

## II TELEGRAFO ACUSTICO ed OTTICO

Il termine **telegrafia** indica genericamente un sistema di comunicazione a distanza. Se i segnali trasmessi sono di natura acustica od ottica si parla di telegrafia acustica od ottica. La telegrafia si distingue dalla telefonia poiché non trasmette messaggi parlati, ma solo simboli o testi scritti.

Lo strumento che consente la comunicazione è ovviamente il “telegrafo”. Il testo della comunicazione è il “telegramma”.

L’etimologia di questi termini è, come al solito, di origine dal greco antico: *tele-* = lontano; *grefein* = scrivere.

Coniata nel mese di aprile del 1793, la parola **telegrafo** è legata all’avventura dei fratelli Chappe.

L’inventore di questo nuovo modo di comunicare fu un certo Claude Chappe (1763 – 1805), fisico, di Brulon nella Sarthe. All’inizio, Chappe usava un sistema di movimenti di braccia meccaniche (di giorno) o di lanterne (di notte) e lo chiamò tachigrafo, in seguito “telegrafo” o “telegrafo aereo”. Per mantenere la segretezza, il telegramma Chappe non veniva trasmesso lettera per lettera, ma in linguaggio “condensato” e cifrato. Chappe si ispirò ai principi della tachigrafia, la stenografia di allora. Su circa trecento posizioni diverse che potevano prendere le braccia e le lanterne della sua ingegnosa macchina, Claude Chappe ne selezionò 92, le più chiare, che servivano a dare per mezzo di uno, due, tre, quattro segnali, le referenze - linea e pagine - di un repertorio di 9.999 parole usuali o frasi, generalmente d’ordine militare. Ma su questo sistema dovremo ritornare più a lungo e con altri dettagli.

### Semafori e Telegrafi del passato

La distinzione fra il significato etimologico di Semafori e Telegrafi spiega la differenza fra “trasmettere dei segni” (semaforo, dal greco *sema*= significato e dal latino *ferre*= portare) e “scrivere lontano” (telegrafo). Il **semaforo** è un sistema non organizzato di trasmissione di segnali codificati (avanti, stop, ritirata, attacco, fuoco, ecc.) fra due punti lontani; il **telegrafo** è un sistema di comunicazione per la trasmissione a distanza (anche con stazioni successive multiple) di notizie codificate, ossia di segnali che rappresentano codici, cifre e segni da trasformare in scrittura.

Tracce di questi sistemi semaforici di comunicazione si trovano anche nei poemi omerici. Si utilizzavano il fumo o gli specchi riflettenti durante il giorno ed il fuoco o le fiaccole durante la notte.

Per comunicare a distanza, specialmente per esigenze militari, fin dal mondo antico (Grecia, Cartagine, Roma), sono stati utilizzati segnali visivamente rilevabili; di giorno con colonne di fumo, bandiere, movimenti delle braccia, e simili; di notte con fuochi, torcie o falò. Modernamente, per i segnali ottici sono state utilizzate sorgenti intense a fascio collimato (concentrato), una specie di “faro”, la cui emissione può essere modulata da opportuni schermi opachi mobili.

Nella navigazione da nave a nave o dalla costa alla nave e viceversa, i sistemi utilizzati erano più o meno gli stessi che si usano oggi: suoni, bandiere e luci, ed erano in uso soprattutto per comunicare notizie semplici, specie in mare fra le imbarcazioni in navigazione.

La telegrafia ottica antica prima del Chappe era comunque scarsamente utilizzata, soprattutto perchè mancavano gli strumenti per vedere in lontananza (cannocchiali), col risultato che la no-

---

<sup>1</sup> Ringrazio il geom. Andrea Sini per avermi fornito tutto il materiale necessario alla stesura di questo testo.

tizia, per essere trasmessa velocemente, avrebbe necessitato di un numero troppo elevato di stazioni intermedie. Molti metodi sono stati usati in passato e poi abbandonati perchè poco pratici.

In queste pagine descriveremo sommariamente alcuni esempi di comunicazione tramite segnali acustici ed ottici, in buona parte abbandonati modernamente, ma l'elenco potrebbe allungarsi all'infinito.

I sistemi ottici presupponevano naturalmente la visibilità diretta fra il trasmittente ed il ricevente e quindi, anche, la trasparenza dell'atmosfera. Per allagare la portata del sistema, venivano ovviamente scelte postazioni elevate o addirittura costruzioni apposite (torri e simili).

Per grandi distanze, erano costruite delle stazioni intermedie, ognuna in vista dell'altra. Con questi metodi, in buone condizioni atmosferiche, un messaggio poteva essere trasmesso alla velocità fino a 1'000 km l'ora.

In molte località dell'Europa si rinvenivano ancora i resti di tali torri, rimaste in uso anche per secoli, fino ai primi decenni dell'800.

Per migliorare la segretezza dei messaggi, si usava un codice convenuto fra il trasmittente iniziale ed il ricevente finale, ma tenuto segreto alle stazioni intermedie.

In ogni caso, sia per migliorare la portata della trasmissione, sia per ridurre le possibilità d'intercettazione, il segnale deve essere inviato in un angolo solido il più stretto possibile, certamente centrato sul sistema ricevente. Ciò è relativamente facile con sistemi ottici moderni (specchi concavi, lenti normali, lenti di Fresnel, prismi (vedi oltre), ma è difficile con sorgenti luminose normali (fuochi) o con suoni.

Nel caso di segnali ottici, la portata della trasmissione viene facilmente aumentata quando il ricevente punta sull'apparato trasmittente un buon cannocchiale.

Il **telegrafo acustico** si avvale di suoni non articolati: strumenti a fiato, tamburi, tam-tam, vocalizzi, ovviamente con portata limitata.

Nell'antichità si usavano quali mezzi per amplificare la voce alcuni oggetti che si ritrovano in natura. Fra questi vi erano corna di animali e conchiglie, il cui interno cavo di diametro crescente riduceva la dispersione del suono.

I messaggi sono in questo caso facilmente intercettabili poiché il segnale acustico è generalmente poco direzionale. Così sono sempre stati usati i rintocchi delle campane della chiesa per chiamare a raccolta i fedeli o dare notizia di nascite e morti; oppure sirene nelle fabbriche per definire l'entrata, l'uscita, la pausa pranzo, ecc.

Lo storico greco Diodoro Crono (IV sec. a.C.) racconta che, con una catena formata da uomini urlanti, appostati su idonee alture, il re persiano Dario I (522 (?) - 486 a.C. figlio di Istaspe) trasmetteva le notizie dalla capitale alle province dell'impero. Questo tipo di trasmissione era 30 volte più celere di quella effettuata tramite il tradizionale metodo dei corrieri. Nel "*DE BELLO GALLICO*", Giulio Cesare (100 - 44 a.C.) scrive che i Galli, tramite le voci umane, riuscivano a mobilitare tutti i loro guerrieri in soli tre giorni.

Un certo "cavaliere di Morland" aveva presentato al re d'Inghilterra nel 1670 delle "trombette parlanti", delle specie di tube di forma conica, lunghe circa un metro. La loro portata era proporzionale al volume polmonare del trasmittente; si parla di due o tre miglia.

Si fece notare anche il francese Dom Gantey che, un secolo dopo (1782-83), mostrò che, per mezzo di tubi, la voce si poteva propagare e rimanere intelligibile fino a 300 metri di distanza. Un sistema di tubi interrati avrebbe permesso di trasmettere suoni in modo quasi non intercettabile dall'esterno. Un simile impianto era economico e facile da riparare. Si trattava non di un vero "tele-grafo", ma di un "tele-logo" (discorso a distanza).

La comunicazione vocale per mezzo di tubi è stata del resto utilizzata fino a tempi recenti all'interno di grandi edifici, alberghi e simili; all'estremità di ogni tubo vi era un tappo foggato a fischiello; per chiamare qualcuno bastava togliere il tappo al tubo giusto e soffiarvi dentro; il de-

stinatario ascoltava il fischio di chiamata, toglieva il tappo dalla sua parte ed avvicinava l'orecchio all'estremità del tubo.

Nel settimo volume dei *Voyages* di Bernoulli (1700-1782) a Berlino viene descritta una specie di tam-tam costituito da cinque campane di diverso suono, dalla cui combinazione si possono esprimere tutte le lettere dell'alfabeto.

Fino a tempi recentissimi è stata utilizzata la possibilità di avvistare a distanza l'arrivo di aerei ascoltandone il rumore: venivano impiegati uomini ciechi, quindi con udito affinato, muniti di grandi "cornette" a imbuto, utili per raccogliere il suono più debole. Gli imbuti erano orientabili in quanto le loro capacità di ricezione sono molto direzionali.

Nella figura qui sotto, un esempio di tam-tam ancora in uso in certi paesi.



Si potrebbe citare a questo punto la “**posta pneumatica**”, oggi ovviamente abbandonata: un sistema di tubi che collegavano locali vicini (uffici di uno stesso stabile, locali di servizio e simili); un foglio o gruppo di fogli veniva posto in un recipiente cilindrico ed infilato in un tubo di qualche centimetro di diametro. Chiusa l'estremità del tubo ed aperto in esso l'afflusso di aria compressa, il cilindro scorreva velocemente fino all'altra estremità per cadere in un apposito cestino.

Non si tratta qui di trasmissione di messaggi, ma di oggetti.

Il **telegrafo ottico** è stato invece assai più diffuso fin dai primordi della storia umana.

Ancora oggi, possiamo vedere un modo ottico o “visuale” di trasmettere messaggi nei linguaggi dei sordomuti tramite i gesti delle mani o del corpo. Molte versioni, molte applicazioni.

Nei tempi storici però gli esempi si sono andati moltiplicando.

Omero (IX–VIII secolo a.C.) e Pausania (reggente di Sparta, ? – 468 a.C.) parlano in varie loro opere di segnali costituiti da fuochi, usati anche da Palamede e Simone nella guerra di Troia e, ancora prima, nella festa delle fiaccole ad Argos. Questa festa doveva ricordare fatti storici recenti che erano stati portati a conoscenza di popoli lontani appunto con segnali di fuoco.

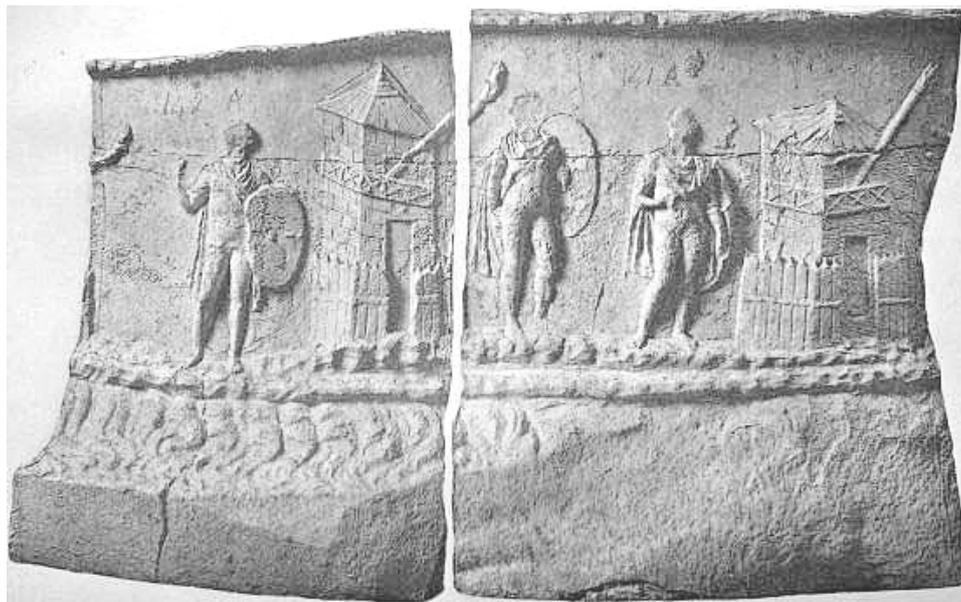
Sono citate anche torri su cui si accendevano fuochi sul promontorio di Sigea e sull'isola di Pharos. Del resto, varie parole greche ricordano queste usanze: *pharos* = faro; *pursos* = focherello; *phructos* = segnali delle torce, ecc.

In campo militare venivano usati naturalmente anche altri segnali: fumate, bandiere e simili.

La colonna traiana (113 dopo Cristo) riporta l'unica citazione da Roma antica (anno 867 di Roma) dell'uso di segnalazioni per mezzo di torce. Il bassorilievo (figura seguente) rappresenta la spedizione di Traiano in Dacia (l'attuale Romania), con un edificio fornito di balcone e cir-

condato da una palizzata; da una finestra emerge una grossa torcia.

Nell'intero impero romano si contavano circa 1400 stazioni con fuochi di notte e standardi di giorno



Anche tamerlano usava bandiere colorate per comunicare ordini semplici (“giustiziare i prigionieri”, “disponibile ad accettare la resa”, “distruggere tutto”).

La telegrafia ottica si serviva del fuoco durante la notte, e del fumo o di specchi riflettenti durante il giorno. Nei poemi omerici spesso si accenna a tali sistemi di comunicazione. Il poeta tragico Eschilo (525 - 456 a.C.) descrive abbastanza dettagliatamente questa cosa nell' *"Agamennone"*. Ci è pure noto attraverso la Bibbia come *Mosè* guidasse gli Ebrei nella loro fuga dall'Egitto a mezzo di colonne di fuoco e fumo.

Simone Porta, filosofo e medico napoletano (1496–1555) avrebbe pensato di inviare, con opportuni specchi, fasci di luce sulla luna in forma di lettere, in modo che da ogni punto della terra si potessero vedere i suoi segnali. La fantasia umana non ha certamente limiti.

Un sistema misto (“telegrafo ottico ad acqua”) si può considerare quello del greco **Enea** (IV secolo a.C. circa), soprannominato “il tattico”, esperto militare, scienziato e crittografo.

L'invenzione di Enea consisteva in due grossi contenitori d'acqua con un galleggiante in sughero sostenente un'asta che riportava dei simboli. Con l'aiuto di torce che avvisavano i due interlocutori, si dava il via e lo stop allo svuotamento sincrono dei due contenitori (un foro in basso ai contenitori aveva lo stesso diametro in entrambi). In questo modo le aste erano scese della stessa misura e l'osservatore poteva leggere il medesimo simbolo sull'asta.

Il destinatario, visto il primo messaggio con torcia, confermava, con un'altra torcia, di aver ricevuto l'avviso, ed a quel punto tutti e due aprivano il rubinetto, così che l'acqua dei due vasi defluisse praticamente in sincrono.

Ovviamente, i due interlocutori dovevano avere concordato in anticipo il significato delle tacche di livello, che doveva essere identico sulle due aste.

In questo primo esempio di **telegrafo ottico**, in realtà vengono trasmessi solo i segnali di inizio e di fine messaggio e non il vero contenuto informativo che viene ricostruito, desunto, a distanza. I due contenitori potevano rappresentare una specie di classidra ad acqua che consentiva il sincronismo delle due stazioni.

Questo sistema, basandosi sul sincronismo dello svuotamento ottenuto con l'osservazione delle torce, era di fatto molto limitato nella quantità di messaggi che poteva trasmettere (l'asta non poteva essere molto lunga), pertanto era di scarsa utilità.



Nella figura qui sopra a sinistra si osserva un modellino ricostruito di questo “telegrafo” ad acqua ed una raffigurazione schematica del medesimo in un francobollo moderno, messa a confronto con un oggetto decisamente più tecnologico.

Sopra a destra, un bassorilievo che mostra proprio uno dei contenitori ed un soldato con una mano sul rubinetto e la fiaccola nell'altra.

Polibio, storico e politico greco del III sec. a.C. trovò un'altra soluzione ideando un sistema per trasmettere qualsiasi tipo di messaggio. Polibio capì che le torce utilizzate nel sistema di Enea il Tattico potevano essere utilizzate per trasmettere sia i segnali di sincronismo sia l'informazione vera e propria. Creò allora un codice fatto da una tabella di 5 righe e 5 colonne, che esprimeva 25 lettere dell'alfabeto.

Il sistema di trasmissione si basava sulle torce sollevate dalle due mani di un uomo. Alla mano sinistra erano associate le righe e alla destra le colonne. Per trasmettere, ad es., la lettera B (codificata in 12) l'uomo sollevava una torcia nella mano sinistra e due torce nella mano destra.

Il telegrafo a fiaccole di Polibio è stato tra i sistemi di telecomunicazioni più utilizzati nella storia, almeno fino quasi al XVIII secolo. I Romani realizzarono questo sistema di trasmissione impiantandolo sulle torri di segnalazione lungo le consolari e le strade costiere. Ai tempi di Giulio Cesare un messaggio così trasmesso da Roma impiegava appena un giorno per raggiungere la Gallia.

Nel periodo imperiale i Romani crearono una vera e propria rete di torri di segnalazione, che partiva da Roma e, seguendo la costa, arrivava in Francia, proseguiva per la Spagna, raggiungeva le coste africane, l'Egitto, fino all'attuale medio oriente; una copertura di 1500 città e villaggi per oltre 12.000 Km. Per giungere dall'altra parte del mediterraneo il messaggio impiegava due giorni.

Gli indiani d'America, fino a tempi recenti, accendevano il fuoco e lo coprivano parzialmente con erba o frasche verdi; in seguito, le fiamme venivano soffocate con una coperta finché quest'ultima non veniva improvvisamente tolta dal fuoco. Con le colonne di fumo che si alzavano era possibile inviare notizie ad un'altra tribù anche attraverso una grande prateria.

Spesso i segnali di fumo venivano usati anche per la caccia ai **bisonti**, proprio perché non

emettevano rumore.

In Cina, anche i guardiani della grande muraglia comunicavano attraverso segnali di fumo.

In Sardegna, a causa delle frequenti incursioni dei Barbari, si iniziarono a costruire delle torri di avvistamento a partire dal 1572. Un piccolo contingente di soldati, quando avvistava le navi nemiche, dava l'allarme con segnali di fumo creato mediante un padellone di ferro che veniva caricato con erica bagnata e bitume e poi incendiato.

Nel 1588, al largo delle coste di Plymouth venne avvistata l'Armata Spagnola. Londra distava 300 Km e la notizia arrivò dopo 20 minuti, trasmessa attraverso le fiaccole da una catena di torri distanti 12 Km l'una dall'altra.

In Marina viene impiegato tuttora un telegrafo ottico costituito da un piccolo faro che può essere oscurato o meno agendo su una levetta. Si tratta di una forte lampada capace di produrre un fascio ben collimato, rinviato da uno specchio sferico o paraboloidico. Un sistema di lamelle orizzontali può essere manovrato con una levetta, come una tenda "alla veneziana", e con ciò liberare o bloccare il fascio. Così è possibile inviare segnali Morse<sup>2</sup> da una nave ad un'altra per mezzo di impulsi di luce.

Un altro sistema impiega due bandierine impugunate da un marinaio che, assumendo diverse posizioni, codifica lettere e segnali standard (vedi le figure nelle due pagine seguenti). Altri tipi di bandiere sono usati nel Codice Internazionale Nautico<sup>3</sup>.

In fondo, sia pure a brevissima distanza, anche il codice gestuale dei sordi è una forma di comunicazione ottica; il singolo messaggio esprime spesso una parola, un concetto, un'intera frase.

Altri metodi proponevano di servirsi dei raggi di sole o di una sorgente artificiale per inviare lontano dei segnali tramite specchi. Questa trasmissione ottica consisteva nel raccogliere un raggio di luce su uno specchio orientato in modo che il raggio venisse riflesso e colpisse un altro specchio lontano. Seguendo la rapidità con la quale si interponevano degli schermi fra la sorgente e lo specchio proiettore, si producevano dei lampi di una durata variabile che potevano servire da base per un vocabolario telegrafico.

Il metodo richiede solo uno o più specchi. Di notte, serve ancora una lampada o una torcia. Di giorno basta il sole. Nel caso di territori invasi da truppe nemiche, questo può diventare l'unico sistema possibile di trasmissione a distanza.

Tale tecnica era stata proposta per l'Algeria dal francese Leseurre.

Alle pagine seguenti, qualche schema di codici marinareschi, il primo affiancato dal codice corrispondente Morse e da un codice per sordi (dal "Dizionario enciclopedico scientifico e tecnico" McGraw-Hill/Zanichelli, Bologna, 1985, modif.).

---

<sup>2</sup> Il codice Morse, creato dallo statunitense Samuel F. B. Morse (1791–1872), è una combinazione di punti e linee che rappresentano numeri e lettere dell'alfabeto, dove la durata di una linea equivale a quella di tre punti. I primi strumenti elettrici per la trasmissione telegrafica furono inventati nel 1837 da Morse e, indipendentemente, dal fisico britannico Charles Wheatstone in collaborazione con l'ingegnere William F. Cooke, anche se basati su principi diversi. Ne ripareremo alla fine dell'articolo.

<sup>3</sup> È un sistema visivo di segnali usato nelle comunicazioni marittime. Il primo Codice internazionale dei segnali, pubblicato in Gran Bretagna nel 1857, prevedeva l'uso di 18 bandiere. Nel 1932 venne diffusa una nuova edizione in sette lingue (inglese, francese, tedesco, italiano, giapponese, spagnolo e norvegese) suddivisa in due volumi, di cui il primo dedicato alla telegrafia ottica, il secondo alla radiotelegrafia.

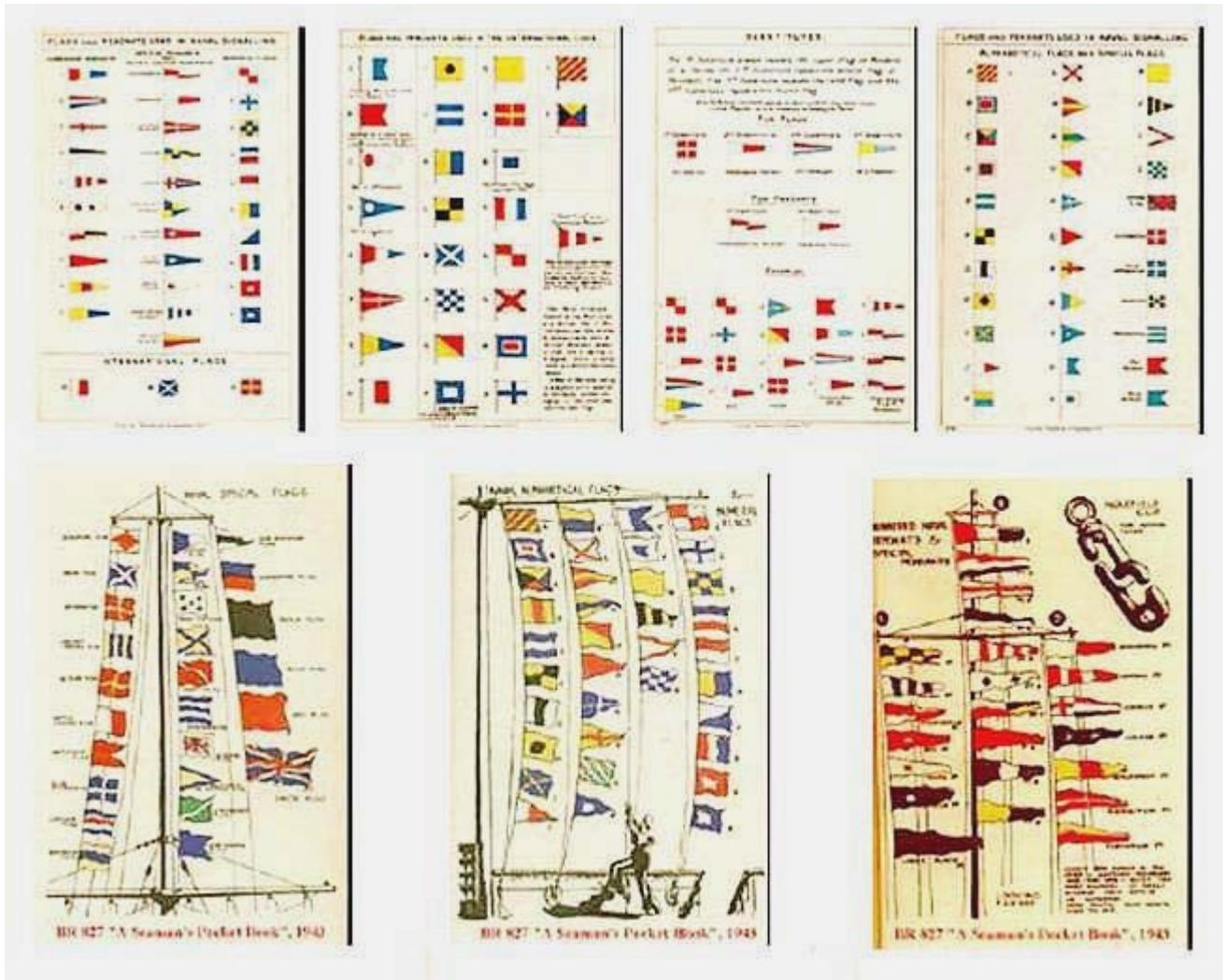
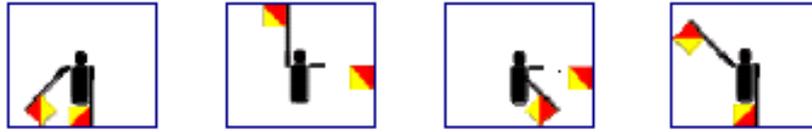
L'ultima revisione del codice, che comprende il russo ed il greco e adotta un nuovo codice radiotelefonico, entrò in vigore il 1° gennaio 1969. Può essere utilizzato con qualsiasi mezzo di comunicazione, radiotelegrafia e radiotelefonica comprese.

<b>A</b>	·-		
<b>B</b>	-...		
<b>C</b>	-...		
<b>D</b>	-...		
<b>E</b>	·		
<b>F</b>	····		
<b>G</b>	-...		

<b>H</b>	····		
<b>I</b>	··		
<b>J</b>	-----		
<b>K</b>	-...		
<b>L</b>	····		
<b>M</b>	--		
<b>N</b>	-·		

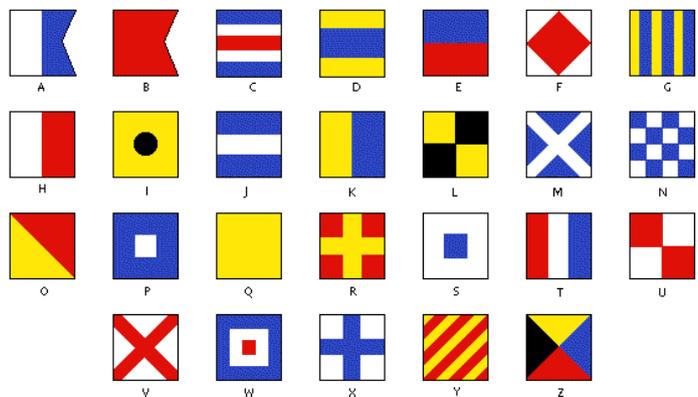
<b>O</b>	---		
<b>P</b>	····		
<b>Q</b>	-----		
<b>R</b>	-...		
<b>S</b>	··		
<b>T</b>	-		
<b>U</b>	··-		
<b>V</b>	··-		
<b>W</b>	··-		
<b>X</b>	-··-		
<b>Y</b>	-----		

<b>Z</b>	-----		
<b>1</b>	-----		
<b>2</b>	····-		
<b>3</b>	····-		
<b>4</b>	····-		
<b>5</b>	····		
<b>6</b>	····		
<b>7</b>	-----		
<b>8</b>	-----		
<b>9</b>	-----		
<b>0</b>	-----		



### Codice internazionale dei segnali

Le bandiere del codice internazionale sono usate in mare ed il loro significato è noto in tutto il mondo. Alcune di esse sono utilizzate anche singolarmente come avvertimento o segnale di soccorso: ad esempio, una O significa "uomo in mare", mentre una D avvisa che l'imbarcazione non risponde bene ai comandi.



SISTEMA DI SEGNALAZIONE MARITTIMA PER MEZZO DI BOE

A destra, un altro codice marinaresco per comunicare alcuni dati essenziali tramite boe galleggianti (da: "Lo Zingarelli", Zanichelli, Bologna, 2002).

Ma torniamo al passato.

L'Abate Carlo Borgo (Vicenza 26 luglio 1731, Parma 5 giugno 1794) scrisse un'opera "Analisi ed esame ragionato dell'arte della fortificazione e difesa delle piazze" finito di stampare nel 1777 a Venezia, opera donata a Federico II di Prussia. Nelle pagine 225 e seguenti di detta opera viene descritto un nuovo sistema di comunicazione tramite un telegrafo ottico "da campo" da lui inventato.

Nella sua opera l'Abate s'interrogò se ci fossero dei sistemi più sicuri per trasmettere informazioni tra assediati e truppe amiche all'esterno ed analizzò i metodi conosciuti fino ad allora, ritenendoli poco affidabili. Propose allora un telegrafo ottico, che chiamò "cifra parlante", fissando cifre e segni convenzionali.

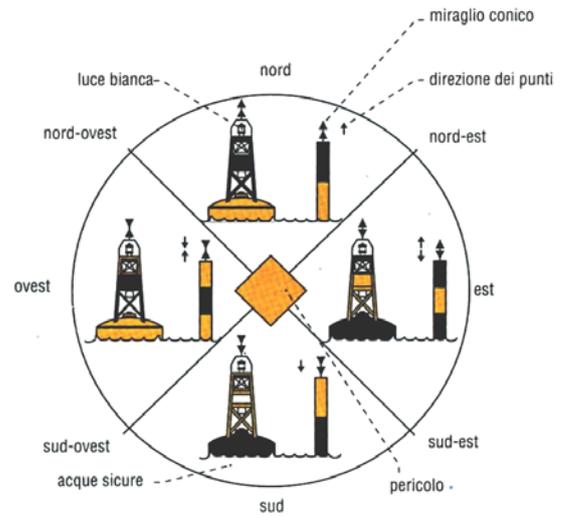
Il sistema di Borgo prevedeva 6 fiamme allineate sull'orizzontale che venivano coperte di volta in volta secondo un codice stabilito, in modo che l'osservatore potesse distinguere bene quelle che erano visibili.

A fianco, la tabella del codice usato per le fiamme ("padelle") del sistema Borgo (dalla pagina 225 del trattato di Carlo Borgo).

Qui sotto, un brano dallo stesso trattato, in cui si accentua l'importanza dell'interpretazione dei segni.

NB: l'arte tipografica dell'epoca disegnava la s con un segno assai simile alla moderna f.

SEGNALAMENTO DEI PUNTI CARDINALI



Veggasi dunque nella Tavola che qui pongo l'ordine di 6 colome corrispondenti alle 6 padelle .

Padelle .	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.
a	1	*				
b	2	*	*			
c	3	*	*	*		
d	4	*	*	*	*	
e	5	*	*	*	*	*
f	6	*	*	*	*	*
g	7	*	*	*	*	*
i	8	*	*	*		*
k	9	*	*			*
l	10	*				*
m	11	*			*	*
n	12	*		*	*	*
o	13	*		*	*	*
p	14	*	*		*	*
q <sup>u</sup>	15	*	*	*	*	*
r	16	*	*		*	*
s	17	*		*	*	*
t	18	*	*		*	*
u	19	*		*	*	*
v	20	*		*	*	*
z	21	*	*		*	*

Le stellette \* significano la fiamma scoperta: dove le caselle sono senza stelletta indicasi la fiamma nascosta.

*L' arte di rilevare le cifre tanta accortezza ha acquistata. Io propongo dunque una Cifra parlante a segni, che sarà più facile, e pronta, ed estesa di quanti gli antichi abbiano mai avute; ma tale insieme che passando questa Lettera aerea sotto gli occhi di tutti, sia intesa però solamente da chi la manda, e da chi la deve ricevere. Cio dee farsi per segni dati, e ricevuti, e trasmessi da l' un posto all' altro, e da questo secondo ad un terzo, e così fino all' ultimo.*

Prima della Rivoluzione francese, le informazioni viaggiavano ancora alla velocità dei cavalli. Nel 1793, venne offerta ai Francesi la possibilità di comunicare in modo rapido ed a grande distanza, di conoscere in brevissimo tempo gli eventi accaduti, di trasmettere ordini, di fare annunci. Era nato quello che da allora è conosciuto più restrittivamente come “telegrafo ottico” o “aereo”: il **sistema Chappe**, molto noto e citato, già ricordato all'inizio di questo testo.

Anche in Svezia qualcosa di simile era stato proposto dall'aristocratico Abraham Niclas Edelcrantz (1794), con qualche successo. Ne parleremo più avanti.

Claude Chappe (1763-1805) era sempre stato affascinato dall'idea di poter comunicare a distanza con i suoi conoscenti e fece svariate ricerche e tentativi prima di arrivare al suo definitivo telegrafo semaforico che presentò all'Assemblea Legislativa nel 1792. Nel suo lavoro fu assistito dai suoi tre fratelli.

Chappe concepì un solido meccanismo costituito da tre elementi mobili, due lunghi bracci ed una traversa, in grado di assumere fino a 196 diverse posizioni da associare ad altrettanti simboli da trasmettere (vedi sotto).

Anche grazie all'aiuto dei nuovi cannocchiali, sempre presenti in ognuna delle stazioni, egli aveva compreso che ad una certa distanza era più semplice interpretare delle posizioni, o delle forme, rispetto a delle quantità di oggetti.

Il **semaforo** (“portatore di simboli”) di Chappe, come era anche chiamato, ebbe immediato successo e nell'anno seguente si installò la prima rete di 22 stazioni da Lilla a Parigi a coprire circa 240 Km.

Sulle torri erano installati i semafori di Chappe ed un telescopio per leggere il messaggio, tenendo conto che le distanze medie tra le torri erano di 15 Km o poco meno.

Ogni operatore di una torre leggeva il messaggio e lo ritrasmetteva alla torre successiva. In questo modo una comunicazione da Lilla a Parigi impiegava pochi minuti contro le decine di ore di un corriere a cavallo.

Visto che, a partire dal 1795, si erano verificati dei ritardi nelle trasmissioni, Chappe modificò, semplificò e perfezionò il suo sistema di “telegrafo aereo”. I segnali fecero riferimento a due repertori, uno delle parole usuali, l'altro delle frasi o locuzioni militari. A questi se ne aggiunsero, in seguito, un terzo, quello dei nomi geografici, poi un quarto, quello dei nomi propri, che restarono immutati fino alla fine di questo servizio telegrafico.

Chappe sperava che la sua idea lo facesse diventare ricco ed invece si ammalò di depressione fino al suicidio per l'arrivo di altri spregiudicati inventori che reclamavano la primogenitura e sistemi migliori.

Anche il suo telegrafo ottico non ebbe lunga vita: stava esplodendo l'era dell'elettricità e nel 1840 Samuel Morse ideò il primo telegrafo elettrico. Fine dei giochi per l'invenzione di Chappe.

Ciononostante, in questo breve arco di tempo, il telegrafo ottico di Chappe ebbe il suo periodo di gloria grazie a Napoleone Bonaparte. Da grande stratega qual era, il Corso imperatore dei francesi comprese immediatamente l'importanza di un tale sistema di comunicazione e lo fece diffondere in quella che è stata una delle prime reti di telecomunicazioni della storia.

Cominciata durante la Rivoluzione francese, la rete crebbe fino a 556 stazioni, a 10-15 km l'una dall'altra, per 3000 miglia di linee (5000 km), la maggior parte di esse in Francia. Comunque, città come Amsterdam, Brussels, Magonza, Milano, Torino, Venezia, erano pure connesse. Piccole reti furono allestite anche in Algeria e Marocco, mentre una rete mobile fu usata durante

la guerra di Crimea.

La velocità di trasmissione era dell'ordine di 500 km all'ora.

L'Assemblea Nazionale francese stanziò 6.000 franchi per il prototipo e poi 58.400 franchi per la rete nazionale, avviata nel 1794.

Volendo entrare nei dettagli tecnici, una stazione Chappe era costituita nel modello definitivo da una torre con un alto palo verticale in cima. Sulla cima del palo poteva ruotare una barra (0,3 × 4 metri), detta "regolatore". Alle due estremità del regolatore potevano ruotare altre due barre (gli "indicatori"), munite di contrappeso per poter ruotare liberamente attorno ad una delle loro estremità. Le posizioni delle barre erano limitate a sette, a 45° l'una dall'altra (le due posizioni con entrambi gli indicatori orizzontali si confondevano, ed una delle due era esclusa). Le barre erano dipinte di nero per aumentare il contrasto rispetto al fondo del cielo.

Un meccanismo alla base della torre, ideato dall'orologiaio Abraham-Louis Breguet, consentiva all'operatore di manovrare le barre esterne stando al riparo.

La visibilità delle stazioni era naturalmente legata alle condizioni meteorologiche ed alla luce del giorno; d'inverno funzionava in media per tre ore, d'estate per sei ore.

Questo sistema prevedeva l'invio di lettere, numeri e piccole frasi in funzione di uno o più vocabolari. Veniva indicato il volume, la pagina e la riga interessata. In questo modo si risaliva al testo originale.

In occasione della costruzione dei canali navigabili tra Olanda e Belgio venne stabilita anche la costruzione di una linea telegrafica tra Berlino e Coblenza (1832). In questo modo le informazioni tra Berlino e Londra sarebbero arrivate in 3 giorni.

Nel 1796 lo scienziato tedesco Franz Karl Achard aveva costruito un telegrafo ottico da campo, con codice. Lo aveva provato fra Spandau e Berlino, ma l'esercito prussiano non ne aveva tenuto conto.

Il telegrafo ottico funzionò in Francia fino al 1856. Definitivamente, la rete Chappe fu sostituita dal telegrafo elettrico.

Il personale fu obbligatoriamente assunto nel nuovo servizio telegrafico elettrico.

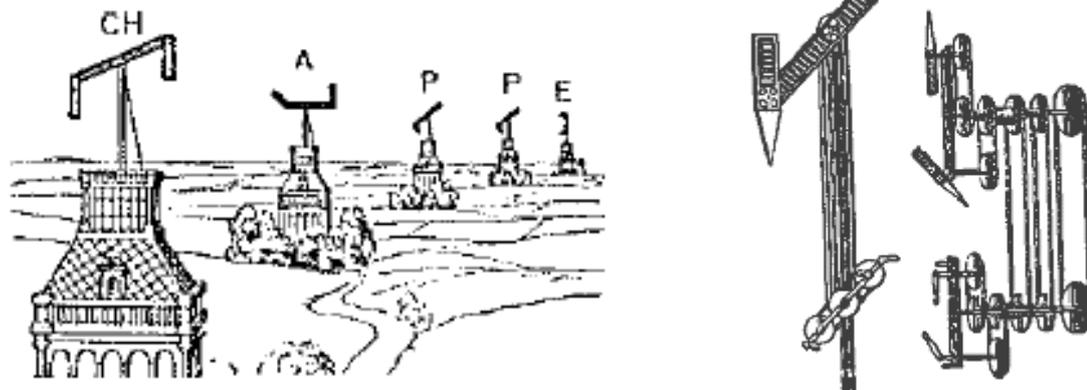


Nella figura qui sopra, un francobollo commemorativo raffigura una torre col classico sistema delle torce e, accanto, un primitivo sistema Chappe senza il regolatore. Sopra a destra una riproduzione dello stesso sistema.

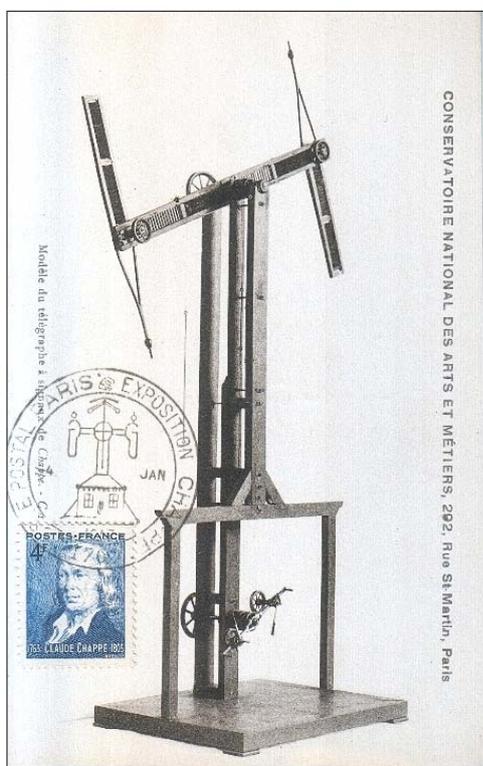
A fianco, una cartolina con un esempio del sistema definitivo con regolatore.



Lo schema qui sotto a destra raffigura il sistema “inferiore”, quello manovrato dall’operatore nella parte bassa della torre, collegato con funi al sistema esterno di barre.



Qui sopra, un disegno d’epoca mostra lo schema di un catena di stazioni che indica la parola “chappe”.



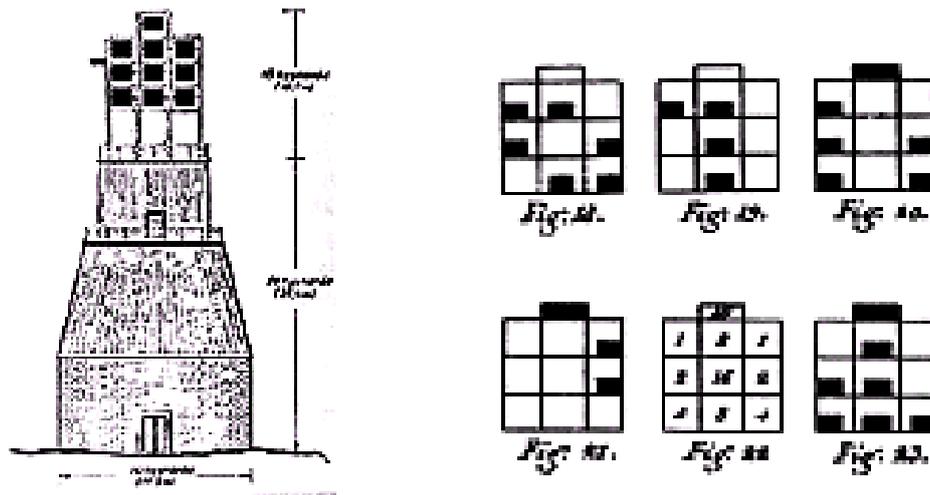
T	Y	F	í	T	Þ	7	í	T
a	b	c	d	e	f	g	h	i
Þ	7	í	T	Y	ƒ	Y	T	Y
k	l	m	n	o	p	q	r	s
ƒ	í	T	Þ	í	Y	T	Y	t
t	u	v	w	x	y	z	&	1
í	T	Þ	7	í	T	Y	l	í
2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sopra a sinistra, un modellino del completo sistema Chappe. A destra, una delle tabelle usate per trasmettere messaggi una lettera alla volta. Per ogni lettera o numero, una diversa posizione del “regolatore” e dei due “indicatori”.

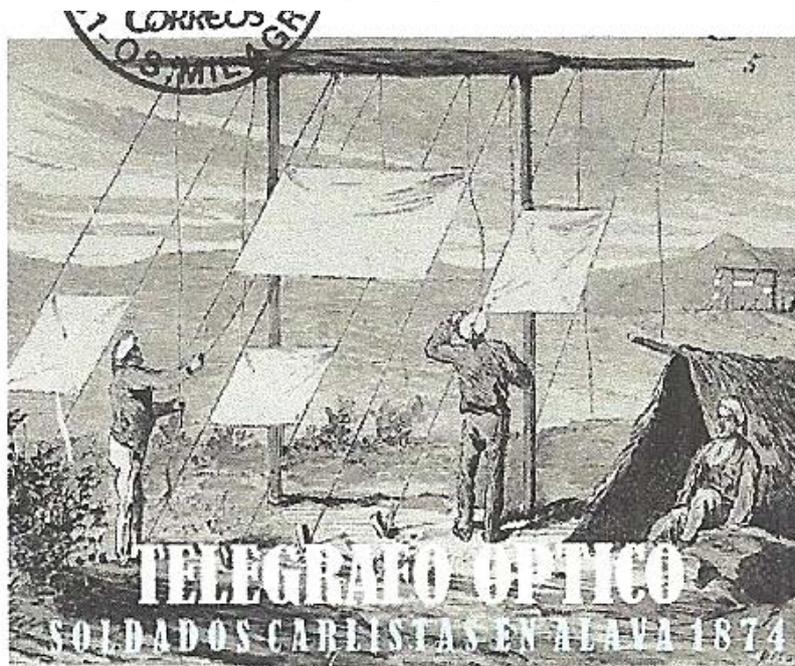
Un telegrafo ottico militare austriaco era stato costruito a Pastrengo, città passata alla storia per la famosa battaglia, su progetto di Andreas Tunken von Trenimfeld (1820-1873). Serviva per tenere in comunicazione le fortezze del quadrilatero. Dapprima ospitò la struttura di Chappe, poi venne sostituito con un sistema a pannelli chiari e scuri, che venivano oscurati o lasciati in vista con un sistema di manovelle e funi, utilizzando le pareti bianche della torre ottagonale.

Il sistema dei pannelli comprendeva tre file di tre, per un totale di nove, più uno in alto, disposti su un fianco di una torre. Alternando i pannelli neri e bianchi, si ottenevano numerose combinazioni, decifrabili secondo un codice convenuto.

Nella figura seguente si vede un piccolo schizzo del sistema.



Altro sistema ottico è stato usato nella seconda guerra carlista in Spagna alla fine dell'800 (1872–76). Un alto telaio reggeva con sottili corde un sistema di teli bianchi, diversi per dimensione, che si potevano spostare senza fatica. Ovviamente la posizione e le dimensioni dei teli costituivano un codice concordato a priori (figura seguente).



### Il telegrafo Chappe in Italia

La rete del telegrafo ottico fu costruita a partire dalla Francia, da Parigi, come la rete stradale, collegando Parigi con le grandi piazzeforti strategiche lungo il mare e lungo la frontiera. Poi si estese a livello internazionale, fino a Magonza, Anversa, Amsterdam, ed in Italia fino a Torino, Milano e Venezia, quest'ultima raggiunta nel 1810, e poi verso Trieste e la costa adriatica, fino a San Benedetto del Tronto (vedi la figura seguente).

Il telegrafo Chappe venne poi realizzato anche nel sud della penisola e fu definitivamente superato soltanto con l'unità d'Italia. Il servizio telegrafico ottico-aereo nelle province napoletane e siciliane fu soppresso con regio decreto 14 novembre 1861 n. 332.



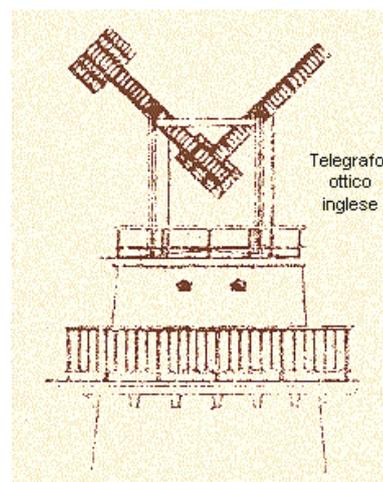
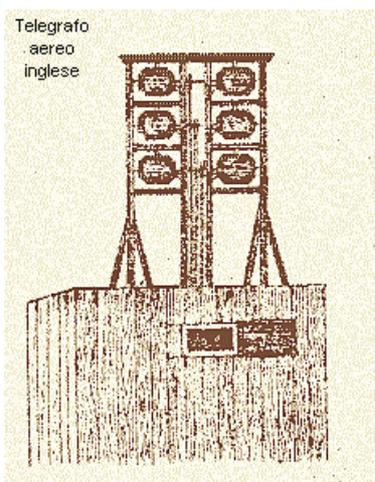
### Il telegrafo ottico in Inghilterra

Le esigenze della navigazione – la comunicazione fra i porti – e quelle belliche (in quell’epoca l’Inghilterra si trovava in guerra colla Francia) spronò quel paese a creare rapidamente una rete di telegrafia ottica.

Alcune linee furono attivate entro il 1796, ma non con il sistema Chappe, rapidamente abbandonato, ma col sistema dei pannelli, sopra citato. Il sistema era però semplificato: sei pannelli per 63 lettere, 10 numeri ed alcuni messaggi predefiniti.

Il sistema funzionò fino al 1816, poi sostituito dal “Semaphore” e, nel 1847, soppiantato dal telegrafo elettrico.

Altri sistemi di telegrafo ottico furono adottati in vari paesi. Due semplici schizzi qui sotto: il sistema a sei pannelli e quello a due bracci “indicatori”.

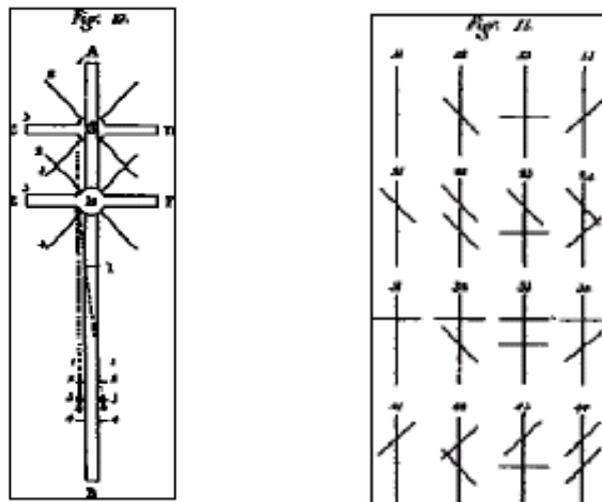


### Il telegrafo ottico in Svezia

Presso la corte reale svedese (re Gustavo IV), operava il nobile Abraham Nicia Edelcrantz (1754-1821).

Inizialmente, realizzò un sistema simile a quello di Chappe, la cui conoscenza si era diffusa in tutta Europa. In questa versione semplificata, vi era una trave centrale verticale fissa; ai due estremi, due “indicatori”, due barre trasversali rotanti, che potevano assumere quattro posizioni diverse. Sedici configurazioni possibili per altrettanti simboli. L’entrata in funzione di questo sis-

tema data al 1794, ben poco dopo l'introduzione ufficiale del sistema Chappe in Francia.  
 Nel 1797 esistevano in Svezia già due linee.



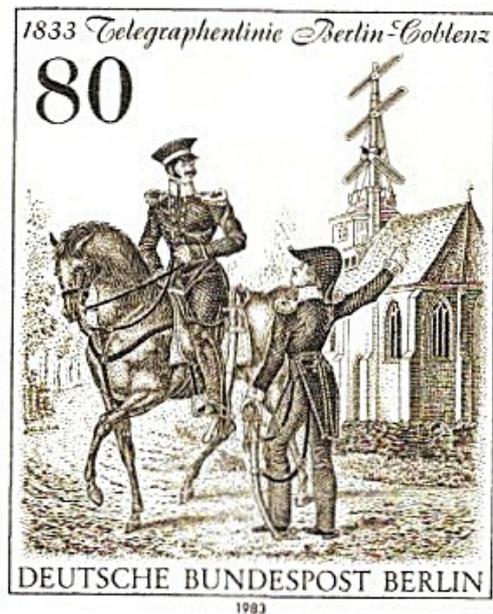
Qui sopra, uno schema del primo sistema Edelcrantz ed una tabella delle 16 disposizioni possibili dei due indicatori.

Ma Edelcrantz non si fermò qui. Pochi anni dopo cambiò radicalmente il progetto.

Il suo nuovo “semaforo” era del tipo illustrato a pag. 12/13. La combinazione delle 9 + 1 palette forniva 1024 possibili combinazioni.

Nel 1808 veniva creata l'Istituzione Telegrafica Reale Svedese ed Edelcrantz ne diventò direttore. In quell'anno, la rete svedese era lunga 200 km e raggiungeva la Finlandia. La sua funzione durò fino al 1881, poco prima dell'introduzione del telegrafo senza fili di G. Marconi.

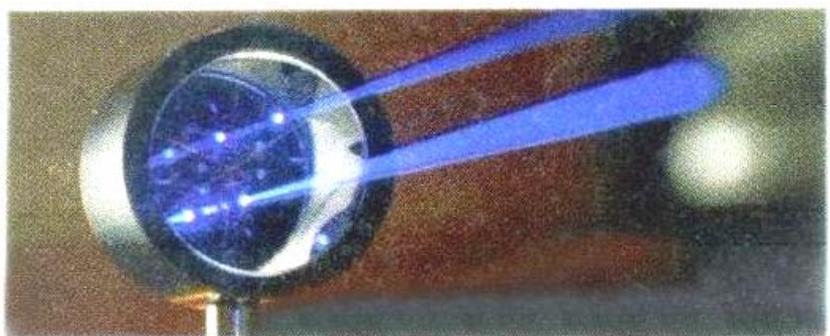
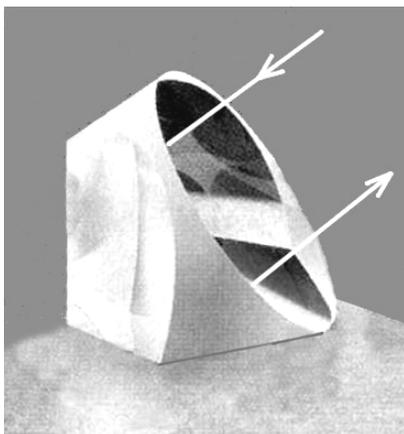
A destra, un francobollo rappresenta un sistema analogo in uso in Germania nel 1833.



### I “retroreflettori”

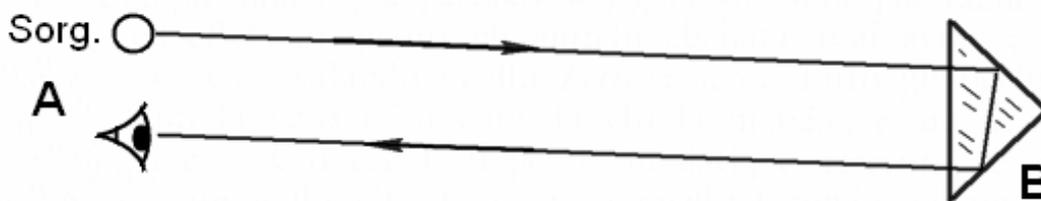
Una forma di telegrafo ottico più moderna, resa possibile dall'avanzamento delle tecniche di produzione dei componenti ottici, è rappresentata dall'uso di “retro-reflectors” o “corner cubes”.

Con quel termine s'indicano prismi in vetro ottico a forma di piramide a base triangolare; le tre facce laterali formano fra loro angoli diedri di 90° e quindi la base è un triangolo equilatero. Il nome “corner cube” allude al fatto che si ottiene un tale prisma tagliando un vertice di un cubo con un piano perpendicolare ad una delle diagonali del cubo.



Se un fascio di luce incide sulla base della piramide, da qualunque direzione, viene riflesso “totalmente”, in successione, dalle tre facce laterali ed emerge sempre parallelo al fascio in entrata.

L'applicazione di questo elemento si presta ad un tipo di trasmissione ottica con caratteristiche utili, specialmente in campo militare. Si veda lo schizzo qui sotto.



Supponiamo due postazioni militari, A e B. In A un uomo tiene in mano una lampada qualunque (Sorg.); quanto più intensa è la sorgente e quanto più il suo flusso è concentrato in direzione di B, tanto maggiore sarà la portata del sistema. In B si trova il prisma; un uomo con un qualunque schermo intercetta il fascio incidente sul prisma, e poi da esso riflesso, secondo un codice convenuto. Dunque in B si trova il trasmettitore ed in A il ricevitore. L'osservatore in A deve guardare in direzione di B.

Un simile sistema potrebbe sembrare un banale mezzo per messaggi luminosi, che può funzionare solo di notte e può essere intercettato da tutti.

Ma qui entra in ballo una proprietà di quel tipo di prisma: il fascio incidente e quello riflesso sono sempre paralleli, ovviamente in dipendenza dalla precisione degli angoli fra le facce.

Concretamente, questo significa che, se l'uomo che tiene in mano la lampada “Sorg.” tiene un occhio molto vicino alla lampada, solo lui può ricevere il fascio riflesso. Chi volesse intercettare il messaggio dovrebbe trovarsi nella stessa linea che collega la lampada ed il prisma. In conclusione, il messaggio non può essere intercettato.

Se le distanze sono molto forti, una lieve dispersione del fascio può consentire la sua visione a chi si trova molto vicino alla linea sopra detta, ma sempre entro un piccolissimo angolo.

### Bandiere a lampo di colore

Questo tipo di comunicazione, usato nell'esercito, si basa sull'alfabeto Morse. La bandiera di segnalazione a lampo di colore è costituita da un telo rosso e da tante strisce bianche ripiegate, le quali possono essere aperte o chiuse mediante una leggera trazione esercitata sui lati opposti del telo, muniti appositamente di asticelle di legno. Questa trazione determina l'improvviso cambiamento di colore della bandiera: quando il telo è allentato, le strisce bianche sono ripiegate e prevale il colore rosso di fondo. Il rosso rappresenta l'*attesa* o l'*intervallo*.

Quando il telo è stirato, le strisce bianche si allargano e prevale il colore bianco. Il bianco rappresenta il *punto* o la *linea*. Quest'ultima si distingue dal punto per una maggior durata, che deve essere almeno tre volte superiore. Le combinazioni dei due simboli (punto e linea) danno le lettere dell'alfabeto Morse.

Le bandiere si possono adoperare in diversi modi. Quando il vento è forte, conviene tenere la bandiera aderente al corpo per stabilizzarne la posizione, per es. Se l'operatore può risultare esposto al fuoco nemico, conviene fissare un lato della bandiera ad un sostegno rialzato, come un ramo d'albero; l'altro lato della bandiera può essere manovrato dal basso con una cordicella.



Ovviamente, tutti questi sistemi ottici od acustici soffrivano di qualche limitazione: o erano utilizzabili solo di giorno (sistema Chappe, pannelli, teli, fumo, ecc.), o erano utilizzabili solo di notte (torce, fuochi o simili), o richiedevano il bel tempo (tutti i sistemi ottici), o avevano modesta portata e richiedevano una catena di stazioni intermedie, o erano troppo lenti, o erano facilmente intercettabili ...

Ma stava nascendo l'elettrologia. Le correnti elettriche apparivano veloci, indipendenti dalla meteorologia e dalla luce del giorno, difficilmente intercettabili ... Prima o poi la trasmissione per via elettrica avrebbe soppiantato i metodi ottici ed acustici.

Già nel 1774 il fisico francese George Luis Lessage costruisce il primo telegrafo elettrostatico. Ventiquattro pendolini in sughero, corrispondenti ciascuno ad una lettera dell'alfabeto, vengono messi in movimento da una corrente indotta all'estremità della stazione trasmittente.

Nel 1804 lo spagnolo Francisco Salva mette a punto un telegrafo elettrico in grado di inviare messaggi sino ad un chilometro di distanza. È formato da diversi fili, corrispondenti ciascuno ad una lettera dell'alfabeto, nei quali viene indotta una corrente. Il capo ricevente è immerso in una vasca d'acqua acidulata dalla quale, al sopraggiungere della corrente, si alzano delle bollicine.

Nel 1832 il barone Pawel Shilling mette a punto il primo telegrafo a soli sei fili. La corrente elettrica fa spostare uno o più aghi sospesi su degli avvolgimenti elettrici. Le differenti combinazioni indicano le diverse lettere dell'alfabeto.

Nel 1837 nasce il primo telegrafo magnetico ad opera di Karl Steinheil. Si basa sulla deviazione di un ago magnetico sottoposto a correnti alternate. Fu il primo telegrafo che permetterà di stampare i messaggi ricevuti grazie a dei beccucci inchiostriati.

Nel 1838 Samuel Morse mette a punto un telegrafo a un solo filo. Per la trasmissione dei messaggi, Morse inventa un alfabeto di linee e punti divenuto famoso con il suo nome. Nel 1851 viene realizzato il primo collegamento tra la Francia e l'Inghilterra facendo passare un cavo sottomarino attraverso il Canale della Manica. È l'inizio della rete telegrafica internazionale.

Molte altre invenzioni nel campo della telegrafia elettrica a fili si possono citare (Fothergill, Cooke, Wheatstone, Hughes, Meyer, Baudot, Caselli ...), ma ben poche hanno avuto lunga vita.

Coll'avvento della telegrafia senza fili (G. Marconi), spariscono quasi tutti gli altri sistemi, ma qui si esce dall'argomento scelto per questo articolo. Per molto tempo però il codice Morse è stato di uso universale, anche fuori dal telegrafo elettrico, e solo di recente è stato soppresso.

In Italia il primo apparato telegrafico elettrico fu attivato nel giugno 1847. Si trattava di un telegrafo elettromagnetico (a quadrante) impiantato dal fisico Carlo Matteucci tra Pisa e Livorno.

Nel Lombardo-Veneto, i lavori per introdurre il sistema telegrafico iniziarono nel 1849 con la linea Innsbruk-Verona (che giungeva da Vienna) e da qui a Milano e Venezia, inizialmente

per uso militare e poi resa disponibile all'uso civile dal 1850.

### CONCLUSIONE

Le esigenze della comunicazione a distanza sono sempre state avvertite dall'uomo, dai tempi più antichi. Forse, il caso più frequente è sempre stato lo scambio di notizie e ordini in campo militare. Ma anche la comunicazione fra imbarcazioni o fra queste ed i porti; la comunicazione di eventi politici, come l'elezione, la caduta o la morte di regnanti, ecc. era sentita come importante.

La spinta alla realizzazione di sistemi praticabili è quindi sempre stata forte e, all'interno delle possibilità tecniche di ogni cultura, la fantasia umana si è sbizzarrita ed ha dato luogo ad innumerevoli soluzioni.

Che poi qualche filosofo abbia pensato di proiettare le sue lettere sulla luna ... bè, lasciamolo parlare. Ma, prima dei tempi moderni, prima dei telegrafi elettrici, per millenni, sono stati usati metodi ottici ed acustici, di cui rimane qualche traccia ancora in casi particolari.

Uno sguardo alla storia può sempre insegnarci qualcosa, per lo meno "su come eravamo".