

# Soluções inovadoras para redes de acesso

W. Griffioen, A. van Wingerden,  
C. van't Hul, P. Lock,  
A. van der Tuuk,  
da Draka Comteq (Holanda)

A fibra óptica está prestes a conquistar, depois das redes de longa distância, também as redes de acesso. As necessidades específicas das redes ópticas de acesso têm levado a soluções inovadoras neste campo, como os sistemas compactos de tubo-guia e as redes de par trançado de cobre e coaxiais que podem migrar para redes ópticas, em situações de campo e de acesso compartilhado, permitindo às operadoras alugarem suas conexões.

A desregulamentação do mercado de telecomunicações causou um rápido crescimento das redes existentes e muitas outras estão sendo construídas. Até agora, a maioria dos investimentos ocorreu no backbone. Mas o grande boom ainda está por vir: a reconstrução das redes de acesso. Os requisitos necessários para as redes ópticas de acesso têm levado a soluções inovadoras, baseadas em sistemas compactos de tubos-guia (7 ou 10 mm), que apresentaremos neste artigo. Também analisaremos a migração das redes tradicionais de telecomunicações e CATV para redes ópticas, com uma visão geral e atualizada dessas soluções, todas baseadas no chamado sistema de tubo-guia.

## Sistemas de tubos-guia

O sistema de tubo-guia é um conceito novo para as redes ópticas de acesso e que elimina as limitações da tecnologia tradicional [1,2]. Consiste de feixes de tubos-guia individuais passando por uma rede de dutos de PEAD (polietileno de alta

densidade). Um duto tronco segue pelas ruas e os dutos menores se ramificam para os assinantes. Para essas ramificações são usadas conexões de baixo custo, divisíveis e sob pressão, que podem ser posicionadas em qualquer lugar, a qualquer momento (figura 1). Após a conexão das guias escolhidas são criados os percursos específicos. Cabos miniaturados podem ser aqui instalados, sem necessidade de emenda, ou seja, simplesmente empurrando-os ou usando-se ar comprimido. Esses cabos podem ser de cobre (quatro pares) ou ópticos (2 a 48 fibras). Cabos coaxiais também podem ser soprados nos sistemas de tubos-guia. Todas as construções do cabo oferecem uma excelente resistência às condições de uma instalação externa e ao manuseio. O feixe de tubos-guia

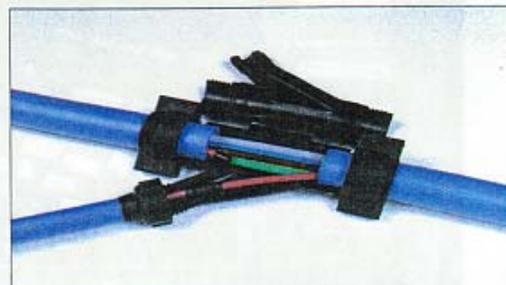


Fig. 1 - Conector de pressão em Y para ramificação de tubo-guia. Um minicabo passa aqui sem emenda

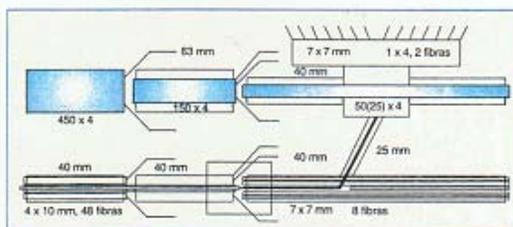


Fig. 2 - Visão esquemática da estrutura da rede Flashnet

não preenche inteiramente o duto de PEAD, oferecendo proteção mecânica suficiente [3] para que todos os tubos fiquem acessíveis em qualquer ponto e facilitando a instalação do feixe.

O sistema se completa com as caixas de emendas opcionais, para conectar cabos alimentadores, de distribuição e drop à rede de acesso. Podem ser usados dutos de proteção separados para essas partes da rede, mas soluções integradas são também possíveis. O novo conceito é menos dispendioso que as técnicas tradicionais. Resolve os problemas atuais, ao conectar clientes comerciais e colocar a FTTH ao alcance de todos.

### De par trançado de cobre à fibra óptica

No projeto Flashnet, desenvolvido na Holanda, as redes de acesso de

cobre recém-construídas foram preparadas para a futura migração para FTTH. O Flashnet é uma estrutura padrão para toda conexão de telecomunicações às residências usada na Holanda (pela KPN), baseada em uma solução

de duto com cabo de quatro pares de cobre; quando a fibra óptica é desejada, o cobre é substituído.

Foi encontrada uma solução para a migração da parte mais complicada da rede de acesso: os ramos mais externos com suas numerosas ramificações. Os dutos de PEAD não ficam totalmente preenchidos, com feixes de tubos-guia (7 mm), nos quais são soprados cabos individuais de quatro pares (1 x 4). Usando-se os conectores simples de pressão, em Y, nos tubos, podem ser feitas ramificações na rede, a qualquer momento e lugar, sem necessidade de emendas. No futuro, as fibras

ópticas poderão substituir os pares de cobre. A primeira experiência foi realizada em dezembro de 1996 e o primeiro piloto operacional em setembro de 1997.

Depois, o conceito foi estendido para a área mais próxima do local de comutação. Aí são usados cabos de cobre com maior número de pares. A partir da central, cabos alimentadores armados (450 x 4) são diretamente enterrados (figura 2) e emendados a três cabos alimentadores não armados (150 x 4), os quais são lançados nos dutos de PEAD de 63/51 mm (figura 3). A próxima emenda é feita junto a três



Fig. 3 - 3,8 toneladas (recorde mundial) de sopramento de ar de cabo (150 x 4) com 35 mm de diâmetro por 2 km de duto de 63/51 mm, usando-se dois compressores em cascata

## A melhor conexão entre você e o mundo

### Sistema Estruturado Para Redes Com Conexões Seguras.

- Categoria 5 e 5E
- Patch Panel
- Organizadores de cabos
- Bloco 110
- Acessórios para Telefonia

UL File NO. E134225

SP File NO. LR92544

ISO 9002

BICSI CORPORATE MEMBER

Made in Korea

DISTRIBUIDORES:

BA - Dis-Cabos (11) 243 6161

PR - Promatec (11) 225 3788

PJ - Ocidental (11) 284 8212

SP - Kapla (11) 5572-3348

**Kapla**  
www.kapla-eng.com

Dek Telecomunicações  
Rua General Flores, 290  
Cj. 122 - Bom Retiro  
01129-610 - São Paulo - SP  
Tel. Fax (11) 3337 5955  
www.dek.com.br  
e-mail: dek@dek.com.br

(ou quatro) cabos de distribuição de 50 x 4 (ou 25 x 4) que são soprados em dutos de 40/32 mm. Os cabos de distribuição seguem as ruas nas áreas residenciais, cada qual servindo 80 assinantes (20% da capacidade do estoque). Finalmente, os cabos drop com quatro pares, instalados em feixes de tubos-guia de 7 mm, em dutos de 40/32 mm, são emendados aos cabos de distribuição por meio de até seis caixas de emenda, ramificando-se então para as residências.

Dutos de PEAD sobressalentes correm paralelos prevendo uma instalação futura de cabos ópticos (figura 2). Da central de comutação, segue o cabo 450 x 4 em tubos-guia de 10 mm no duto de 40/32 mm. Uma conexão é feita a três diferentes dutos de 40/32 mm, com tubos-guia de 10 mm seguindo os cabos 150 x 4. Cabos com 48 fibras são soprados nos tubos-guia, sem emenda. Eles podem ser emendados a cabos de oito fibras, que estão instalados nos feixes de tubos-guia de 7 mm, em dutos de 40/32 mm, seguindo os cabos 50 (ou 25) x 4. Os cabos de oito fibras podem ser conectados aos cabos drop nas caixas de emenda, por meio de conectores em Y (figura 2) e da substituição da tampa dessas caixas por uma caixa de emenda óptica. A conexão óptica residencial é realizada substituindo-se o cabo de quatro pares de cobre por um cabo de duas fibras. Apenas a metade da capacidade da fibra é usada para links ponto a ponto, ficando o restante reservado para FTTH, para todas as

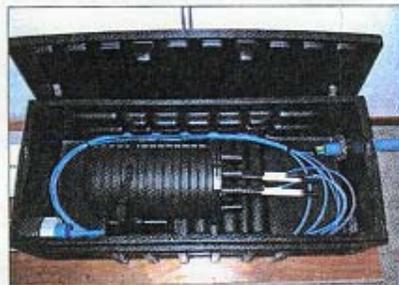


Fig. 5 - Exemplo de caixa com invólucro de emenda hermético (não permite entrada de água)

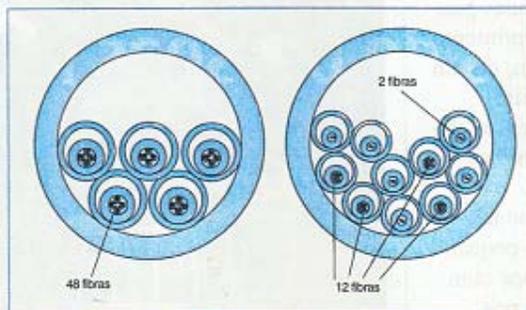


Fig. 4 - Exemplo típico dos tubos-guia e cabos usados, nesse caso, em um duto de proteção de 40/32 mm

residências que usem divisores 1:8 ou 1:4, no primeiro ou no segundo ponto da emenda, respectivamente. Foram feitos vários pilotos operacionais desde setembro de 1999, inclusive envolvendo a instalação em edifícios. Essa técnica foi a escolhida na Holanda, depois de uma licitação na Europa, como o novo padrão para novas instalações, reformas e manutenção.

### De cabo coaxial para fibra óptica

Tem-se uma situação comparável nas redes de CATV. No mesmo sistema de tubos-guia podem ser instalados os cabos coaxiais miniatura. Cabos com atenuação na faixa de 18 dB/100 m a 9 dB/100 m a 230 MHz podem ser soprados em tubos-guia de 7 e 10 mm, respectivamente. A migração para fibra óptica é mais uma vez possível. Uma alternativa são os sistemas de tubos-guia vazios, paralelos às redes híbridas fibra/coaxial. Há planos para implantação do projeto piloto na Holanda em breve.

### Novas redes ópticas de acesso

Essas redes finalmente migram para redes de acesso totalmente ópticas. Assim, se você pula o cobre, uma solução já está lá para redes de acesso ópticas. Isso é verdade para a FTTH. No entanto, os clientes corporativos conectados em fibra exigiram um maior desenvolvimento do sistema, como a maior flexibilidade e maiores distâncias e o número de

fibras. A técnica foi ainda mais aperfeiçoada para satisfazer tais requisitos [2]. Cabos com duas a 48 fibras podem ser soprados em distâncias de até 6 km.

As configurações típicas dos tubos-guia e dos cabos são apresentadas na figura 4. O sistema, totalmente resistente às condições de uma instalação externa (cabos com revestimento hermético de aço, o mesmo modelo usado no OPGW), oferece uma flexibilidade não

existente na tecnologia tradicional: valores vinculados ao mercado, ramificações de baixo custo, em qualquer lugar e a qualquer momento, redução do espaço ocupado no duto e rápida instalação.

A montagem é como as outras técnicas usadas na rede externa (mas agora com a flexibilidade exigida pelas redes de acesso). Os dutos, galerias e tecnologias de emenda existentes (figura 5) podem ser usados. Isso tornou a técnica tão universal, que é usada também nas redes de backbone. Uma óbvia vantagem aqui é a possibilidade de se instalarem apenas as fibras necessárias e de se adiar a escolha dos tipos de fibra até que sejam realmente usados. A começar em setembro de 1999, esse sistema foi demonstrado em vários projetos piloto, desde os de FTTH até os de rede de transmissão de longa distância, em vários países.

### Técnicas de instalação

A instalação de um feixe de tubos-guia é feita no campo, por sopramento (figura 6), usando equipamentos



Fig. 6 - Soprando um feixe de tubos-guia em um duto de proteção (exemplo piloto)

tradicionais, com alguns acessórios para alimentação do feixe. O comprimento normal por sopro é de 1,5 km, ou um pouco menos em trechos muito tortuosos. Maiores comprimentos são facilmente obtidos com a simples conexão de tubos adicionais.

O cabo é soprado usando-se um dispositivo miniatura [4]. Um pequeno compressor é suficiente. Cabos com até esse comprimento, como por exemplo, os cabos até o assinante, podem ser rapidamente instalados. Para maiores comprimentos, são usadas as mesmas técnicas em cascata da tecnologia tradicional: sopro em série com vários equipamentos, ou o uso de um dispositivo de armazenamento onde o cabo é enrolado. Esse dispositivo passivo é uma versão miniaturizada de um dispositivo comumente usado e é alimentado pelo equipamento de sopramento (figura 7).

### Redes ópticas de acesso compartilhado

A técnica de tubos-guia é também usada para redes ópticas de acesso compartilhado, nas áreas comerciais. Uma terceira parte explora essas redes e as diferentes operadoras podem



**Fig. 7 - Bobina de armazenamento passivo, acionado pelo equipamento de sopramento, para aumentar o comprimento de cabo**

alugar fibras apagadas, as quais se conectam a seus assinantes naquelas áreas. As áreas são circundadas por uma "via circular" (figura 8), que funciona como uma fronteira: cabos provenientes de fora, que alimentam a rede compartilhada, não podem cruzar com os cabos internos, para evitar pontos isolados de falhas. A via circular consiste de dutos de proteção de 40 mm, por onde passam cinco tubos-guia de 10 mm, cada qual com espaço para cabos de 48 fibras.

As operadoras de telecomunicações entram na rede compartilhada nos chamados Pontos de Conexão da Operadora (OCP). Ai é feita uma emenda com o cabo dedicado de 48

fibras, o qual é alimentado para um dos cinco tubos-guia da via circular, por meio de um conector em Y. Para tornar a conexão redundante, isso é feito em dois pontos. Os cabos de 48 fibras dos OCPs são emendados nos pontos de manipulação (MPs) a fibras com destino ao assinante, dentro da área compartilhada. Como opção, o equipamento ativo pode ser colocado nos MPs, quando as operadoras solicitarem.

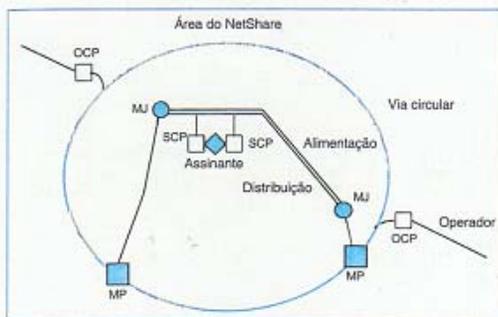
A rede interna consiste de dutos de via dupla de 40 mm, com cinco tubos-guia para cabos de 48 fibras. Esses cabos alimentadores são emendados nas MJs (pontos de emenda, de *multi joints*) a cabos de distribuição de 12 fibras, que chegam ao assinante através de conectores em Y. Os cabos de distribuição são instalados em tubos-guia de 7 mm, passados em feixes de 10 pelos dutos de 40 mm. A emenda dos cabos de distribuição aos cabos alimentadores é feita em elementos de quatro fibras. No ponto de conexão do assinante (SCP), é feita a conexão em unidades de duas fibras. Um SCP pode ter muitas saídas para diferentes assinantes e/ou operadoras de telecomunicações.

Dois projetos piloto com rede compartilhada estão atualmente em

**— Soluções completas para redes de informática —**

Tel. (19) 3231 1037  
e-mail: lotel@interall.com.br  
Av. Dr. Washington Luiz, 696  
Campinas SP 13043-000

**LOTEL**



**Fig. 8 - Visão esquemática da rede compartilhada de acesso**

construção na Holanda. O número potencial de assinantes com dupla conexão, por piloto, é por volta de 300 a 800. O número real de primeiros assinantes será muito menor. A tecnologia tradicional não seria econômica. Mas no sistema de tubos-guia, os investimentos podem ser mantidos baixos. A futura expansão da rede será possível sem que haja necessidade de escavação.

## Conclusões

A solução de instalação de uma rede externa baseada em tubos-guia de dimensões reduzidas oferece a flexibilidade que é exigida para as redes de acesso metálicas e ópticas. Também oferece a possibilidade da migração de redes de cobre para fibra. A técnica foi aprovada em muitas experiências

de campo e em projetos piloto. A possibilidade de se instalar apenas as fibras pagas e de poder adiar a escolha dos tipos de fibra tornou o sistema também atraente para uso em backbones de longa distância. E, finalmente, a mesma técnica pode também ser usada em redes compartilhadas de acesso, onde diferentes operadoras de telecomunicação alugam links a seus assinantes.

## REFERÊNCIAS

- [1] Griffioen, W.; Nijstad, H.; Grooten, A.T.M.; Wingerden, A. van; Brown, G.; Hawkis, D.F.; Plumettaz, G.: A new, extremely versatile, access network cabling concept for migration to optical fiber. Proc. 45<sup>th</sup> IWCS. 1996, pp. 485-489.
- [2] Griffioen, W.; Wingerden, A. van.; Hul, C. van't.: Versatile outside plant solution for optical access networks. Proc. 48<sup>th</sup> IWCS. 1999, pp. 152-156.
- [3] Skalman, K. Nygard; E. Siönäs, Edman, S.; Danielsson, G.: The equipment and cables used in the optical fibre network at Banverket, Suécia. Proceedings Interwire. Atlanta. EUA. Nov./1992.
- [4] Plumettaz, G.: A new universal tool for the placement of microcables in the local and business access networks. Proce. EC'99. 1999, pp. 76-80.



**Fio telefônico  
FE-100  
FE-160**

Fios de liga de cobre (bronze), com isolamento de PVC ou polietileno.

Os fios telefônicos possuem certificado da ANATEL.



**Fio telefônico  
FEAA 80  
FEAA 100  
FEAA 160**

Fios bimetalíticos (aço/cobre) com isolamento de PVC ou polietileno.



**Cabos bimetalíticos  
(aço/cobre)  
Condutividade 30%  
e 40% IACS**

Utilizados em sistemas de aterramento, estaionamento de redes elétricas, instalações aéreas de longas distâncias, e diversas outras aplicações.



**Fios bimetalíticos  
(aço/cobre)  
Condutividade 21%,  
30% e 40% IACS**

Utilizados em sistemas de aterramento, como contrapeso para torres de linha de transmissão, e outras aplicações.

Na linha industrial são também aplicados na fabricação de cabos coaxiais, varistores, suporte para filamentos de lâmpadas e outros.

## FIO BIMETÁLICO ( aço / cobre )

Os fios bimetalíticos possuem uma alta resistência à tração e à corrosão.

A camada de cobre que constitui o revestimento do aço é obtida por processo de caldeamento contínuo, de modo a garantir a união permanente e homogênea dos dois metais.

Além de proporcionar uma economia mínima de 20% no projeto, o uso de fios bimetalíticos desestimula o furto de cobre.



**COPPERSTEEL  
BIMETÁLICOS LTDA.**

Deptº Comercial

Tel.: 16 3820.1587

Fax.: 16 3820.1570

e-mail: coppersteel@coppersteel.com.br