

Comunicazioni ottiche, attualità e previsioni

Autor(en): **Donnelly, Alan F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **52 (1974)**

Heft 10

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-874778>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Optische Kommunikationssysteme, gegenwärtiger Stand der Technik und Zukunftsaussichten

Zusammenfassung. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick ohne technische Einzelheiten über die Verfahrenstechnik der Nachrichtenübermittlung mit Lichtstrahlen unter Verwendung von Glasfaser-Wellenleitern.

Liaisons de télécommunications optiques, situation actuelle et perspectives

Résumé. Cet article donne un bref compte-rendu non-technique sur la technologie des liaisons de télécommunications par faisceaux de lumière utilisant des guides d'onde optiques en verre.

Riassunto. Questo articolo contiene un breve studio, non specialistico, della tecnologia delle comunicazioni con l'impiego di raggi di luce trasmessi lungo guide d'onda ottiche.

1. Il problema d'attualità nelle comunicazioni: la congestione

Si è discusso parecchio della crescente congestione delle linee di telecomunicazione, particolarmente sentito nelle megalopoli degli Stati Uniti dell'est e nella maggior parte delle aree metropolitane di tutto il mondo. Il cittadino medio avverte questi problemi di congestione quando si trova nell'impossibilità di stabilire una comunicazione telefonica, perché tutte le linee o i circuiti di collegamento sono occupati. Un'altra seccatura tra le più comuni è rappresentata dalle comunicazioni disturbate.

Questa congestione è il risultato del crescente impiego delle linee telefoniche per trasmettere ogni genere di informazioni, a partire dalle conversazioni personali fino alla trasmissione di immagini ed allo scambio di dati tra i calcolatori.

Una soluzione troppo semplicistica potrebbe essere l'aggiunta di altre linee telefoniche. Ma essa è contrastata dalle limitazioni di spazio – particolarmente in quelle città in cui le condutture negli edifici e sotto le strade sono già sovraccaricate e non è assolutamente più possibile trovare altro spazio per nuovi cavi. La soluzione più realistica sarebbe quindi l'introduzione di un sistema di comunicazione che possa portare un numero molto maggiore di messaggi entro uno spazio uguale oppure minore.

Da tempo gli scienziati sanno che la luce è – in teoria – il mezzo di comunicazione più veloce, ed ha una capacità migliaia di volte superiore rispetto ai cavi a conduttori e perfino alla radio ad onde corte. Lo sviluppo raggiunto dai laser negli ultimi decenni ha dato il maggior impulso al sogno umano di riuscire a comunicare per il tramite di raggi di luce. Tuttavia, i ricercatori si sono resi presto conto che inviare nello spazio raggi di luce «non protetti» non rappresenta una soluzione dei problemi di comunicazione di massa. Le lunghezze d'onda impiegate da questi raggi sono così piccole che le particelle atmosferiche provocano la dispersione dei segnali.

Per risolvere questo problema gli scienziati si misero a studiare dei mezzi per «incanalare» i raggi di luce dal trasmettitore al ricevitore. I primi esperimenti dimostrarono che le guide d'onda, come sono ora chiamate, avrebbero dovuto trasmettere i segnali di luce con una perdita minima per essere economicamente validi. Tale perdita di luce lungo il tragitto viene espressa in decibel, una misura del rapporto tra l'energia in ingresso e quella in uscita. La massima perdita che potrebbero sostenere e che permet-

tono di mantenere le guide d'onda per collegamenti di comunicazioni è stata generalmente concordata sui 20 decibel per chilometro (dB/km) nelle lunghezze d'onda che interessano la trasmissione di segnali – 800 nanometri e più. Questo livello di perdita permette di disporre i ripetitori (preamplificatori di segnali) ad intervalli ragionevoli, tali da rendere possibile la realizzazione di sistemi di comunicazioni ottiche. È ovvio che, con una perdita minore ed una distanza tra i ripetitori maggiore, si potranno ottenere elevate economie in tutto il sistema.

2. Sviluppo delle guide d'onda

Inizialmente furono studiati due tipi di guide d'onda. Uno formato da tratti di tubature cave: una serie di lenti rimetteva a fuoco i raggi laser durante il loro tragitto nei canali. La maggiore limitazione di questo metodo era rappresentata dal ristretto raggio di curvatura delle guide d'onda che le rendeva del tutto inadatte, ad esempio, per gli «impianti» dei grattacieli nelle zone metropolitane.

L'altro tipo di guida d'onda esaminato fu la fibra ottica, che si fonda sul principio della riflessione totale interna della luce. Ciascuna guida d'onda è formata da un trefolo centrale in vetro dotato di un certo indice di rifrazione, circondata da un rivestimento esterno in vetro avente un indice di rifrazione differente. Perciò la luce entrando nel nucleo di vetro ed incontrando l'interfaccia tra rivestimento e nucleo ad angoli obliqui viene ripetutamente riflessa all'interno del nucleo per tutta la lunghezza della fibra. Le idee possono variare, ma tutte si fondano sul principio dell'impiego di materiali trasparenti con indici di rifrazione differenti.

Per analogia, si può pensare ad un uomo seduto in una barca su un vasto lago, egli può vedere attraverso l'acqua fino al fondo se guarda direttamente nell'acqua vicino alla barca, ma, non appena sposterà lo sguardo lungo l'acqua a punti più distanti dalla sua barca, il lago diventerà uno specchio che riflette la costa di fronte ed il cielo. Lo stesso principio si applica alle guide d'onda a fibre ottiche. L'interfaccia tra i due vetri può essere paragonata a quella tra aria ed acqua, ciascuna delle quali ha un indice di rifrazione differente.

I risultati dei primi esperimenti con guide d'onda ottiche effettuati agli inizi degli anni sessanta presentavano livelli di perdita superiori a 1000 dB/km, il che limitava l'intervallo dei ripetitori a meno di 30 metri. A quell'epoca le guide d'onda a fibre ottiche erano solo una promessa.

3. Assecondando la promessa

Nei laboratori di ricerca della *Corning Glass Works* un gruppo di scienziati unì le conoscenze tecnologiche nei campi della fusione e formazione del vetro e delle misure ottiche. Il loro intento era di produrre guide d'onda con fibre ottiche in vetro capaci non solo di rendere possibili, ma di trasformare in realtà le comunicazioni a raggi di luce.

Nel 1970 i ricercatori della ditta erano riusciti a creare una combinazione di materiali e di processi di formatura capaci di produrre sottili fibre di vetro aventi livelli di attenuazione (perdita) equivalenti a 20 dB/km o meno. L'aver raggiunto questo livello di perdita – a cui le comunicazioni ottiche potevano diventare una realtà – rappresentò una svolta. Nei tre anni seguenti i loro sforzi si concentrarono sul miglioramento dei valori di attenuazione e sullo sviluppo di un metodo per fabbricare le guide d'onda in sezioni lunghe.

Nel 1972 le misure di perdita di segnale su lunghi tratti di guide d'onda prodotte dalla Corning, scesero a 4 dB/km (fig. 1 e 2). Contemporaneamente le misurazioni su queste guide d'onda ad alta trasmissione indicarono che l'attenuazione definitiva delle guide d'onda in vetro sarebbe stata di circa 2 dB/km, come ciò venne dimostrato nel 1973. A questo livello l'intervallo tra i ripetitori raggiunse i 16 chilometri. Infatti, se le acque del mare fossero trasparenti quanto queste guide d'onda, sarebbe possibile vedere direttamente fino al fondo della Fossa delle Marianne, alla profondità di circa 11 chilometri. Le possibilità di impiego della luce per le telecomunicazioni avevano quindi fatto passi da gigante.

Ogni passo avanti fatto dall'uomo nel controllo di lunghezze d'onda sempre più piccole ha portato ad un balzo verso maggiori capacità di trasmissione delle informazioni. Se le lunghezze d'onda diventano piccole, maggiore sarà il numero delle onde a frequenze più alte che possono essere inviate lungo i canali di comunicazione, aumentando così la quantità di informazioni che un canale può portare. Quest'ultimo sviluppo, consentendo di comunicare a lunghezze d'onda ottiche, promette di aumentare di 10 000 volte la capacità di trasmissione dei segnali. Una sola fibra ottica, circa un quinto del diametro di un capello umano, può fare il lavoro di 10 000 normali fili telefonici. E c'è di più, queste fibre sottili possono essere riunite in fasci delle dimensioni di normali cavi telefonici, rendendo così facile il compito di sostituire gli attuali cavi. A causa delle piccole dimensioni e del loro funzionamento basato sulla totale riflessione interna, le fibre hanno un raggio di curvatura inferiore ad un pollice (25,4 mm) – anche in rotoli.



Fig. 1
Misure di attenuazione su lunghi tratti di guide d'onda ottiche. La Corning è riuscita a produrre guide d'onda in vetro lunghe fino a tre chilometri con attenuazione media di 4 dB/km



Fig. 2
L'intensità della luce trasmessa per un lungo tratto di guida d'onda ottica in vetro è messa in evidenza dallo scintillio proveniente dal terminale di una fibra di diametro inferiore ai cinque micron

4. Oggi il collegamento – Domani il sistema

In seguito agli sforzi di ricerca della Corning, le comunicazioni ottiche sono arrivate al punto di dover attendere un ulteriore sviluppo dei dispositivi che originariamente provocarono la realizzazione delle comunicazioni ottiche – cioè le sorgenti di luce. I laser sono ancora i candidati principali all'impiego come fonti di luce. Essi danno luogo a raggi di luce coerenti e concentrati che sono ideali per le comunicazioni ottiche. Tuttavia la tecnologia atta ad imprimere informazioni ai raggi laser si è dimostrata difficile da padroneggiare. Ed è la combinazione tra la luce laser e le guide d'onda ottiche che costituisce la maggiore promessa di aumento delle capacità di comunicazione.

Non contenti di attendere lo sviluppo dei sistemi a base di laser, i ricercatori della Corning hanno proceduto a collegamenti sperimentali usando le emissioni modulate dei diodi emettitori di luce (LED). Con tali connessioni, sia i segnali audio, sia quelli video provenienti da una telecamera portatile, hanno potuto essere modulati e trasmessi, con successo in guida d'onda fino a 330 metri di distanza, poi demodulati e riprodotti in un televisore convenzionale funzionante alla frequenza video di uso commerciale (fig. 3).

In aggiunta a questo si stanno sviluppando degli accoppiamenti ottici per i sistemi di comunicazioni a guide d'onda capaci di ridurre al minimo le perdite quando i segnali si diramano dalle linee principali verso i terminali. La Corning sta anche cooperando in campo mondiale con altre ditte interessate alle comunicazioni ottiche, come ad esempio il *Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni* (CSLT) e le

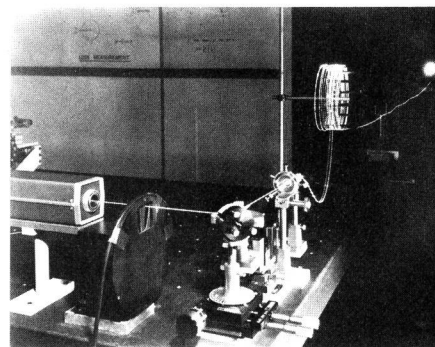


Fig. 3
Dimostrazione di impiego di guide d'onda a fibre ottiche in vetro nelle linee di comunicazione

Industrie *Pirelli* in Italia; la *Siemens* di Monaco, Germania Federale; la *CIT-Alcatel, Câbles de Lyon* ed il *Laboratoire de Marcoussis*, in Francia; la *British Insulated Callender's Cables Ltd* et la *Plessey Co. Ltd*, in Inghilterra; e *Furakawa Electric Company, Ltd* e *Fujitsu Ltd*, nel Giappone. Nel Regno Unito il *British Post Office*, l'ente britannico delle poste, è stato uno dei primi e più convinti sostenitori dello sviluppo dei sistemi di comunicazioni ottiche, perché da tempo mirava a risolvere la congestione delle comunicazioni nella zona di Londra e tra l'Inghilterra ed il resto dell'Europa.

Nel frattempo gli sforzi di ricerca e sviluppo relativi alla definizione degli ingressi ed uscite delle comunicazioni

ottiche continuano, sia presso i *Bell Laboratories* sia altrove negli Stati Uniti. Essi sono attualmente concentrati sulla radiazione terrestre, le sollecitazioni e le variazioni termiche.

Molti scienziati sono ormai dell'opinione che i sistemi di comunicazioni ottiche non appartengono più al solo regno della fantasia, ma esistono già e saranno impiegati comunemente negli anni ottanta.

Indirizzo del autore: Allan F. Donnelly, c/o Corning Glass Works, New York 14830 (USA).

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

- | | |
|---------------|--|
| W. Zach | Die Mehrfrequenzcode-Zeichengabe im schweizerischen Telefonnetz
La signalisation par code multifréquence dans le réseau téléphonique suisse |
| P. Benoît | Abaques pour la détermination rapide du facteur de réduction des armures des câbles
Diagramme zur raschen Bestimmung des Reduktionsfaktors von Kabelarmierungen |
| R. P. Lorétan | Die Sicherstellung des Betriebs in Raumvielfach-Telefonzentralen und ein neuer Weg zur Einführung von Rechnersteuerungen |
| A. Brunold | Erdnetze aus verzinktem Kupferband (Fortsetzung und Schluss)
Réseaux de mise à terre en rubans de cuivre zingué (suite et fin) |
-