. Com uma gestão cuidada da energia (através de telecontagem) poder-se-ia reduzir 13% do consumo total de electricidade, no sector residencial.

Como repto final salienta-se que se houver um plano conjunto para se abordar a telecontagem a nível internacional, esta tecnologia evoluía muito mais rapidamente, o que era bastante positivo devido ao carácter prático e não muito exigente da medição inteligente. Com isto dizer que muito há para evoluir neste segmento tecnológico. Em seguida retratam-se alguns projectos futuros e ideias inovadoras que podem complementar as já existentes.

8.2 - Projectos Futuros

Projecto InovGrid

Antes de se explicitar projectos que possam complementar a telecontagem convém definir os próximos passos do Projecto InovGrid.

- É necessário garantir o alinhamento do projecto InovGrid com as tendências de standardização a nível Internacional;
- Avaliar a parte técnica da instalação da InovCity;
- Avaliar o grau de maturidade das tecnologias envolvidas, em especial na vertente comunicações;
- Garantir a inclusão de diferentes sistemas fiáveis para realizar comunicações bidireccionais;
- Garantir o apoio à microprodução;

Projecto FunEnergy

Em relação ao projecto FunEnergy várias alterações têm que ser levadas a cabo:

- Será necessário cessar o uso de simulação de cargas e deve começar-se a utilizar um contador inteligente para realizar a medição de energia.
- O contador pode ser o SL7000 SMART da ACTARIS isto porque este tem quatro entradas auxiliares (figura 8.1), o que permite para além de fazer a medição normal desagregar os consumos e tomar consciência do que realmente se está a consumir em quatro sectores da habitação.

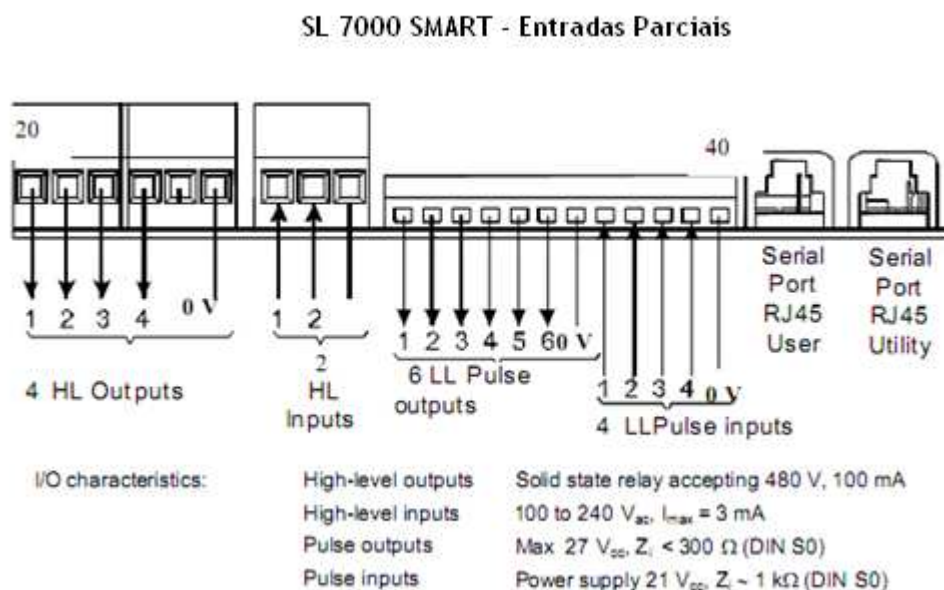


Figura 8.1: Entradas Parciais do Contador SL7000 SMART [41].

- As quatro entradas parciais que existem no SL7000 SMART vão ser conectadas directamente ao quadro de entrada da residência e a partir daí faz-se a ligação com os barramentos que estão associados com o sector que se quer medir.
- Com a utilização directa de um contador inteligente vai ser possível para o FunEnergy fornecer todos os dados, coerentemente, para um dia de consumos reais.
- A utilização de contadores inteligentes em massa é uma realidade que cada vez está mais perto em Portugal e todo o consumidor que optar por um contador com entradas parciais (como o SL 7000 SMART) poderá dar uso ao programa sem ter um custo suplementar estando assim a possibilitar o alcance da eficiência energética.

Medição de Energia por Bluetooth

Esta é uma tecnologia desenvolvida para criar um novo interface entre o contador e o sistema central. Esta comunicação entre os dois é realizada através de Bluetooth. O esquema utilizado para este sistema segue a figura 8.2 e contém três fases distintas. Numa primeira fase existe a conexão entre o computador (sistema) e o módulo de bluetooth (rádio). Em seguida haverá um interface entre esse módulo e um micro-controlador. Por fim é interligado o micro-controlador ao contador de energia. A comunicação é realizada com o protocolo RS232.

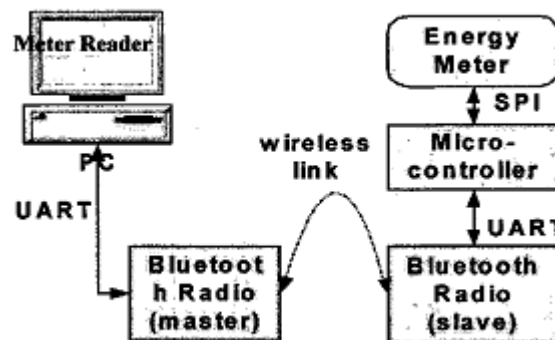


Figura 8.2: Interface necessário para que haja Medição de Energia sem fios [65].

Desenvolveram-se duas técnicas para poupar o uso do homem nesta sequência de medição:

- AMR (desenvolve-se com enunciado anteriormente) com comunicação baseada em bluetooth;
- APM (*Automatic Polling Mechanism*), nesta tecnologia utiliza-se a técnica do mestre-escravo. Em que o “mestre” vai captar todas as informações de medida por Bluetooth (“escravos”) para saber os consumos residenciais. Em seguida faz-se a gravação de dados de todas as residências existentes no sistema.

A vantagem desta nova tecnologia é que será possível inserir a medição de energia em sectores comerciais onde não é muito usual isso existir. Será possível fazer as seguintes aplicações comerciais:

- PDA - Será possível, em vez de se utilizar um computador para se ver os consumos energéticos, utilizar-se um PDA. O que trará mais facilidade para se adaptar esta temática na vida urbana na medida em que cada pessoa consegue ter acesso muito mais facilmente ao consumo da sua habitação ou da sua empresa.
- Processar dados através de uma linha telefónica fixa -

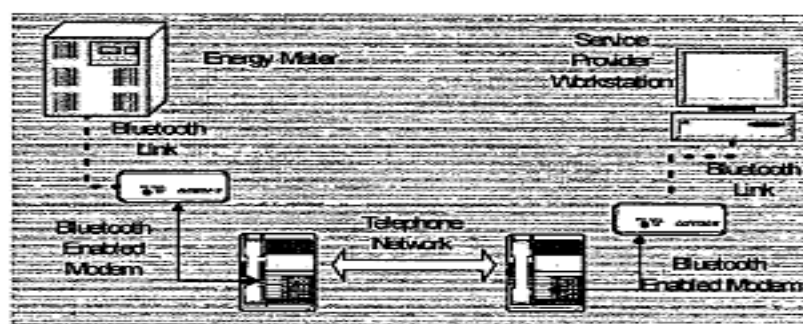


Figura 8.3: Processo de comunicação de dados através de linhas fixas de telefone [65].

Será possível enviar os consumos energéticos para a rede de linha fixa de telefone, porque estará acoplado ao medidor de energia um modem para fazer a ligação entre o sistema bluetooth e a rede de telefone como se pode verificar na figura 8.3.

- Utilizar apoio à tecnologia GSM - Para um sistema mais complexo de edifícios ou comercial poder-se-á utilizar bluetooth para simplificar o acesso a cada contador. Todos os sinais seguem para uma central GSM, sendo esta a única concentradora de dados.

Com o uso desta nova tecnologia pode-se efectuar um ligeiro avanço para se captar novos mercados e dar-se início à grande massificação da contagem inteligente de energia.

Tomadas contadoras de energia

Não directamente ligada com a temática da contagem de energia surgiu nos últimos tempos as tomadas que contam energia. Com estas tomadas é possível medir o consumo de energia num ponto da habitação e ainda determinar o custo inerente ao uso daquela tomada [66].



Aplicação	Temporização
Funções	Contador de Energia
Alimentação	230V
Outras Características.	• Tensão: 190 250VAC ($\pm 3\%$) • Corrente: 0.02 16A • Precisão: $\pm 3\%$ (@ carga resistiva) • Potência máx.: 3600W / 16A • Frequência: 45 65Hz • Potência: 0 9999.9 kWh • Visualização: 0 999.9kWh • Memorização: 9999h • Consumo @ 220V: < 2W

Figura 8.4:Tomada Inteligente [66].

Com o livre acesso a este tipo de tomadas será possível tornar os hábitos dos consumidores mais ecológicos. Na medida em que o consumidor pode ter a noção real do que se está a passar no que concerne aos consumos energéticos em sua casa. Podendo colocar a tomada inteligente em qualquer sector/local.

Este género de tomadas permitem realizar várias vontades, desde desligar a tomada aquando de consumos “stand-by” até fornecer o custo que aquele ponto está a consumir (podendo programar para diferentes tarifas), entre outros.

Esta é uma tecnologia que não é cara e que favorece a racionalização de energia.

Referências

- [1] Física, N. *Energia Eléctrica e Sociedade*. 2010 [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.novafisica.net/conteudo/cont-3-geracao1.htm>.
- [2] DGEG. *Panorama da Energia*. 2010 [cited 2010 Abril]; "Breve descrição do panorama energético nacional". Available from: www.dgeg.pt.
- [3] EDP, *EDP Distribuição em números*. 2007. http://www.edpdistribuicao.pt/pt/edpdistribuicao/indicadoresGestao/List%20EDP%20Distribuio%20em%20Nmeros/distribuicao_numeros_2007.pdf
- [4] DGEG. *Caracterização Energética Nacional*. [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.dgge.pt/>
- [5] Castro, R.M., *Breve caracterização do sistema eléctrico nacional*. 2009, Instituto Superior Técnico. p. 4.
- [6] ERSE. *Actividades do sector* [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/actividadesdosector/Paginas/default.aspx>.
- [7] REN. *Cadeia de Valor*. [cited 2010 Maio]; Breve descrição do SEN com o apoio de tabela]. Available from: http://www.ren.pt/vPT/Electricidade/CadeiadeValor/Pages/electricidade_cadeia-valor.aspx.
- [8] Tomé Saraiva, J.Pereira da Silva, M.Ponces Leão, *Mercados de Electricidade - Regulação e Tarificação de uso das redes*. 2002: FEUPedições.
- [9] Instituto Superior Técnico, *Tarifário de venda de energia eléctrica a Clientes Finais*. 2007.
- [10] EDP Distribuição. *Quem Somos?* [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.edp.pt/pt/aedp/unidadesdenegocio/distribuicaodeelectricidade/Pages/Distribui%C3%A7%C3%A3oPT.aspx>.
- [11] A.E.Moore, "The History and developmente of the integrating electicity meter". (A história e os primórdios da medição de energia eléctrica): p. 851 - 859.
- [12] Guedes, M.V., *O Contador Edison*. Electricidade, Setembro.
- [13] Costa, V., *Contagens de Energia Eléctrica*. 2007, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto: Porto.
- [14] JANZ. 2010 [cited 2010 Abril]; A história dos primeiros contadores electromecânicos em Portugal]. Available from: <http://www.ce.janz.pt/index.php?section=32>.
- [15] Electricidade, M.d. *História do Contador* [cited 2010 Abril]; Available from: http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Contador_de_electricidade
- [16] Sakuraba; M.A. Hotta and N. Miedzinski, *Medidores de Energia*, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (trabalho de aula)
- [17] Contador, L.d. *Leitura de Contadores*. 2010 [cited 2010 Maio]; Breve descrição de alguns contadores de diferentes marcas]. Available from: <http://leituradocontador.blogspot.com/>.
- [18] Torrão P.A., *Análise da problemática da Telecontagem na média e Baixa Tensão com simulação demonstrativa do seu potencial*. 2008, Porto:Tese de Mestrado, Porto.

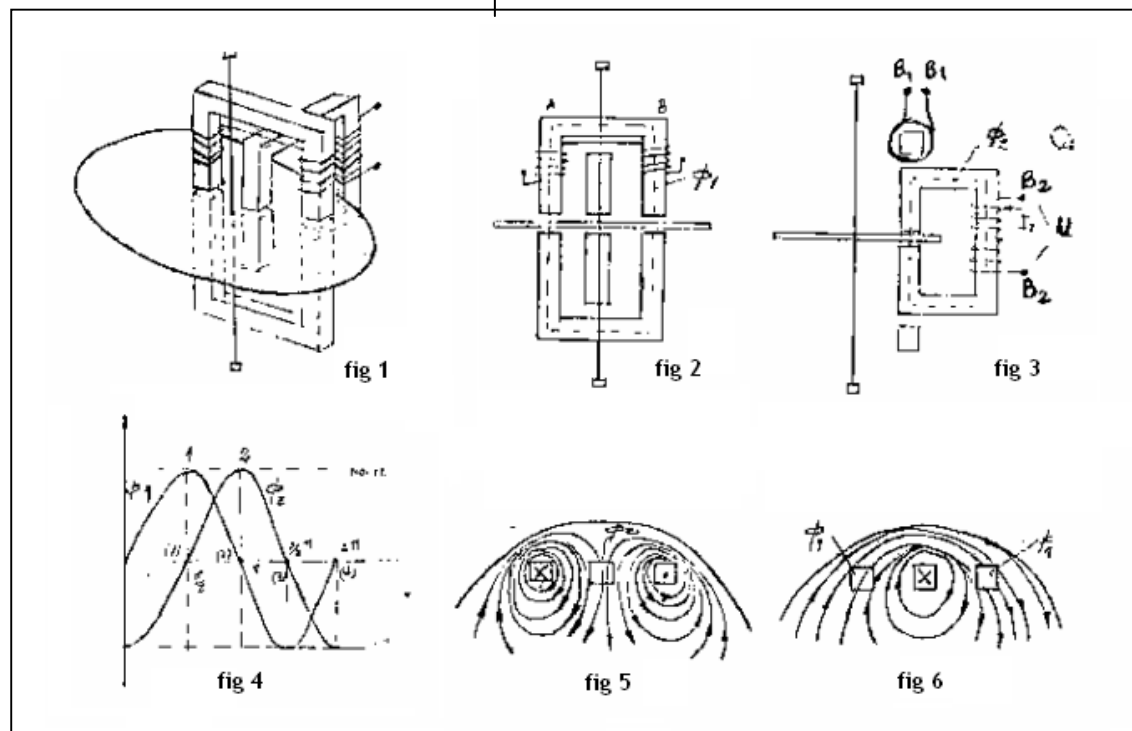
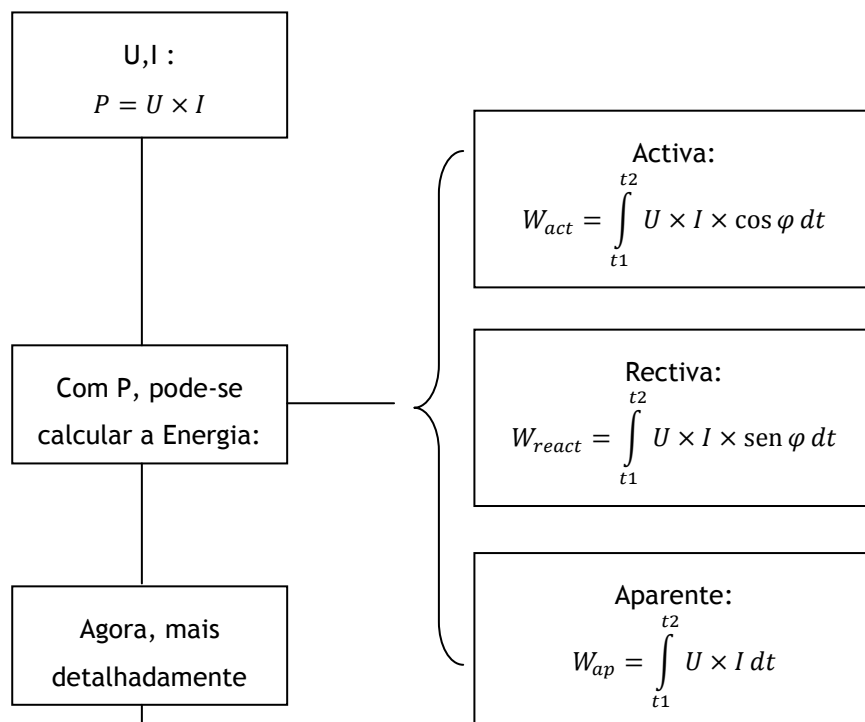
- [19] Lucínio Araújo, *Contagem de Energia Eléctrica*. Apresentação de Power Point.
- [20] ERSE, "Funcionalidades Mínimas e Plano de Substituição dos Contadores de Energia Eléctrica Proposta ao Governo Português." Available from: www.erse.pt
- [21] Álvaro Gomes, *Tecnologias de Medida* (paper). 2005.
- [22] ERSE, *Guia de Telecontagem*. 2003. Available from : www.erse.pt
- [23] Vasconcelos J., *Survey of Regulatory and Technological Developments Concerning Smart Metering in the European Union Energy Market*. 2008.
- [24] ESMIG, *Smart Metering for Europe*. 2009.(report)
- [25] Pimenta Bruno.M.G., *Sistemas Inteligentes em Telecontagem*, in *Engenharia Electrotécnica e de Computadores*. 2001, Instituto Superior Técnico.
- [26] Dias Tiago , *Análise de Consumos numa cooperativa de distribuição*, in *Faculdade de Engenharia*. 2008, Universidade do Porto: Tese de Mestrado, Porto.
- [27] EDP. *Organização do Mercado*. Available from: <http://www.edpsu.pt/pt/CUR/Pages/compraDeEnergia.aspx>.
- [28] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, *DIRECTIVA 2004/22/CE - relativa aos instrumentos de medição*. 2004.
- [29] Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, *DIRECTIVA 2005/89/CE - medidas para salvaguardar a segurança do fornecimento eléctrico e as infraestruturas de investimento*.
- [30] Governo Português e Espanhol, *Plano de Compatibilização entre Portugal e Espanha no sector energético*. 2007.
- [31] AmbienteOnline. *Descrição da motivação do PRC*. [cited 2010 Maio]; Available from: www.ambienteonline.pt.
- [32] ADENE, PNAEE, *Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética – Portugal Eficiência 2015*. 2008.
- [33] Roberto P., *Por uma energia inteligente*, in *O cidadão no centro da política energética*, DGEG e Ministério da Economia e da Inovação, Editor. 2007: Santa Maria da Feira.
- [34] Monteiro, C., *DSM e Telecontagem*. p. 2.
- [35] Monterio, C., *DSM e Telecontagem*. p. 3.
- [36] Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma , and R. Wilhite, *Smart Metering*. 2006.
- [37] Wikipédia. *GSM*. [cited 2010 Maio]; Enciclopédia web que descreve o termo de forma simples e concisa.].
- [38] GSM World. *GSM*. [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.gsmworld.com/technology/gsm/index.htm>.
- [39] GSM World. *GPRS*. 2010 [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.gsmworld.com/technology/gprs.htm>.
- [40] ACTARIS, *SL7000 SMART, Contador-registador multifunção*.
- [41] ACTARIS, *SL7000 SMART STATIC METER IEC3 CASE VERSION -user guide*.
- [42] Capgemini, *Smart Metering: The holy grail of demand- side energy management?* p. 2.
- [43] EnergyWatch. *Get Smart:Bringing meters into the 21st Century*. 2005 [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.founter.com/uploads/pdfs/Get%20Smart%20%28UK%29.pdf>.
- [44] McCracken, R., *Smart Meters: Gizmo or Revolution?*, in *Energy Economist*. 2008.
- [45] AmbienteOnline. *Sonae Sierra aposta na eficiência energética dos seus centros comerciais*. [cited 2010 Maio]; Breve descrição de como se tenta alcançar a eficiência energética nos centros comerciais do grupo sonae]. Available from: <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=5658>.
- [46] Eduardo Silva; Filipe Sobrinho and José Aquino; *RS485*, Universidade de Brasília Instituto de Ciências Exatas (apresentação)
- [47] Gomes F.M. and A.M. Carrapatoso, *Projecto InovGrid - A evolução da rede de distribuição como resposta aos novos desafios do sector eléctrico*, EFACEC.
- [48] EDP Distribuição, *InovGrid*. [cited 2010 Maio]; Breve descrição do projecto InovGrid]. Available from: <http://www.edpdistribuicao.pt/pt/rede/InovGrid/Pages/InovGrid.aspx>.
- [49] Light, *Projecto InovGrid*, in *SIMPASE -Simpósio de Automação de Sistemas Eléctricos*.

- [50] EDP. *EDP lança conceito InovCity em Évora*. 2010 [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.edp.pt/pt/media/noticias/2010/Pages/EDPlancaconceitoinovCityemEvora.aspx>.
- [51] Rogai, S; *TELEGESTORE PROJECT Progress & Results*. 2007, ENEL Distribuzione S.p.A.: Pisa.
- [52] ESMA. *Smart Metering*. [cited 2010 Maio]; Breve descrição das instalação de contadores inteligentes espalhadas pelo globo;]. Available from: <http://www.esma-home.eu/smartMetering/caseStudies.asp>.
- [53] Wikipédia. *Ontário*. [cited 2010 Maio]; Descrição da província de Ontário no Canadá]. Available from: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ont%C3%A1rio>.
- [54] OFGEM, *Domestic Metering Innovation*. 2006.
- [55] OEB, *Smart Meter Implementation Plan* 2005.
- [56] OEB. *Smart Meters and Time-of-Use (TOU) Prices*. [cited 2010 Maio]; Available from: <http://www.oeb.gov.on.ca/OEB/Consumers/Electricity/Smart+Meters>.
- [57] Littlechild, S., *Competition and Contracts in the Nordic Electricity Markets* 2005 p. 4.
- [58] NRC. *Smart energy meter will not be compulsory*. 2009 [cited 2010 Maio]; [Descrição da não obrigatoriedade de adesão à telecontagem]. Available from: http://www.nrc.nl/international/article2207260.ece/Smart_energy_meter_will_not_be_compulsory.
- [59] Wikipédia. *Smart Meter*. [cited 2010 Maio]; [Breve descrição da medição inteligente a nível do que já existe implementado]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter.
- [60] Falco R., *Smart Grid - Tendências e aplicações na Europa*. 2007, LOGICA.
- [61] J.A. Peças Lope; António Messias and Rui Gonçalves, *Redes de energia inteligentes como contributo da engenharia portuguesa para o desenvolvimento sustentável*.
- [62] OFGEM, *EDRP- Energy Demand Research Project Review of progress for the period March 2009 - September 2009*.
- [63] MinEconomia, *Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial*. Abril 2004: Lisboa.
- [64] Serra, E. and C. Sousa, *Como reduzir o consumo de energia numa habitação - Projecto Eco Home*. 2007, AGENEAL, Agência Municipal de Energia de Almada.
- [65] B. S. Koay, *Design and Implementation of Bluetooth Energy Meter*, Dezembro 2003, Nanyang Technological University: Singapore.
- [66] NIPOSOM. *KNETBSEM - Contador de Energia*. 2010 [cited 2010 Junho]; Descrição de tomadas inteligentes]. Available from: http://www.niposom.pt/index.php?page=shop.product_details&product_id=4244&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=64&vmcchk=1&Itemid=64.

Anexo I

**Fenómenos Electromagnéticos
associados aos contadores
electromagnéticos**

Uma das aplicações dos equipamentos de indução é poderem ser utilizados como contadores de energia. Neste anexo explica-se o fenómeno da contagem (integração) de energia através de um fluxograma.

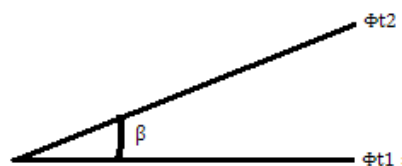


- Os instrumentos de indução (fig 1,2,3) possuem electroímãs excitados com correntes alternadas;
- No Entreferro gira um disco de alumínio;
- Cada electroíman produz um fluxo instantâneo:

$$\Phi_{t1} \text{ e } \Phi_{t2}$$

$$\Phi_{t1} = \Phi_1 \sin \omega t$$

$$\Phi_{t2} = \Phi \sin(\omega t + \beta)$$



Através da Lei de Faraday

$$e_{d1} = -N1 \frac{d\Phi_{t1}}{dt}$$

$$e_{d2} = -N2 \frac{d\Phi_{t2}}{dt}$$

Como o disco de alumínio é fechado aparecem correntes induzidas (i_1 e i_2 - correntes de Foucault) - fig 5 e 6

Φ_{t1} e i_1 estão esfasados de 90°

Com a Lei de Biot-Savart:

$F = l(i \wedge B)$,
valor da força
aplicada no disco

$$Mm = K9 \times f \times \Phi t1 \times \Phi t2 \times \sin \beta ,$$

$$\gamma_{disco} = K \times Mm$$

$$\gamma_{disco} = K \times P_{act}$$

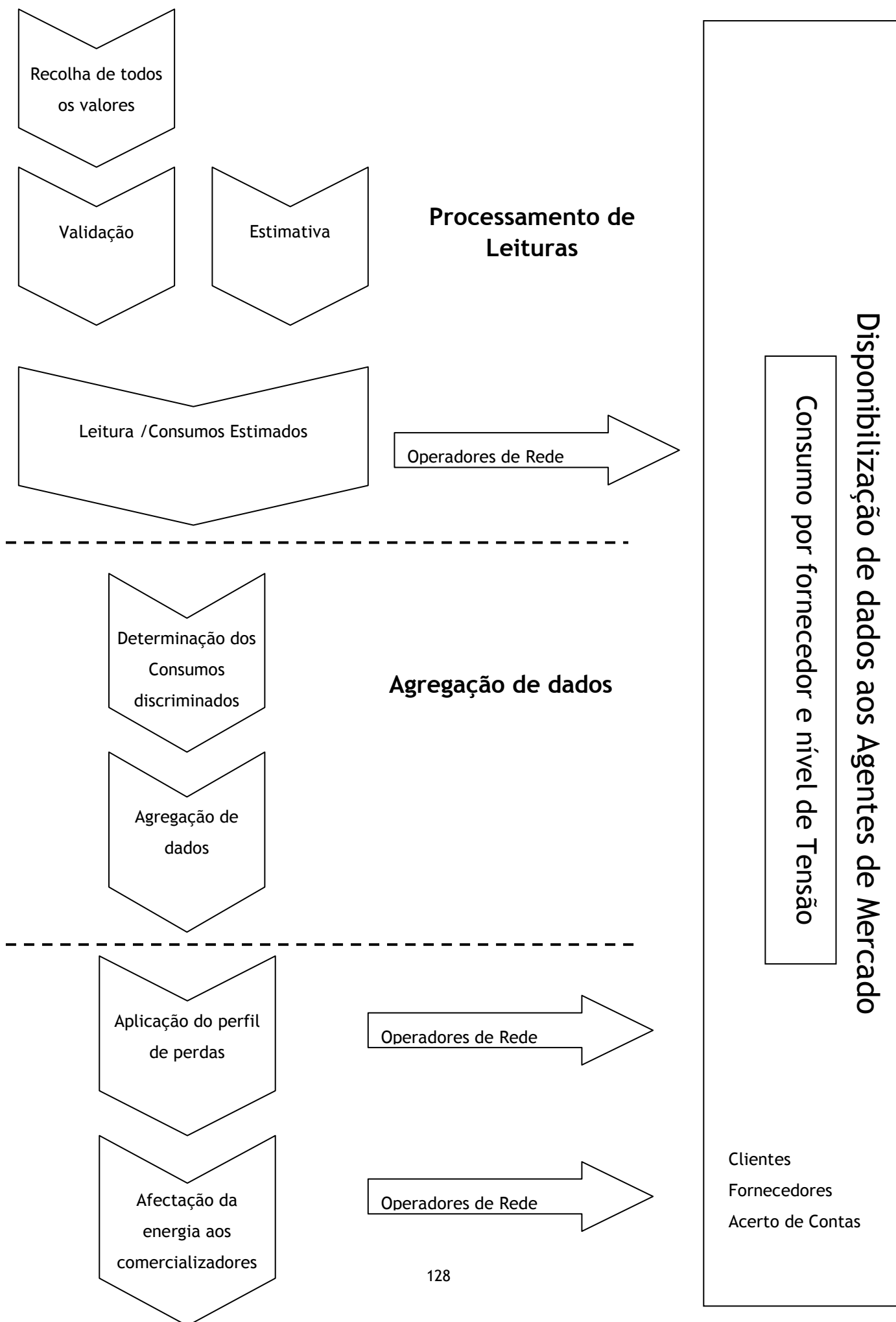
A expressão anterior que se o contador está ligado a um consumo activo constante o disco de alumínio vai ter uma aceleração angular constante logo a velocidade do disco cresce infinitamente devido a essa aceleração. Conclui-se que o consumo que ia resultar seria irreal, como tal substitui-se a expressão anterior pela seguinte:

$$w_{disco} = K \times P_{act}$$

Nesta expressão insere-se um íman para funcionar como travão e assim já se tem para uma dada potência instantânea a velocidade correspondente no disco (Amortecimento). Logo a contagem da quantidade de energia gasta numa transacção.

Anexo II

Organização do Sistema de Contagem



Anexo III

**Considerações levadas a cabo pela
directiva 2004/22/CE**

Mais detalhadamente os requisitos específicos para os contadores de energia eléctrica enunciados anteriormente têm os seguintes parâmetros:

Condições nominais de funcionamento:

O contador de energia deve cumprir as próximas condições:

Tabela III.1: Condições prioritárias para os Contadores

	Classe A	Classe B	Classe C
Para Contadores ligados directamente			
I _{st}	$\leq 0,05 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,04 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,04 \cdot I_{tr}$
I _{min}	$\leq 0,5 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,5 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,3 \cdot I_{tr}$
I _{max}	$\geq 50 \cdot I_{tr}$	$\geq 50 \cdot I_{tr}$	$\geq 50 \cdot I_{tr}$
Para Contadores com Transformador			
I _{st}	$\leq 0,06 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,04 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,02 \cdot I_{tr}$
I _{min}	$\leq 0,4 \cdot I_{tr}$	$\leq 0,2 \cdot I_{tr}^{(1)}$	$\leq 0,2 \cdot I_{tr}$
I _n	$= 20 \cdot I_{tr}$	$= 20 \cdot I_{tr}$	$= 20 \cdot I_{tr}$
I _{max}	$\geq 1,2 \cdot I_n$	$\geq 1,2 \cdot I_{tr}$	$\geq 1,2 \cdot I_{tr}$

(1) Para os contadores electromecânicos de classe B aplica-se a condição $I_{min} \leq 0,4 \cdot I_{tr}$

A tensão e a frequência devem respeitar:

$$0,9 \cdot U_n \leq U \leq 1,1 \cdot U_n;$$

$$0,98 \cdot f_n \leq f \leq 1,02 \cdot f_n;$$

Erros de Medição

Os erros de medição não devem ultrapassar o “EMA” da tabela seguinte:

EMA expresso em percentagem para condições nominais de funcionamento, níveis de carga de corrente definidos e a temperatura de funcionamento

	Temperaturas de funcionamento			Temperaturas de funcionamento			Temperaturas de funcionamento			Temperaturas de funcionamento		
	+ 5 °C ... + 30 °C			- 10 °C ... + 5 °C ou + 30 °C ... + 40 °C			- 25 °C ... - 10 °C ou + 40 °C ... + 55 °C			- 40 °C ... - 25 °C ou + 55 °C ... + 70 °C		
Classe do contador	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Contador monofásico; contador polifásico se funcionar com cargas equilibradas												
$I_{\min} \leq I < I_{tr}$	3,5	2	1	5	2,5	1,3	7	3,5	1,7	9	4	2
$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$	3,5	2	0,7	4,5	2,5	1	7	3,5	1,3	9	4	1,5
Contador polifásico se funcionar com carga monofásica												
$I_{tr} \leq I \leq I_{\max}$, ver excepção <i>infra</i>	4	2,5	1	5	3	1,3	7	4	1,7	9	4,5	2
Para contadores polifásicos electromecânicos, a gama de correntes para uma carga monofásica é limitada a $5I_{tr} < I < I_{\max}$												

Figura III.1: EMA expresso em percentagem para as condições nominais de funcionamento.

Efeito Admissível das Perturbações

O contador de electricidade deve permanecer num ambiente electromagnético E2 e acrescentando a isto convém seguir os próximos requisitos:

- Efeitos das perturbações de longa duração

Valores críticos de variação na presença de perturbações de longa duração

Perturbação	Valor crítico de variação em percentagem para contadores da classe		
	A	B	C
Sequência de fase inversa	1,5	1,5	0,3
Desequilíbrio de tensão (aplicável apenas a contadores polifásicos)	4	2	1
Harmónicas presentes nos circuitos de corrente ⁽¹⁾	1	0,8	0,5
CC e harmónicas no circuito de corrente ⁽¹⁾	6	3	1,5
Saltos de corrente transitórios	6	4	2
Campos magnéticos; Campo magnético HF (RF radiado); Perturbações conduzidas introduzidas por campos de frequências rádio; e imunidade a ondas oscilatórias	3	2	1

⁽¹⁾ No caso dos contadores de electricidade electromecânicos, não se definem valores críticos de variação para as harmónicas presentes nos circuitos de corrente e para CC e harmónicas no circuito de corrente.

Figura III.2: Valores Críticos aquando de perturbações de longa duração.

- Efeito admissível dos fenómenos electromagnéticos transitórios

O efeito de uma perturbação electromagnética num contador de energia eléctrica deve ser tal que durante e após a perturbação:

- o nenhum dos valores de saída destinados a medir a precisão do contador produza oscilações ou sinais correspondentes a uma energia superior ao valor crítico de variação

Se existir um lapso de tempo razoável após a perturbação, o contador deve:

- o Recuperar para um funcionamento dentro dos limites de EMA;
- o Possuir todas as funções de medição salvaguardadas;
- o Facultar a recuperação dos valores de medição presentes antes da perturbação;
- o Não precisar uma variação na energia registada superior ao valor crítico de variação.

Anexo IV

Componentes do Contador - Detalhes

MEMÓRIA:

Existem três tipos principais de memória que têm as suas vantagens e desvantagens. Estas estão enunciadas na próxima tabela:

Tabela IV.1: Vantagens e Desvantagens consoante o Tipo de Memória utilizada.

Tipo de Memória	Vantagens	Desvantagens
<u>Volátil Interna</u>	. Consome menos recursos do CPU . Rápida . Diminui o número de componentes . Pode reduzir o preço do contador e aumentar o tempo médio entre falhas (MTBF)	. Conservação dos dados depende do sistema de alimentação de recurso . Probabilidade elevada de perda de todos os dados em caso de falha de alimentação
<u>Não Volátil Interna</u>	. A memória interna do tipo Flash conserva os dados no caso de falha de alimentação externa . Rápida . Diminui o número de componentes . Pode reduzir o preço do contador e aumentar o tempo médio entre falhas (MTBF)	. A memória interna do tipo Flash limita significativamente a expansibilidade
<u>Não Volátil Externa</u>	. Permite ampliação de capacidade sem alteração da configuração do circuito impresso ou do firmware . Reduz o custo da expansibilidade . Capacidade de armazenamento independente da limitação do chip principal . Capacidade de retenção de informação muito elevada	. Aumenta o custo do contador ao adicionar três componentes, a memória e duas resistências de pull-up

DISPOSITIVO DE CORTE E REPOSIÇÃO DE TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO

As vantagens e desvantagens deste dispositivo estão patentes na próxima tabela:

Tabela IV.2: Vantagens e Desvantagens dos Dispositivos de corte e reposição de tensão de alimentação.

Tipo	Vantagens	Desvantagens
<u>Contador separado do disjuntor</u>	. Simplicidade na conjugação de rearme/desarme entre o modo manual e remoto . Facilidade de aplicação a quase todos os disjuntores do mercado	. Necessita de cablagens entre o contador e o disjuntor . Dificuldades e custos acrescidos em situações em que o contador está muito afastado do disjuntor . A existência de saída de relé aumenta o custo global do equipamento
<u>Contador com disjuntores incorporados ou acoplados</u>	. Possibilidade de realizar o corte e a reposição remota ou local . Permite regular a potência máxima disponível . Ausência de cablagem . Aplicável à maior parte das situações actuais sem necessidade de substituição de disjuntores	. Aumento do custo final do contador
<u>Contador com injeção de corrente no disjuntor diferencial</u>	. Solução mais económica . Simplicidade na conjugação de rearme/desarme entre o modo manual e o remoto . Ausência de cablagem	. Só funciona com disjuntores diferenciais . Necessita de cablagens

ALIMENTAÇÃO PRINCIPAL E ALIMENTAÇÃO DE RECURSO

As vantagens e desvantagens das soluções para a fonte de alimentação principal são:

Tabela IV.3: Vantagens e Desvantagens consoante a fonte de alimentação utilizada.

Tipo	Vantagens	Desvantagens
Condensador	. Consumo muito reduzido de energia activa e de energia reactiva . Aquecimento interno reduzido . Baixo volume ocupado e número baixo de componentes adjacentes	. Susceptível de avarias devido à exposição directa à tensão alternada da rede . A necessidade de conseguir uma capacidade elevada num espaço reduzido levanta problemas ao nível da rigidez dieléctrica
Fonte Comutada	. Quando o consumo interno é elevado, e.g. alimentação de drivers PLC, é recomendável a sua utilização apesar de uma maior complexidade	. Elevado número de componentes
Transformadores	. Solução tradicional de baixo nível tecnológico	. Peso e volume elevados sobretudo em contadores trifásicos . Solução pouco interessante quando comparada com o custo, peso e desempenho das outras opções

Anexo V

Telecontagem no Mundo - Esquema Síntese

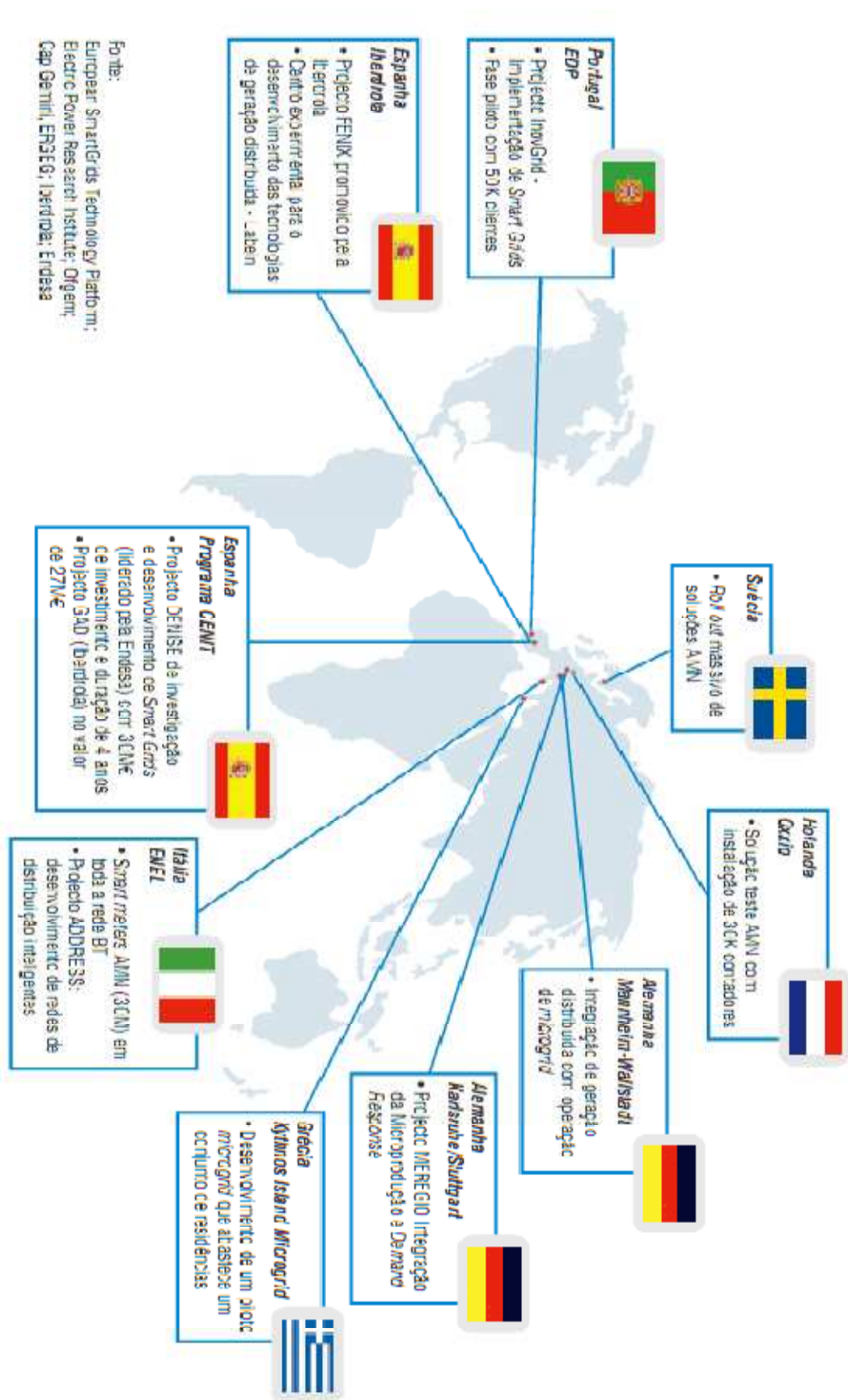


Figura V.1: Imagem resumo da inserção de projectos da telecontagem no Mundo [61]

Anexo VI

**Gráficos Explicativos do estudo
protagonizado pela -**

Experian Canvesse Opinion

Segue agora um conjunto de gráficos que suportam as escolhas para a inserção da contagem inteligente e de meios que a sustentam.

Um público Europeu preocupado e atento ao ambiente

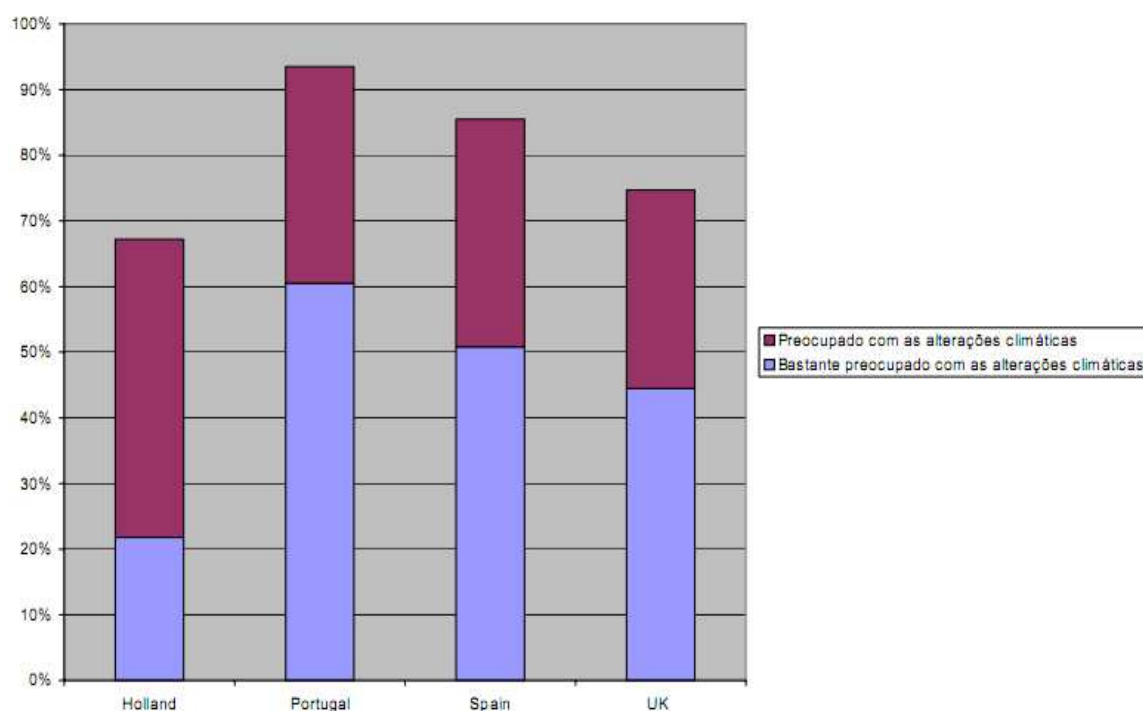


Figura VI.1: Gráfico ilustrativo da preocupação com as alterações climáticas [60].

Mudança de Comportamento Frente ao Aumento do Custo da Energia

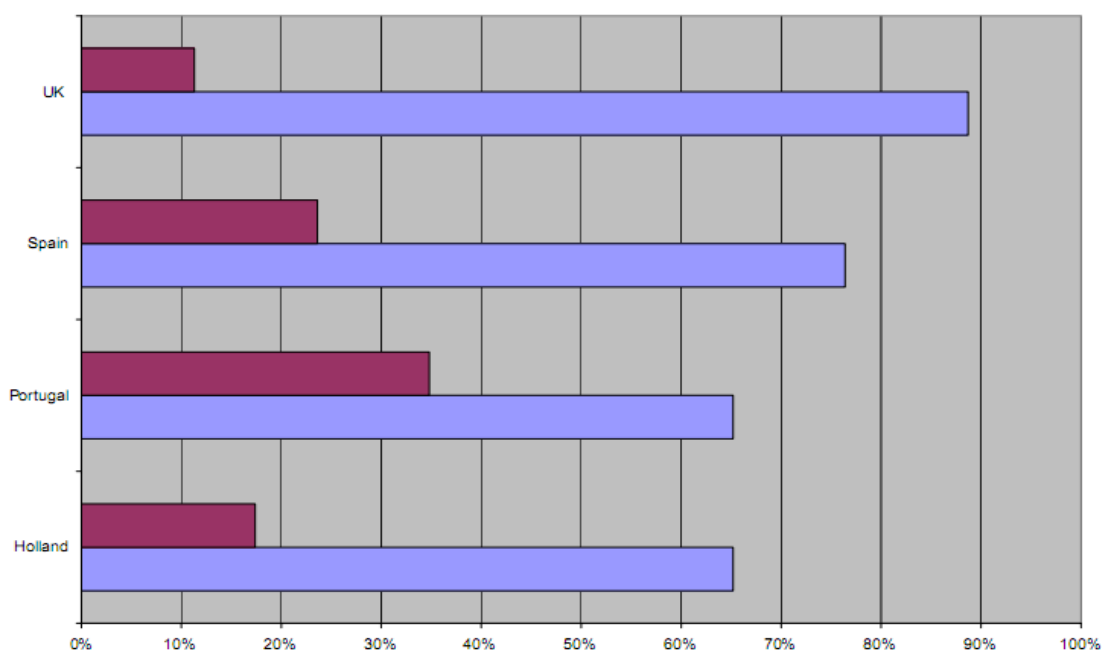


Figura VI.2: Gráfico ilustrativo do comportamento energético face a um possível aumento do custo de energia [60].

Mudança de Comportamento dado Aumento da Informação de Consumo

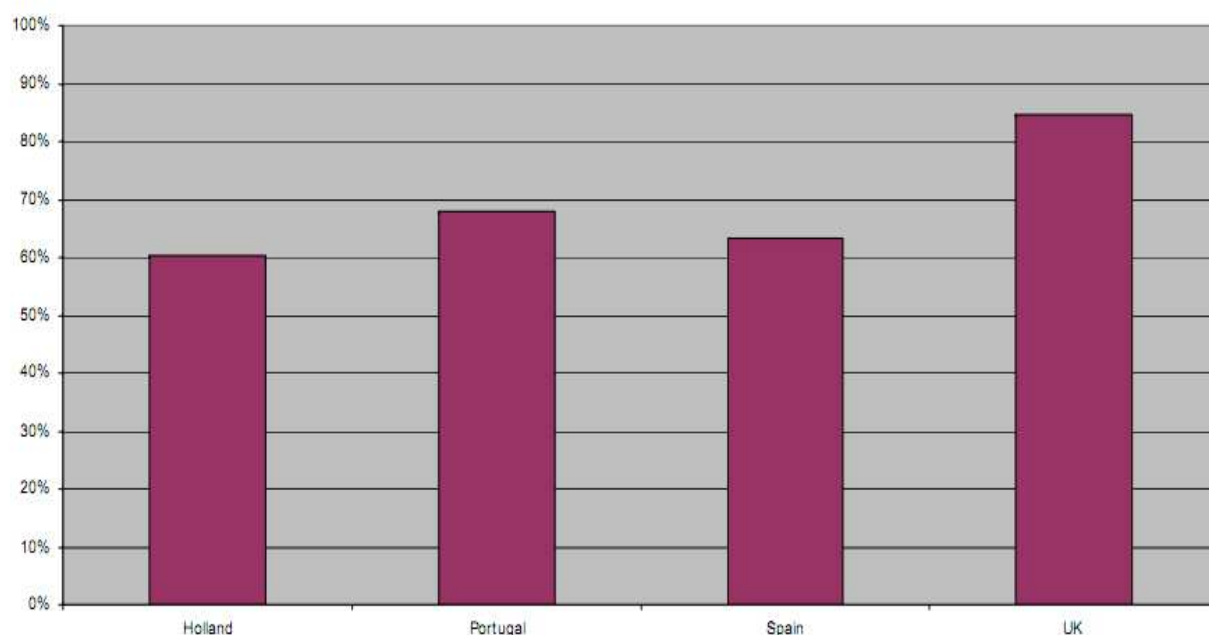


Figura VI.3: Gráfico ilustrativo da mudança de comportamento caso haja acesso a mais informação [60].

Poupança Esperada pelo Uso Eficiente

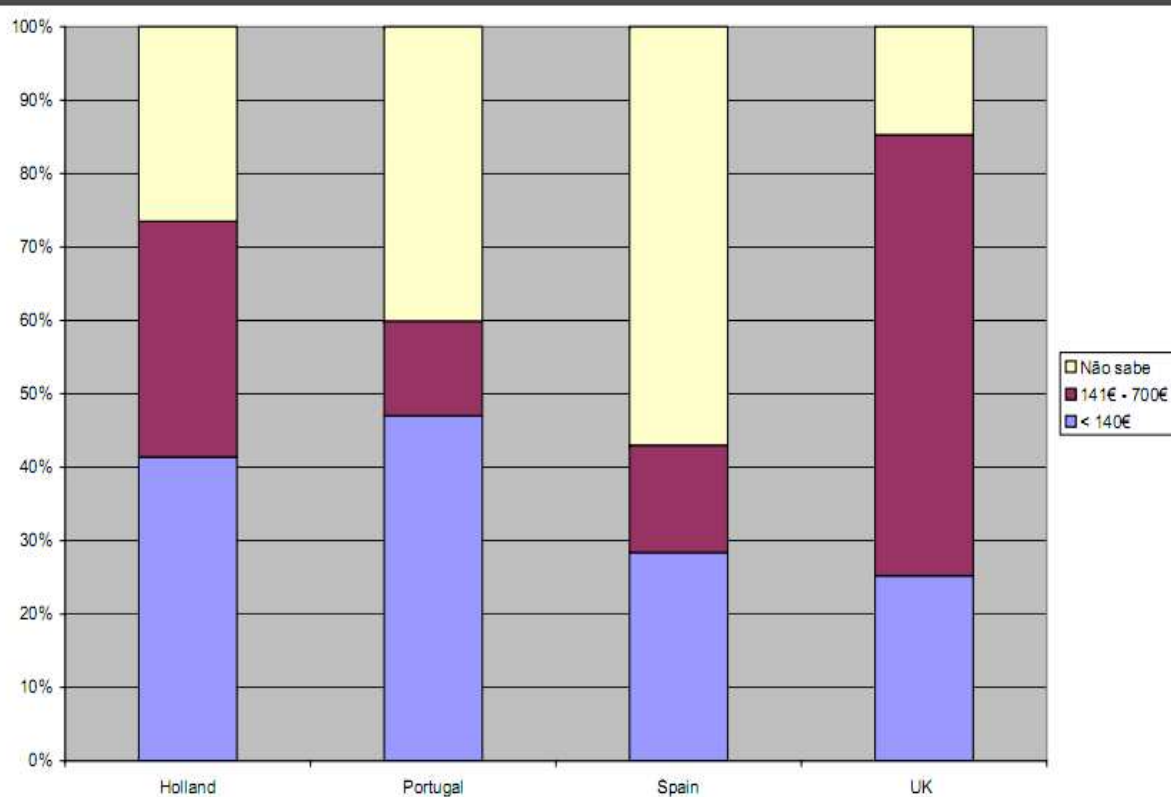


Figura VI.4: Gráfico ilustrativo da poupança energética gerada pelo uso eficiente da energia utilizada [60].

Já ouviu falar de medidores inteligentes?

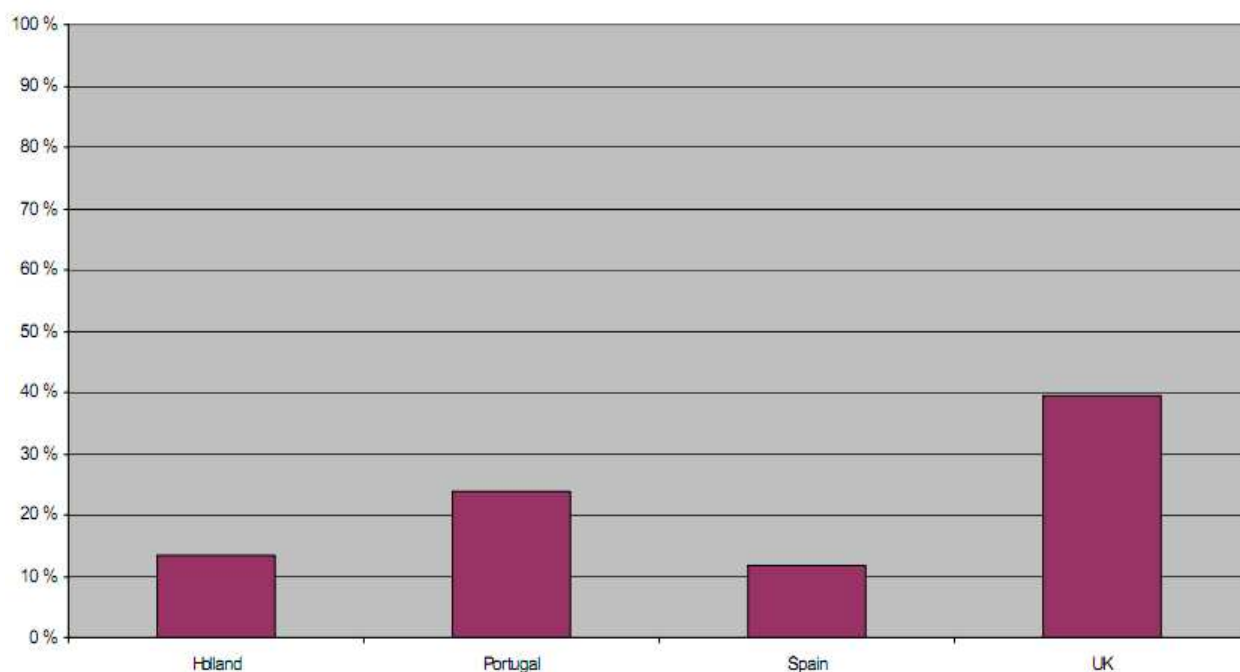


Figura VI.5: Gráfico que ilustra a questão “Já ouviu falar em Medidores Inteligentes?” [60].

Medidores inteligentes parecem ser uma boa ideia

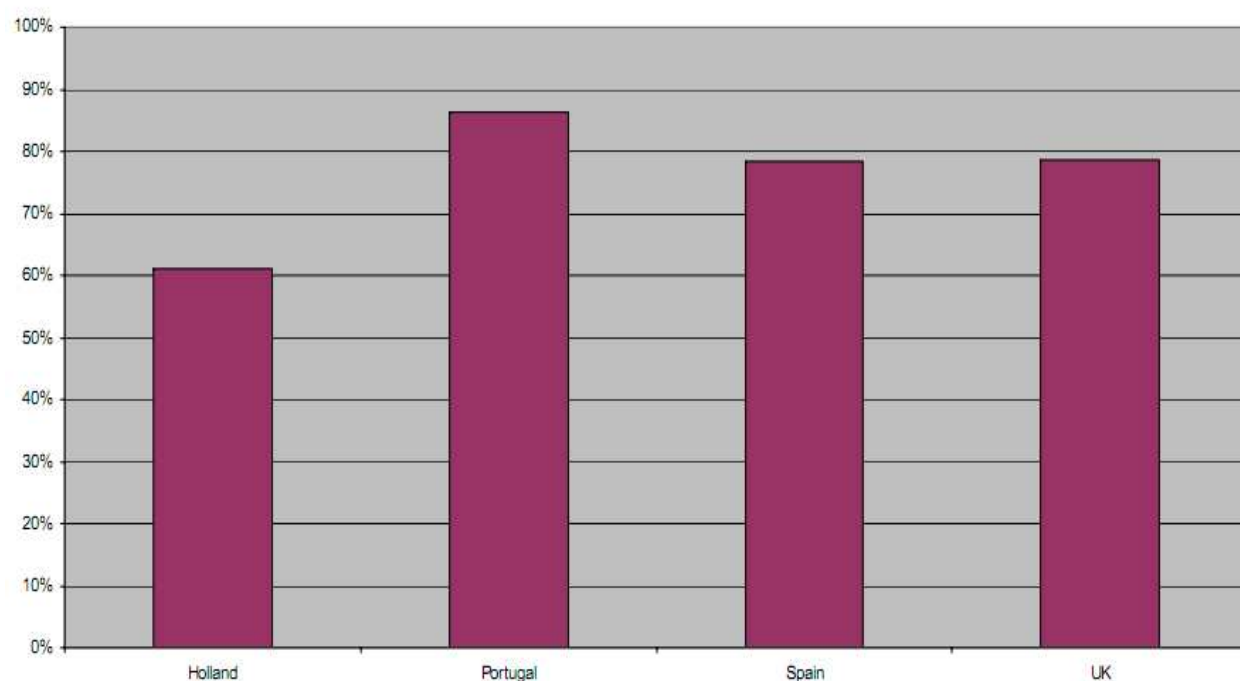


Figura VI.6: Gráfico ilustrativo da preocupação com o ser ou não boa ideia a inserção da contagem inteligente [60].

Preocupação com o potencial custo do medidor inteligente

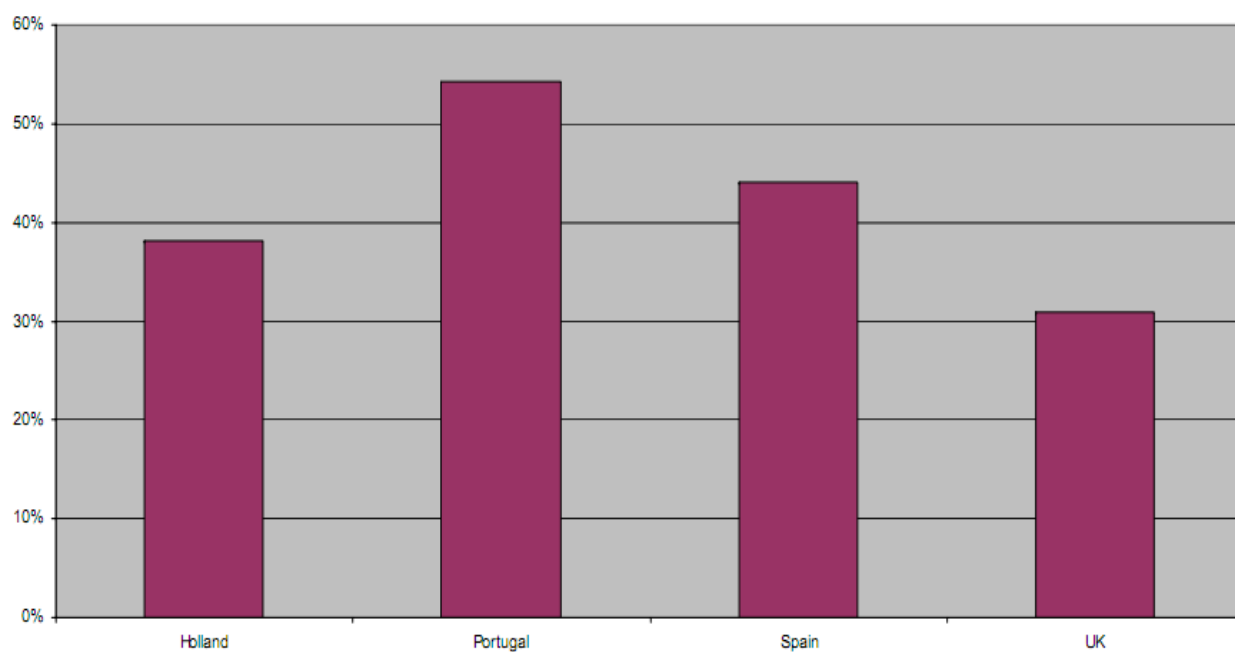


Figura VI.7: Gráfico ilustrativo da preocupação com o futuro custo da medição inteligente [60].

Anexo VII

**Excel utilizada para a realização do
Programa FunEnergy**

Para se realizar o programa FunEnergy foi necessário elaborar o perfil de uma família típica portuguesa. Como tal utilizou-se os seguintes horários para se contabilizarem os equipamentos e as suas potências tendo em conta as subseqüentes considerações:

Tabela VII.13: Equipamentos Utilizados no FunEnergy e sua respectiva utilização mediante as horas do dia.

Sector	Equipamentos Utilizados	Horas de utilização por dia	
		Tempo total	Altura do dia
Cozinha	Frigorífico	24 horas	00:00 até 23:59
	Arca Frigorífica	24 horas	00:00 até 23:59
	Exaustor	1 hora e meia	11:30 até 12:15 19:30 até 20:15
	Fritadeira	1 hora	11:45 até 12:15 20:00 até 20:30
	Máquina de Café	15 minutos (*)	07:30 até 07:45 12:45 até 13:00 21:15 até 21:30
	Micro-Ondas	45 minutos	07:15 até 07:30 12:00 até 12:15 20:15 até 20:30
	Placas Vitrocerâmicas	1 hora e meia	11:15 até 12:00 19:30 até 20:15
	Máquina de Lavar Louça	1 hora	21:30 até 22:30
Aquecimento	Aquecimento	6 horas	00:00 até 06:00
Iluminação	Cozinha	2 horas e 15 minutos	19:30 até 21:45
	Sala	2 horas	21:00 até 23:00
	WC's	1 hora e 15 minutos	07:00 até 07:45 20:00 até 20:30
	Quartos	45 minutos	06:45 até 07:00 23:00 até 23:30

(*) A máquina do café foi colocada a funcionar somente em 5 minutos dos 15 minutos seleccionados. Daí o resultado ser 15 minutos e não 45 minutos.