|  |
| --- |
| Sistema de Incentivos Fiscais à I&D Empresarial  Descrição de Projetos de I&D  ***Siemens, S.A.*** |

Monitorização e controlo remoto de semáforos com base em controladores proprietários

[1. Identificação do projeto 2](#_Toc323742382)

[2. Financiamento 2](#_Toc323742383)

[3. Carácter inovador 3](#_Toc323742384)

[4. Objetivos 4](#_Toc323742385)

[5. Atividades realizadas e resultados obtidos 8](#_Toc323742386)

[6. Aplicação e proteção de resultados 14](#_Toc323742387)

[7. Funções da equipa técnica do projeto 16](#_Toc323742388)

## 1. Identificação do projeto

**Designação do Projeto:**

Monitorização e controlo remoto de semáforos com base em controladores proprietários

**Responsável:** Afonso Sousa

**Sigla:** IC\_06.13-14

**Período de Duração (aaaa/mm/dd):**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Início | Fim |
| Previsto | 01-04-2014 | 30-09-2015 |
| Revisto |  |  |

**Orçamento Total Previsto:** €

**Consórcio:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sim |  |  | Não | X |

## 2. Financiamento

**O projeto é financiado por algum programa de apoio, nacional ou comunitário?**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sim |  |  | Não | X |

Caso a resposta seja ‘Sim’, gostaríamos que nos enviasse uma cópia da candidatura, contrato e pedidos de pagamento efetuados no âmbito deste financiamento.

**Outro Financiamento?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Autofinanciamento |  | X |
| Crédito Bancário |  |  |

**Esclarecimentos Orçamentais:**

## 3. Carácter inovador

**O projeto é:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Novo |  |  | Continuação de Projeto Anterior | X |

**A origem da Ideia do Projeto é Interna ou Externa?**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Se Interna:** |  |  | **Se Externa:** |  |
| Dep. I&D |  |  | Universidade |  |
| Produção |  |  | Fornecedores |  |
| MKT e Vendas |  |  | Clientes | X |
| Administração |  |  | Concorrentes |  |
| Outra | X |  | Consultores |  |

**O Projeto visa inovação de produto / serviço?**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sim | X |  | Não |  |

**Âmbito da inovação**

|  |  |
| --- | --- |
| Empresa |  |
| Sector |  |
| Mercado Nacional |  |
| Mercado Internacional | X |

**O projeto visa:**

|  |  |
| --- | --- |
| Melhoria de produto existente |  |
| Alargar a gama de produtos existentes |  |
| Novo tipo de produtos | X |

## 4. Objetivos

#### Descrição dos objetivos do projeto e avanços científicos e técnicos a que se propõe:

NOTA PRÈVIA

O projeto “Monitorização e controlo remoto de semáforos com base em controladores proprietários” é plurianual, tendo sido já apresentado na candidatura ao SIFIDE relativa ao ano fiscal de 2013 (1 de outubro de 2013 a 30 de setembro de 2014). Contudo, foi considerado não elegível.

Em sede de audiência prévia, procurámos responder às dúvidas que se colocaram na apreciação do projeto, mas manteve-se a recomendação de não elegibilidade. Por outro lado, devido a um lapso de comunicação interna, a nossa pronúncia em sede de reclamação não foi entregue em tempo útil, pelo que não foi considerada pela Comissão Certificadora.

Embora não o tenhamos conseguido transmitir por escrito, através dos textos de candidatura e de audiência prévia, é nosso entendimento que o projeto comporta atividades de desenvolvimento experimental, à luz da definição, critérios e exemplos referidos no Manual de Frascati. Para este nosso entendimento contribui também o destacado reconhecimento que o projeto tem vindo obter por parte das congéneres estrangeiras da Siemens Portugal.

De facto, a hipótese aventada no ano fiscal de 2013, de conexão Machine to Machine (M2M) entre tecnologias de semáforo e a tecnologia Sitraffic SmartGuard (SG), sustentada no acesso à interface de saída dos controladores de semáforo e não ao microprocessador destes, envolveu uma discussão alargada entre equipas internacionais da Siemens, promovida pela Siemens Portugal. Nesta discussão, além da equipa da Siemens Portugal, participaram equipas de países em que a área da mobilidade e gestão de tráfego assume um peso significativo no investimento em I&D do Grupo - Siemens EUA, Siemens Reino Unido, Siemens Rússia, Siemens Turquia e Siemens África do Sul. A abordagem proposta pela Siemens Portugal, incluindo a arquitetura eletrónica subjacente, foi alvo do maior interesse das suas congéneres.

Assim, apesar da pretérita decisão de não elegibilidade, não poderíamos deixar de apresentar o projeto na presente candidatura relativa ao ano fiscal de 2014 (1 de outubro de 2014 a 30 de setembro de 2015), na expetativa de que consigamos fazer uma exposição suficientemente esclarecedora do projeto e das atividades realizadas no ano fiscal em análise, pesem embora as incontornáveis reservas de informação decorrentes do que ajuizamos ser do domínio do segredo industrial da Siemens e, por isso, do seu conhecimento e uso exclusivos.

CONTEXTO

O presente projeto insere-se no contexto do desenvolvimento experimental de soluções de apoio à gestão do tráfego automóvel.

A gestão do tráfego automóvel é hoje um dos maiores desafios dos grandes centros urbanos, não só devido ao consumo de combustível e impacto ambiental, mas também devido às consequências no bem-estar e na produtividade das pessoas.

Para garantir o bom funcionamento dos fluxos de tráfego nas cidades, o Grupo Siemens desenvolve soluções de mobilidade integrada, com benefícios muito concretos visíveis em várias metrópoles europeias. Em Londres, por exemplo, a otimização das ligações por comboio entre áreas suburbanas e o centro da cidade, a implementação de um sistema de indicação precisa da localização de veículos e informação aos passageiros em tempo real, e a implementação de um sistema de controlo de acessos ao centro, são algumas das soluções de mobilidade que, integradas, resultaram na menor circulação de veículos no centro de Londres. Estas soluções conduziram à melhoria da qualidade do ar, a uma redução de cerca de 20% no tráfego no centro da cidade, a uma diminuição de 150 mil toneladas de emissões de dióxido de carbono, ao aumento de 37% na fluidez de tráfego e à redução de 17% nos tempos de comutação entre modos de transporte.

No contexto das soluções de mobilidade desenvolvidas pelo Grupo, destaca-se o SG, um sistema central web based de gestão de tráfego, que recolhe, trata, processa e integra dados provenientes de múltiplos sistemas de controlo de tráfego, permitindo ainda a agregação de diferentes fluxos de trânsito - estacionamento, transporte público e transporte individual - em ambiente urbano ou interurbano. O SG integra sistemas, de modo a assegurar uniformidade de dados. Assim, uma variedade de componentes podem ser combinados para criar redes completas de gestão de tráfego.

O SG surge como resposta à constatação de que a gestão de tráfego só poderá ser eficiente e eficaz se existir um centro de integração que permita o tratamento uniformizado de dados, independentemente da sua origem quer do ponto de vista tecnológico, quer geográfico. Só assim é possível fazer uma gestão holística do tráfego num centro urbano.

A infraestrutura tecnológica e aplicacional do SG encontra-se alojada num centro de dados (Cloud) na Alemanha, em Munique. Os clientes da Siemens acedem ao sistema através da Internet, em regime de Software as a Service (SaaS).

Incluída nas funcionalidades do SG está a gestão da sinalização semafórica das cidades. Caso os controladores dos semáforos sejam de fabrico Siemens, a sua ligação ao SG é direta e muito simples (plug & play). Contudo, tal como acontece nos municípios de Lisboa e do Porto, proliferam nas mais diversas cidades do Mundo múltiplas tecnologias de controladores, algumas das quais já obsoletas mas ainda em funcionamento. Assim, importa envidar esforços no sentido de que o SG seja passível de conexão com controladores de tecnologia não-Siemens.

MOTIVAÇÃO

Como referido, existe uma grande heterogeneidade de tecnologias de controladores de semáforos. Assim, se o acesso aos protocolos com que os controladores comunicam entre si ou com plataformas centrais de controlo estiver vedado pelo facto de se tratar de tecnologia proprietária do fabricante, então não é possível fazer o mapeamento entre esses protocolos e o protocolo de comunicação do SG. A alternativa seria aceder às especificações eletrónicas de baixo nível dos controladores, mas também não é possível dado que os controladores são proprietários e, portanto, os respetivos circuitos e microprocessador apresentam-se como uma “caixa negra” inviolável, da qual se conhecem apenas as interfaces de entrada e saída. É o que acontece, por exemplo, nos municípios de Lisboa e Porto, aos quais a Siemens Portugal presta serviços de manutenção e assistência técnica aos semáforos aí instalados, cujos controladores são de empresas terceiras como a Aximum, Sagem, Eyssa Tesis e outras. Alguns destes controladores remontam aos anos 70 do século passado.

Ora, a inacessibilidade à eletrónica de baixo nível impede a identificação automática dos estados fundamentais das luzes dos semáforos (estado intermitente, estado de funcionamento normal e estado desligado), impossibilitando, assim, a comunicação de dados de estado entre máquinas ligadas em rede (comunicação M2M). Concretamente, encontra-se impedida a comunicação de dados de estado entre os controladores de semáforos e a plataforma SG. Para ultrapassar esta limitação tecnológica, foi equacionado o projeto “Monitorização e controlo remoto de semáforos com base em controladores proprietários”.

OBJETIVOS

Em face do exposto, o objetivo do presente projeto consiste na conceção de um sistema (camada de software) que, numa rede M2M Master-Slave aplicada à gestão e controlo centralizado de sinalização semafórica, aporte capacidade de ligação entre o equipamento Master - plataforma central (SG) e os equipamentos Slave - semáforos -, sem que haja necessidade de acesso ao microprocessador dos controladores dos semáforos locais.

Pretende-se que o sistema suporte comunicação bidirecional:

- Comunicação no sentido semáforo (Slave) -> SG (Master), para aferição remota do estado das luzes do semáforo, de modo a identificar eventuais avarias do semáforo;

- Comunicação no sentido SG (Master) –> semáforo (Slave), para execução remota de comandos de alteração do estado das luzes dos semáforos.

Conforme já referido, no ano fiscal de 2013, foram realizados estudos dos quais resultou uma hipótese de se conseguir uma ligação M2M não por acesso ao microprocessador dos controladores dos semáforos locais, mas tão-somente por ligação à interface de saída dos controladores, a partir da qual são transmitidos os sinais analógicos (pulsos elétricos) que atuam as óticas dos semáforos.

A concretização desta hipótese depende do desenvolvimento experimental de algoritmia que venha possibilitar o apuramento do estado fundamental das luzes de um semáforo, a partir dos pulsos elétricos aferidos por leitura analógica na interface de saída dos controladores.

Assim, no ano fiscal de 2014, prosseguiu-se com o estudo das variáveis “número de pulsos” (leitura de corrente através de amperímetro) e “intervalo de tempo entre pulsos”, de modo a examinar comparações entre combinações possíveis destas variáveis e os estados das luzes dos semáforos, com o intuito de verificar a possibilidade de estabelecer padrões de combinação destas variáveis que possam ser diretamente relacionáveis com cada estado das luzes dos semáforos. Nestes termos, pretende-se, por um lado, caracterizar o comportamento dos pulsos elétricos através de situações de combinação entre as variáveis “número de pulsos” e “intervalo de tempo entre pulsos” e, por outro, relacionar essas situações de combinação com os estados das luzes dos semáforos.

Este desenvolvimento experimental de algoritmia tem portanto como objetivo a efetivação de um sistema de ligação M2M Master-Slave não intrusivo ao Slave, isto é, ao controlador do semáforo local. Estamos, assim, perante uma tentativa de estabelecer um regime de interconexão Master-Slave que, do lado do Slave, opera somente sobre uma ligação à interface de saída do controlador, eliminando, deste modo, a necessidade de aceder ao microprocessador do controlador ou ao protocolo de comunicação entre este e uma plataforma central de origem, isto é, uma plataforma central fabricada pelo mesmo fornecedor que fabricou os controladores.

***5. Atividades realizadas e resultados obtidos***

#### Descrição e justificação das atividades de I&D realizadas, para cumprir os objetivos acima descritos:

ESTADO DA ARTE

O estado da arte no domínio das tecnologias de gestão de tráfego pode ser atribuído ao sistema SG, concebido e desenvolvido pelo Grupo Siemens.

Os controladores de semáforo desenvolvidos pelo Grupo Siemens comunicam com o SG através de um protocolo proprietário igualmente concebido pela Siemens - o CANTO. Um município que utilize o SG e equipe os seus semáforos com controladores Siemens dispõe do mais avançado sistema de gestão e controlo de sinalização semafórica.

Idealmente, qualquer controlador deveria ter capacidade de comunicar com qualquer sistema central (centro de controlo). Mas, como explicámos anteriormente, esta não é a realidade observada no estado da arte, devido à existência de controladores e protocolos de comunicação proprietários. A existência de controladores e protocolos proprietários elimina, efetivamente, a possibilidade de se utilizar o controlador local de um fabricante com o sistema/plataforma central (off-street) de outro fabricante [1]. As especificações detalhadas dos protocolos proprietários são restritas e estão disponíveis apenas para os detentores das respetivas licenças. Assim, aparelhos que utilizem protocolos fechados são, essencialmente, “caixas negras”, uma vez que pouco conhecimento existe acerca das suas especificações ou operação [2].

Mais recentemente, têm vindo a ser desencadeados esforços no sentido de que os controladores implementem protocolos de comunicação abertos, de modo a possibilitar a integração com qualquer sistema central disponível no mercado. É o caso do protocolo Open Comunication Interface for Road Traffic Control Systems (OCIT). Todavia, a implementação deste protocolo é ainda incipiente.

Sendo inviável interligar controladores proprietários de terceiros com o SG, o mercado desta plataforma fica restringido a localizações onde já se utilizem controladores Siemens, ou a municípios em que as autoridades estejam dispostas a fazer um investimento considerável na renovação do parque de controladores de semáforos, de modo a instalar controladores Siemens. Como se compreende, a substituição de todos os controladores em todos os semáforos consubstanciara um esforço financeiro incomportável. É por esta razão que se têm vindo a dar alguns passos no sentido da uniformização dos protocolos de comunicação nos sistemas de sinalização semafórica, mas esta estratégia só produzirá resultados no muito longo prazo, à medida que as tecnologias em operação forem sendo deixando de funcionar, sendo então substituídas por controladores com protocolo uniformizado.

A par do OCIT, com algum presença na Europa Central, um dos maiores e mais importantes esforços de compatibilização entre controladores e plataformas centrais (centro de controlo) é o National Transportation Communications for Intelligent Transportation System Protocol (NTCIP), que se constitui como uma família de standards desenhados para alcançar interoperabilidade entre sistemas centrais e equipamento de controlo de tráfego de diferentes fabricantes [3]. Este protocolo, cujo desenvolvimento se iniciou no princípio do século XXI e é ainda um trabalho em progresso, corresponde a um esforço conjunto de várias entidades norte-americanas com responsabilidades na gestão de tráfego, incluindo fabricantes de equipamento, autoridades rodoviárias e entidades do sistema de investigação e inovação. Fazem parte do Comité Conjunto do NTCIP a National Electric Manufacturers Association (NEMA), a American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) e o Institute of Transportation Engineers (ITE), sendo que o projeto recebe financiamento do Departamento de Transportes (USDOT) do Governo Federal.

Quando, nos EUA, se começou a falar em sistemas de transporte inteligentes (ITS), os fabricantes disseram que “a prioridade número um era a necessidade de um protocolo standard de comunicações em toda a indústria”. Mais tarde, com o desenvolvimento do NTCIP, “a aplicação no terreno de equipamentos interoperáveis foi um sucesso porque o NTCIP permitiu que diferentes fabricantes interoperassem e controlassem sistemas de sinais de trânsito atuados, mensagens de sinais variáveis e estações de sensores ambientais” [3]. No entanto, esta abordagem exige a instalação de novos equipamentos, já baseados em NTCIP, pelo que é morosa e dispendiosa. A sua colocação em prática tem vindo a ser realizada desde 1999 até hoje, sendo ainda um trabalho em progresso.

De facto, os municípios deparam-se com duas vias de resolução do problema de incapacidade de comunicação entre quaisquer controladores e quaisquer sistemas centrais:

- O município passa a recorrer a um único fabricante para fornecimento de controladores e sistema central, o que cria uma forte dependência do município em relação a esse fornecedor;

- O município substitui todo o seu parque tecnológico de sinalização semafórica, de modo a instalar controladores e sistema central de protocolo uniformizado. É a estratégia adotada nos EUA, mas que é morosa e cara.

No âmbito do projeto “Monitorização e controlo remoto de semáforos com base em controladores proprietários”, a Siemens Portugal propõe uma terceira via: a criação de uma camada de software que permita estabelecer comunicabilidade entre sistema central e controladores legados de diferentes fabricantes, sem necessidade de intrusão nos protocolos ou microprocessadores dos destes últimos. Estamos perante uma solução de intercomunicabilidade que permite a coexistência de tecnologias de diferentes fabricantes e sem que haja necessidade de renovar o parque tecnológico de sinalização semafórica. Ou seja, somente com um investimento num dispositivo de software, os municípios passam a conseguir interoperabilidade entre tecnologias de diferentes fornecedores. Elimina-se, assim, a necessidade de aceder a tecnologias proprietárias, a necessidade de substituir equipamentos, ou a necessidade de implementar um novo protocolo (standard) de comunicação.

Referências:

[1] United States Department of Transportation, Federal Highway Administration, Office of Technology Applications, “Advanced Transportation Management Technologies”, Chapter 3, Publication no. FHWA-SA-97-060, 1997;

[2] Cory Mahn, “Open vs. Closed Encoder Communication Protocols: How to Choose the Right Protocol For Your Application”, White Paper, Danaher Industrial Controls Group, 2011

[3] <http://www.nema.org/Technical/Pages/NTCIP.aspx>, consultado a 18 de abril de 2016.

INCERTEZAS

Ao longo do presente projeto, a equipa da Siemens Portugal procurou descobrir se é possível definir um modo de ligação em rede de controladores de semáforos (Slaves) legados e um sistema centralizado de gestão (Master), web based, sem que a sua especificação inclua o acesso aos circuitos e microprocessador dos controladores locais ou ao protocolo de comunicação entre estes e a sua plataforma central de origem (plataforma central fabricada pelo fornecedor que fabricou os controladores). Assim, colocaram-se as incertezas técnicas/tecnológicas expressas nas seguintes questões de I&D:

- Como detetar padrões a partir de sinais analógicos lidos na interface de saída dos controladores de semáforos, de modo a identificar os estados fundamentais das luzes dos semáforos (estado intermitente, estado de funcionamento normal e estado desligado)?

- Como converter esses padrões em objetos inteligíveis para o sistema central SG sem alterar uma única linha de código deste sistema?

- Como assegurar comunicação bidirecional entre os controladores e o SG quando a comunicação no sentido controlador -> SG é baseada na deteção de padrões a partir de sinais analógicos obtidos na interface de saída dos controladores, e não no acesso ao circuito e microprocessador destes?

ATIVIDADES E METODOLOGIA

Durante o ano fiscal de 2014, foram realizadas as seguintes atividades de I&D:

1. Conceção de um conversor (camada de software) com função assente em 2 algoritmos: um primeiro algoritmo cujo objetivo é detetar padrões nos sinais analógicos à saída do controlador; e um segundo algoritmo, que converte esses padrões em objetos, para serem lidos pelo SG:

1.1. Deteção de padrões

Procedeu-se à estratificação de sequências de relação entre e o número de pulsos elétricos e o tempo de intervalo entre pulsos, para associação a um estado específico das luzes dos semáforos.

Se detetado um padrão, o algoritmo dá como resultado o correspondente estado das luzes do semáforo. Para que este algoritmo garanta a aferição exata, sem qualquer margem de erro, dos estados fundamentais das luzes dos semáforos, foi necessário investigar um universo de sequências de relação entre “número de pulsos” e “intervalo de tempo entre pulsos” que permitisse traduzir/representar o comportamento dos pulsos elétricos e identificar situações padronizáveis nesse comportamento, tal que a partir do reconhecimento de padrões seja possível aferir, de modo automático e contínuo, a ocorrência de:

- Situações de comutação ordenada/programada entre pares de cores (verde-amarelo, amarelo-vermelho e vermelho-verde);

- Situações de não comutação entre cores ou de comutação temporalmente desregulada;

- Situações de avaria de uma ou mais lâmpadas do semáforo;

- Situações de sinal intermitente temporário, seja na passagem de amarelo a verde ou de amarelo a vermelho;

- Situações de sinal intermitente em permanência.

* Como é feita a deteção de padrões a partir dos sinais analógicos? Quais as regras, critérios, lógica ou princípios seguidos pelo algoritmo de deteção? Qual o “segredo” para se conseguir detetar padrões úteis?

**R:** A nossa placa permite ler os sinais analógicos entre a luminária do semáforo e o controlador. Estas luzes são ligadas e desligadas em tempos específicos o que nos permite saber o estado do controlador. Usando o exemplo do sinal amarelo, se ele ligar uma vez ~20 segundos sabemos que está a funcionar correctamente, porque passou pelo ciclo com as outras cores. Caso o cruzamento esteja intermitente a luz amarela vai estar a piscar. Sabendo este intervalo, sabemos o estado do controlador. Ao mesmo tempo verificamos se o controlador está ligado, esta combinação de informações dá-nos um estado.

* Quais as condições que o algoritmo verifica até que seja aferido um padrão de relação entre as variáveis número de pulsos elétricos e tempo de intervalo entre pulsos?
* Há alguma técnica de compartimentação/segmentação de leituras dos pulsos elétricos transmitidos às óticas dos semáforos?

**R:** Os padrões dos sinais analógicos dependem dos tempos que estão configurados nos ciclos dos planos semafóricos de um cruzamento específico.

* Qual o padrão de relação “número de pulsos”/“intervalo de tempo entre pulsos” que permite identificar situações de comutação ordenada/programada entre pares de cores (verde-amarelo, amarelo-vermelho e vermelho-verde)?

**R:** Se o amarelo estiver a piscar (intervalo de tempo curto) sabemos que o cruzamento está intermitente. Caso o amarelo esteja desligado e o controlador estiver ligado sabemos que está a funcionar corretamente. Na situação do controlador estar desligado, a placa sabe essa informação (não recebe sinal do controlador) e avisa que está desligado.

* Qual o padrão de relação “número de pulsos”/“intervalo de tempo entre pulsos” que permite identificar situações de não comutação entre cores ou de comutação temporalmente desregulada?
* Qual o padrão de relação “número de pulsos”/“intervalo de tempo entre pulsos” que permite identificar situações de avaria de uma ou mais lâmpadas do semáforo?
* Qual o padrão de relação “número de pulsos”/“intervalo de tempo entre pulsos” que permite identificar situações de sinal intermitente temporário, seja na passagem de amarelo a verde ou de amarelo a vermelho?
* Qual o padrão de relação “número de pulsos”/“intervalo de tempo entre pulsos” que permite identificar Situações de sinal intermitente em permanência?
* Qual o padrão que permite identificar que o semáforo está com as luzes desligadas?
* O algoritmo inclui algum mecanismo de auto-aprendizagem?

**R:** Não.

* Que diferentes técnicas de algoritmia foram testadas? Quais os resultados dos testes e desenvolvimentos efetuados na sequência desses resultados?

1.2. Conversão dos padrões em objetos (informação interpretável pelo SG)

* Como se caracterizam estes objetos?

**R:** No SG os objetos são caracterizados pelo estado, características e comportamento. Os padrões controlados pela placa apenas têm estado.

* Como se processa a conversão dos padrões em objetos? Quais as regras, critérios, lógica ou princípios de funcionamento seguidos pelo algoritmo de conversão? Qual o “segredo” para se conseguir a conversão em objetos?

**R:** Utilizando o protocolo de comunicação (OCIT) ajustamos a informação dos padrões e configuramos as mesmas características e comportamentos dos objetos para que o SG consiga ler e mostrar essas informações. Algumas são genéricas entre controladores do mesmo modelo, outras são diferentes para cada controlador individualmente.

* Que derivações/transformações são feitas sobre os padrões? Como são feitas?
* Como é que se garante a leitura dos objetos sem que seja alterado o código do Sitraffic SmartGuard (SG)?

**R:** Como utilizamos o protocolo de comunicações mencionado acima, o SG consegue ler objetos que tenham aquele formato, desde que saiba onde ir buscar as informações (endereço do servidor).

* Que diferentes técnicas de algoritmia foram testadas? Quais os resultados dos testes e desenvolvimentos efetuados na sequência desses resultados?

**R:** Tendo como base uma lógica temporal linear conseguimos ter condições para verificar um dado grupo de controladores ao mesmo tempo porque evitamos concorrência no acesso aos estados. As comunicações são feitas em simultâneo para e por defeito o protocolo de comunicações faz a gestão de conflitos nessas comunicações (o mesmo controlador só consegue ter uma ligação de cada vez e apenas consegue escrever no local onde estão as suas informações).

2. Implementação da função de bidirecionalidade no conversor

Estudou-se o modo como o conversor pode executar operações inversas, recebendo ordens do SG e retirando camadas de complexidade até converter os dados recebidos em sinais passíveis de serem interpretados pelos atuadores das óticas dos semáforos.

* Como é que a partir de informação do estado fundamental das luzes do semáforo (intermitente, funcionamento normal ou desligado) se consegue passar para informação mais completa/complexa do tipo: saber o tempo em que a luz está verde em cada rua do cruzamento; saber o tempo de intermitente entre verde e vermelho; conseguir coordenar ciclos de atuação com semáforos nas proximidades; saber a combinação entre luzes ligadas em cada uma das ruas de um cruzamento - qual o tempo que medeia entre o início de vermelho numa rua e o início de verde na outra; adaptar o ciclo do semáforo à intensidade de trânsito...?
* Como é que se consegue identificar a configuração do fluxo de trânsito a controlar (cruzamento, entroncamento, semáforos de um 1.º entroncamento coordenados como os de um 2.º entroncamento…)?
* São os algoritmos acima que também implementam bidirecionalidade?
* Existem mecanismos de auto-aprendizagem envolvidos? Quais? Como funcionam?

**R:** Não.

* Que primitivações/desconstruções são feitas sobre a informação proveniente do Sitraffic SmartGuard (SG), de modo obter sinais passíveis de serem interpretados pelos atuadores das óticas dos semáforos?

**R:** Quando a placa recebe uma mensagem com uma ordem para mudar o estado do controlador, esta transmite essa informação por sinal analógico para o controlador.

* Que diferentes técnicas de algoritmia foram testadas? Quais os resultados dos testes e desenvolvimentos efetuados na sequência desses resultados?

3. Desenvolvimento de um modelo de comunicação bidirecional.

A comunicação bidirecional entre o SG e o dispositivo (placa eletrónica) que implementa a camada de software de suporte à interoperabilidade com os controladores de semáforo é efetuada através de protocolo standard RS-232.

Embora suportado num protocolo de comunicação standard, o sistema de envio e receção de strings (nos sentidos placa eletrónica -> SG e SG –> placa eletrónica), bem como o respetivo modelo de codificação e descodificação, tiveram de ser criados de raiz, para viabilização de um sistema de vigilância/controlo remoto assente na ligação ao interface de saída dos controladores de semáforos.

* Como são encapsulados e agregados os dados para comunicação dos controladores com o SG e vice-versa?

**R:** As comunicações para a placa são feias por strings, enviadas por um protocolo TCP/IP pelo modem e esses dados são encriptados pela APN privada até chegarem ao servidor.

* Como se processa a codificação e descodificação de strings am ambos os sentidos de comunicação?

**R:** As mensagens têm uma sintaxe especifica que tem que ser respeitada, caso a mensagem não corresponda ao que é esperado será ignorada por qualquer uma das partes. Para ler a mensagem tanto a placa como o converter têm métodos específicos para fazer essa função.

#### Descrição dos resultados alcançados, fruto das atividades de I&D realizadas:

O projeto foi concluído com sucesso, através da especificação completa do conversor e sua prototipagem.

Estão previstas ações de demonstração da funcionalidade do conversor na cidade do Porto e, posteriormente, numa cidade alemã ainda por definir.

O conversor será lançado no mercado em 2016, enquanto produto Siemens de conceção e desenvolvimento portugueses.

## 6. Aplicação e proteção de resultados

**Aplicação dos Resultados:**

|  |  |
| --- | --- |
| Na empresa |  |
| Em empresa do grupo |  |
| Transferência para outras empresas | X |

**Investimento necessário para aplicação de resultados:**

|  |  |
| --- | --- |
| Aumentar a capacidade de produção |  |
| Criar uma nova linha de produção |  |
| Adaptar uma linha de produção existente |  |
| Criar uma nova unidade de produção |  |
| Criar uma nova empresa |  |
| N/A | X |

**Propriedade industrial – se ainda não foi solicitado o registo:**

|  |  |
| --- | --- |
| Pensam vir a solicitar o seu registo | X |
| Ainda não sabem |  |
| Não há interesse |  |
| Não é patenteável |  |

## 7. Funções da equipa técnica do projeto

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Técnicos** | **Horas** | **Funções** |
| Valdemar Martins  Técnico de eletrónica | 800 | Conceção e desenvolvimento de algoritmos; Especificação de modelo de comunicação bidirecional. |
| Pedro Silva  Engenheiro de software | 1200 | Conceção e desenvolvimento de algoritmos; Especificação de modelo de comunicação bidirecional. |
| Afonso Sousa  Gestor de projeto | 300 | Coordenação e supervisão técnica do projeto; Conceção e desenvolvimento de algoritmos. |
| Rui Mangas  Diretor técnico | 50 | Avaliação e teste à função dos algoritmos. |
| Ambrus Liviu  Perito de eletrónica | 200 | Conceção e desenvolvimento de algoritmos. |
| Leonel Silva  Perito de eletrónica | 50 | Avaliação e teste à função dos algoritmos. |
| Miguel Rodrigues  Responsável pela área de negócio | 50 | Avaliação e teste à função dos algoritmos. |