

NT 239

2015

Redes ópticas passivas para a rede de comunicação de equipamentos de ITS

Sun Hsien Ming

Introdução

Com o advento de ITS (*Intelligent Transportation System*), a necessidade de redes de comunicação tem-se tornado cada vez mais indispensável no gerenciamento e controle de tráfego, uma vez que sistemas inteligentes dependem fundamentalmente de equipamentos e sensores instalados na via pública e controlados por uma Central.

O primeiro projeto de ITS voltado para o gerenciamento de tráfego da cidade de São Paulo foi o sistema semafórico centralizado SEMCO (Semáforos Coordenados), implantado na década de 1980. O SEMCO foi um projeto pioneiro no Brasil e era um sistema semafórico centralizado de tempos fixos.

O sistema SEMCO foi substituído por sistemas de semáforos inteligentes (também conhecidos como semáforos de tempo real) na década de 1990 quando da implantação das CTAs (Centrais de Tráfego em Área). Os sistemas de semáforos inteligentes são sistemas semafóricos responsivos, que ajustam, em tempo real, os tempos semafóricos às condições de trânsito, tendo sido outro projeto pioneiro da cidade de São Paulo.

Tanto o sistema SEMCO como os sistemas das CTAs são sistemas analógicos e a comunicação dos controladores semafóricos com a respectiva Central é feita, basicamente, por meio de uma rede de cabos metálicos.

As câmeras de CFTV para o monitoramento de tráfego foram introduzidas em São Paulo na década de 1990 quando foram implantadas as CTAs. O sistema de CFTV implantado na época é analógico e a comunicação das câmeras com a Central é feita por meio de fibra óptica.

A tecnologia de câmeras de CFTV digitais foi consolidada apenas em anos recentes, bem como o sistema semafórico digital.

O sistema semafórico digital foi introduzido na cidade de São Paulo apenas em 2012, com protocolo aberto e padronizado UTMC2 (*Urban Traffic Management Control Type 2*), sendo que a instalação da primeira interseção semaforizada de tempo real com protocolo aberto em sistema digital ocorreu em 2013.

A rede óptica passiva (*Passive Optical Network – PON*) é uma rede para a transmissão de sinais digitais utilizando-se a fibra óptica como meio físico e a sua tecnologia foi desenvolvida na década de 2000.

A primeira implantação de uma rede óptica passiva para o gerenciamento e controle de tráfego da cidade de São Paulo ocorreu em 2014, por ocasião da implantação do Projeto “Itaquerão” para a Copa do Mundo.

Objetivo

O objetivo deste trabalho é explicar o que é uma rede óptica passiva para gestores de tráfego não familiarizados com o assunto, mas que necessitam ter uma ideia do que se trata em função de suas atividades de operação, gerenciamento ou planejamento terem alguma interação com sistemas de monitoramento e controle de tráfego como controladores semafóricos, câmeras de CFTV, etc. Assim, o objetivo é apresentar um texto o menos técnico possível, de forma que leitores leigos no assunto possam ao menos ter uma compreensão da importância de se ter uma rede de comunicações planejada.

Para que se possa entender o que é uma rede óptica passiva é necessário antes ter uma compreensão das arquiteturas e tecnologias de rede. Por isso, nos itens seguintes faz-se uma breve exposição visando explicar quais são as arquiteturas e tecnologias de rede existentes.

Arquiteturas de rede

As arquiteturas de rede podem ser, basicamente, Ponto-a-Ponto (*Peer to Peer – P2P*) e Ponto-Multiponto (*Peer to Multipeer – P2MP*).

Arquitetura Ponto-a-Ponto

A arquitetura de Rede Ponto-a-Ponto é a mais simples. Essa arquitetura necessita de uma fibra óptica para cada equipamento de campo para fazer a conexão com a Central, conforme ilustrado na Figura 1.

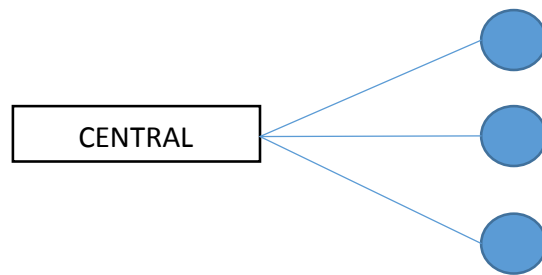


Figura 1 – Rede Ponto-a-Ponto.

Por exigir uma fibra óptica para cada equipamento de campo, a arquitetura Ponto-a-Ponto apresenta alto custo em termos de infraestrutura física de rede de cabos de fibra óptica e de equipamentos de rede na Central.

Arquitetura Ponto-Multiponto

A arquitetura Ponto-Multiponto permite que uma única fibra óptica atenda, de forma compartilhada, vários equipamentos de campo. Essa arquitetura tem como vantagem diminuir a quantidade de fibras ópticas. A Figura 2 apresenta um exemplo de rede Ponto-Multiponto.

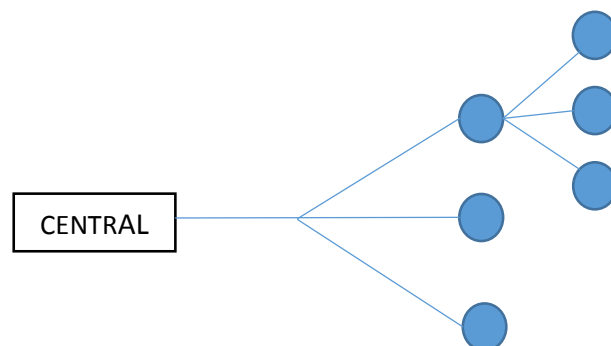


Figura 2 – Rede Ponto-Multiponto.

Tecnologias de rede Ponto-Multiponto

As redes Ponto-Multiponto de fibra óptica podem ser ativas ou passivas.

As redes ativas são aquelas que necessitam de elementos ativos entre a Central e o equipamento de campo. Elemento ativo é um equipamento que precisa de alimentação elétrica. O elemento ativo, por estar instalado em via pública e estar sujeito a intempéries, precisa ser do tipo industrial para suportar altas temperaturas bem como a poeira e umidade. Se o elemento ativo não for industrial, precisa ser alojado em gabinete especial, com controle de temperatura e proteção contra a poeira e umidade. Em qualquer um dos casos há um aumento significativo de custo devido à necessidade de proteção do elemento ativo contra as intempéries.

As redes passivas não possuem elementos ativos entre a Central e o equipamento de campo. O fato de não necessitar instalação de equipamentos de rede na via pública traz como vantagens a economia de energia elétrica, menor custo de instalação e de manutenção e maior confiabilidade da rede.

Rede PON (*Passive Optical Network*)

Uma rede óptica passiva (*Passive Optical Network – PON*) é uma rede digital Ponto-Multiponto que não requer elementos ativos entre o equipamento de campo e a Central. Na Central é necessário instalar um equipamento chamado OLT (*Optical Line Terminal*) e em cada equipamento de campo um equipamento chamado ONU (*Optical Network Unit*) ou ONT (*Optical Network Terminal*). A OLT e ONU/ONT são os equipamentos responsáveis para a transmissão e recepção dos sinais, fazendo-se a conversão do sinal elétrico para óptico e vice-versa.

A rede PON é composta de divisores ópticos passivos chamados *splitters* que são instalados entre a OLT e a ONU/ONT e são utilizados para permitir que uma única fibra óptica atenda diversos equipamentos de campo. Uma única fibra óptica pode atender até um máximo de 64 equipamentos de campo, dependendo da sua distribuição e distâncias. Uma configuração PON reduz a quantidade de fibras e equipamentos na Central quando comparadas com a arquitetura Ponto-a-Ponto que necessitam de uma fibra para cada equipamento de campo.

A Figura 4 ilustra o esquema básico de uma Rede PON.

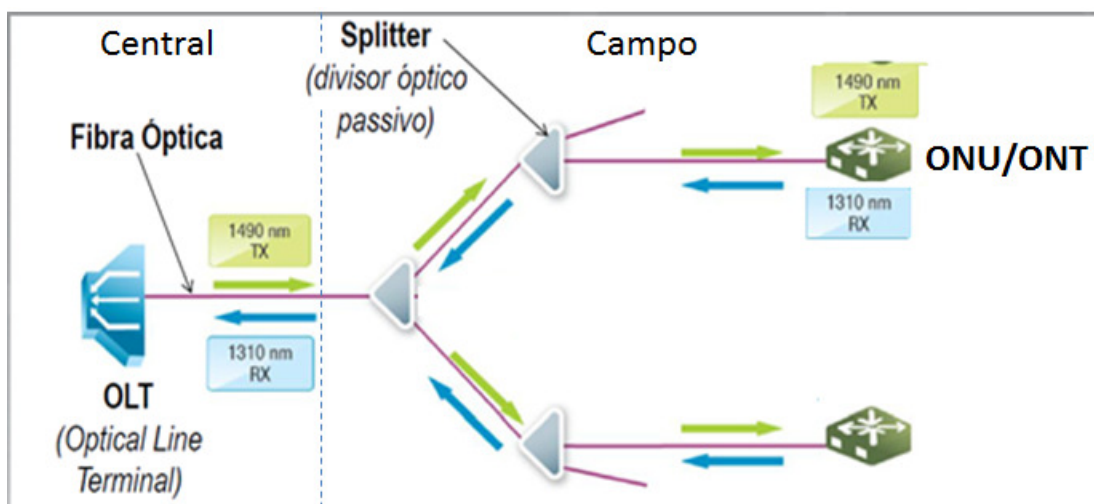


Figura 4 – Elementos componentes de uma rede PON.

Os *splitters* são divisores ópticos, isto é, dividem o sinal que chega em 2, 4, 8 ... sinais. O *splitter* 1:2 divide o sinal que chega em dois, o *splitter* 1:4 divide o sinal em 4 e assim por diante. Na Figura 4, o primeiro *splitter* a partir da OLT é um *splitter* 1:2.

Se a divisão for feita de forma uniforme, dizemos que o *splitter* é balanceado. Por exemplo, num *splitter* balanceado 1:2, se o sinal que chega no *splitter* é 100%, o mesmo é dividido em dois sinais de 50%.

Se a divisão não for uniforme, dizemos que o *splitter* é não balanceado. Na Figura 5, são mostrados dois *splitters* 1:2 não balanceados: o primeiro divide o sinal em 2 sinais: um de 95% e outro de 5% enquanto que o segundo *splitter* divide o sinal de entrada em um sinal de 90% e outro de 10%.

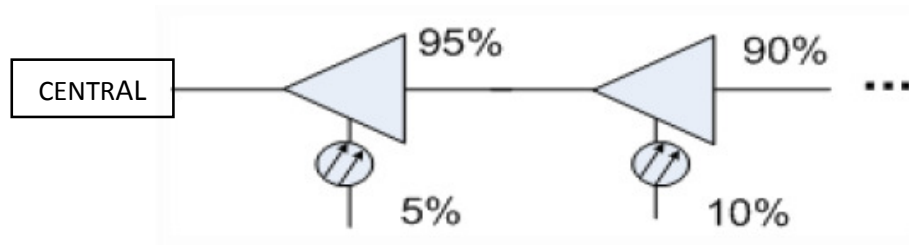


Figura 5 – *Splitters* não balanceados.

Note que os dois *splitters* da Figura 5 estão em “cascata”. Isso significa que o sinal na entrada do segundo *splitter* já foi atenuado em 5% pelo primeiro *splitter* e os sinais nas suas duas saídas são 90% e 10% de 95%. Em outras palavras, à medida que o sinal vai passando por sucessivos *splitters*, o seu nível de potência vai sendo reduzido drasticamente.

Veja o exemplo da Figura 6. Supondo que todos os *splitters* sejam balanceados e supondo que o nível do sinal que sai da Central seja 100%, o nível do sinal que chega no semáforo “A” é de apenas $100\% \times 1/4 \times 1/8 = 3,125\%$ (não considerando outras perdas como as que ocorrem no próprio *splitter*, ao longo da fibra, nas emendas e nos conectores).

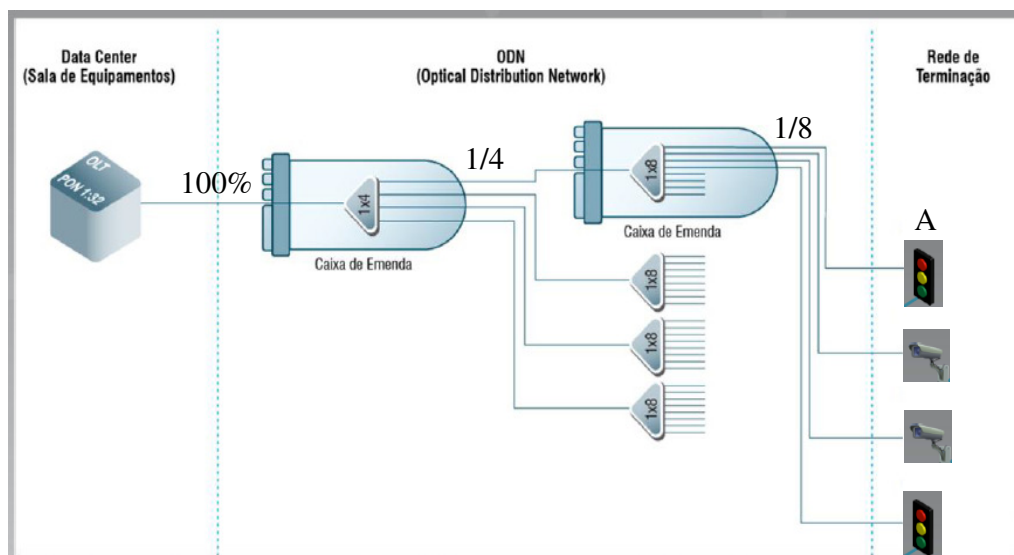


Figura 6 – Exemplo de divisão de sinal por sucessivos *splitters*

Obviamente, não se pode ficar dividindo o sinal indefinidamente e de forma indiscriminada. Numa rede PON é fundamental garantir que o sinal chegue ao destino final (equipamento de campo) com uma potência suficiente para a sua operação. Daí a importância de se fazer um projeto adequado da rede.

Projeto de rede PON

O projeto de uma rede PON consiste em especificar o tipo de *splitter*, dimensionar a quantidade necessária e definir a sua localização, de forma a garantir que chegue a todos os equipamentos de campo atendidos por uma mesma fibra um nível de sinal com potência suficiente para a sua operação, considerando todas as perdas no caminho (perdas no próprio *splitter*, perdas ao longo da fibra, nas emendas, nos conectores e por envelhecimento da fibra).

O projeto de rede PON consiste basicamente em um diagrama unifilar, mostrando o tipo e a posição de cada *splitter*, com a identificação de cada fibra utilizada, desde a sua origem até o destino final (equipamento de campo). Uma parte fundamental do projeto é o memorial de cálculo que demonstre que o nível de sinal que chega a cada equipamento de campo é suficiente para a sua operação.

Dessa forma, para a implantação de uma rede de comunicação para conectar equipamentos de campo à sua Central é necessário antes fazer o projeto da rede PON.

Entretanto, o projeto não pode levar em conta apenas os equipamentos que serão implantados ou conectados à Central, mas deve considerar todos os possíveis equipamentos que poderão ser implantados no futuro.

Suponha que se está implantando dois semáforos e duas câmeras de CFTV numa determinada região da cidade. Um projeto de rede PON para atender essa implantação poderia, esquematicamente, ser da forma mostrada na Figura 7.

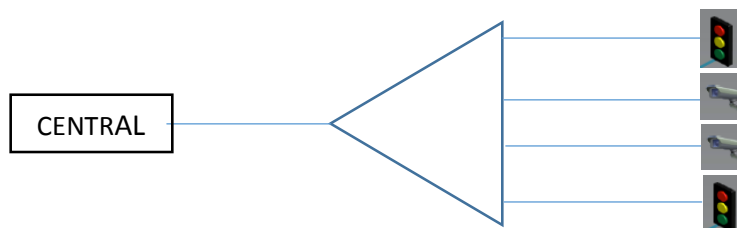


Figura 7 – Exemplo de projeto de rede PON para atender 4 equipamentos de campo

Suponha que, no futuro, seja necessária a implantação de mais equipamentos de campo nessa mesma região. Nesse caso, seria necessário usar outra fibra para atender os novos equipamentos de campo. Se não houver fibra disponível, haveria a necessidade de um novo cabo de fibra óptica. Com o passar do tempo, a rede como um todo ficaria como um “amontoado” desarticulado de pequenas redes, como se fosse um conjunto de redes Ponto-a-Ponto, dificultando a sua gestão e reduzindo a sua confiabilidade. O principal problema decorrente dessa sistemática é que não se otimiza a rede, ou seja, a rede final poderia ter um custo muito menor. Basta lembrar que na rede PON, uma única fibra poderia atender até 64 equipamentos de campo, enquanto que a fibra utilizada no exemplo da Figura 7 “morreu” com apenas 4 equipamentos. Além disso, o uso de maior número de fibras implica na necessidade de maior número de equipamentos de rede na Central.

No caso do exemplo da Figura 7, o melhor procedimento é fazer um projeto de rede PON não para atender apenas os 4 equipamentos de campo, mas para atender todos os equipamentos de campo que possam ser implantados na região no futuro. Dessa forma, quando da implantação de equipamentos de campo no futuro, a infraestrutura física de rede já estaria preparada, sem a necessidade de utilização de novas fibras. Imagine que no exemplo da Figura 7 esteja prevista a implantação, no futuro, de mais 28 equipamentos de campo na mesma região (além dos 4 mostrados no exemplo). Então, o projeto de rede PON, em vez de ter o formato da Figura 7, passaria a ter a forma da Figura 8.

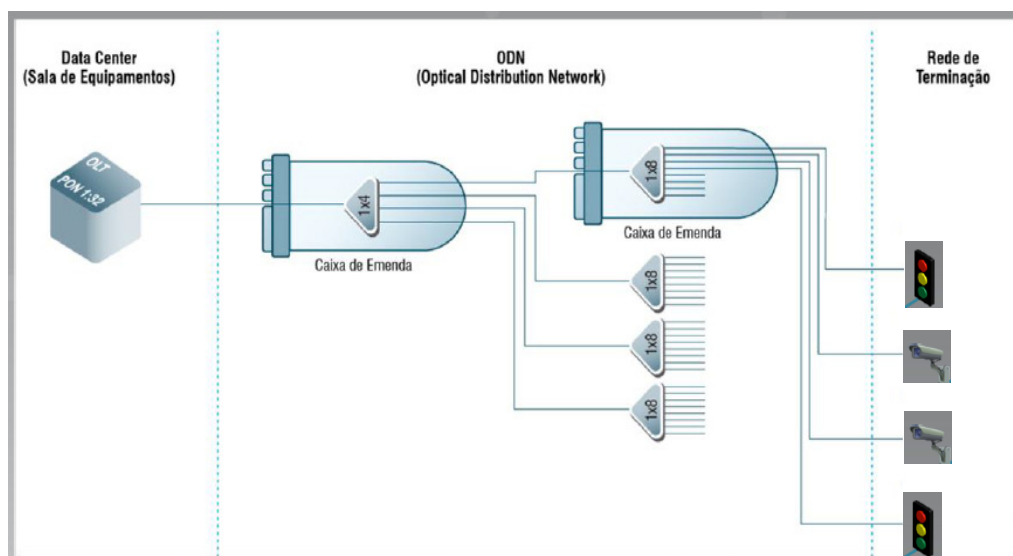


Figura 8 – Exemplo de projeto de rede PON para a implantação de 4 equipamentos de campo e com a infraestrutura física preparada para mais 28 equipamentos de campo usando uma única fibra

Os exemplos mencionados mostram a necessidade de se fazer um planejamento da rede PON, prevendo-se a implantação de equipamentos de campo futuros, já que é impossível fazer a implantação de todos os equipamentos de campo necessários de uma vez só.

A não disponibilidade de um planejamento global implica na implantação, sem nenhuma articulação com projetos futuros, de pequenas redes isoladas (para atender pequenos projetos de implantação de equipamentos de campo) que, com o decorrer do tempo, numa cidade de dimensões como São Paulo, poderá resultar numa rede extremamente emaranhada e confusa, de difícil controle e gestão, tanto para operação como manutenção, comprometendo o desempenho dos equipamentos de campo.

Além disso, o custo total de uma rede planejada é muito inferior à soma dos custos de implantações de pequenas redes isoladas e desarticuladas, por apresentar um melhor aproveitamento das fibras e por exigir menos equipamentos de rede na Central.

Portanto, é fundamental ter um planejamento global da rede PON, com a previsão de todos os equipamentos futuros, de forma que as implantações possam ser feitas de acordo com esse planejamento global e não de forma isolada e desarticulada, obtendo-se o maior benefício-custo possível da rede.