



Στις μέρες μας, όταν κάποιος αναφέρεται στις τηλεπικοινωνίες, αυτομάτως φέρνει στο νου του ραδιοφωνικές κεραίες, ασυρμάτους, συσκευές κινητής τηλεφωνίας και διαδικτύωσης, δηλαδή ένα σύνολο από σύγχρονες τεχνολογίες που θεωρούνται δεδομένες εδώ και πολλές δεκαετίες. Πολλές, όμως, από τις βασικές αρχές που εφαρμόζονται σε αυτές έχουν τις ρίζες τους στα πολύ παλιές εποχές, συχνά ακόμη και χιλιάδες χρόνια πριν από σήμερα. Υπάρχει άραγε κάτι κοινό μεταξύ της φρυκτωρίας των Μυκηναϊκών χρόνων με τον σύγχρονο τηλεγράφο και τις δορυφορικές τηλεπικοινωνίες;



Πραγματική φωτογραφία σημάτων καπνού σε κοινότητα Ινδιάνων. Στην επίδειξη αυτή διακρίνεται καθαρά η διακεκομμένη μορφή του καπνού σε μικρούς και μεγαλύτερους θυσάνους, οι οποίοι αποτελούν αισιαστικά τα σήματα που μεταδίδονται και που είναι ορατά σε μεγάλες αποστάσεις, όταν οι καιρικές συνθήκες και η ορατότητα το επιτρέπουν.

Η ιστορία των τηλεπικοινωνιών έχει ως αφετηρία της τους προϊστορικούς χρόνους στην Αφρική, την Αμερική και την Ασία, με τη μορφή σημάτων καπνού από φωτιές, καθώς και ηχητικών σημάτων που παράγονταν από τύμπανα και πνευστά όργανα, αλλά και με τη μορφή ήχων και νοημάτων για την επικοινωνία των πρωτόγονων ανθρώπων πρόσωπο με πρόσωπο. Είτε επρόκειτο για τον συντονισμό μιας ομάδας κυνηγών, είτε για την προειδοποίηση μιας κοινότητας για επερχόμενα καιρικά φαινόμενα και τη σηματοδότηση σημαντικών γεγονότων, η μεταφορά μιας πληροφορίας με αξιόπιστο και γρήγορο τρόπο αποτέλεσε διαχρονικά ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα των ανθρώπων (και όχι μόνο) κοινωνιών.

Ο όρος «τηλεπικοινωνία» περιγράφει κυρίως τον τρόπο ανταλλαγής μηνυμάτων σε απόσταση μεγαλύτερη από αυτήν της άμεσης διαπροσωπικής επαφής, δηλαδή απλά μέσω

φωνής ή νοημάτων. Ετσι, η τηλεπικοινωνία συχνά ταυτίζεται με τη χρήση τεχνικών μέσων και ειδικών συσκευών, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως αφορά αποκλειστικά σύγχρονες τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα ηλεκτρομηχανικά ή ηλεκτρομαγνητικά συστήματα. Είναι ευνόητο ότι τα μέσα και οι τεχνικές μετάδοσης οριοθετούνται κάθε φορά από το εγγενές επίπεδο της «γλώσσας» που χρησιμοποιείται (πολύ απλούστερη στα ζώα απ' ότι στους ανθρώπους), καθώς επίσης και από το τεχνολογικό επίπεδο των συσκευών-εργαλείων που διατίθενται για τον σκοπό αυτό. Ο άνθρωπος, λόγω της σχετικά περιορισμένης οξύτητας των αισθήσεων που διαθέτει σε σχέση με τα ζώα, καθώς επίσης και η ραγδαία ανάπτυξη του πολιτισμού και της τεχνολογίας στη διάρκεια των τελευταίων αιώνων, βασίστηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό σε τέτοια «τεχνικά» μέσα για την επίτευξη επικοινωνίας σε μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις.

Τηλεπικοινωνίες

στην **Οι** αρχές του σύγχρονου διαδικτυωμένου πολιτισμού

Αρχαιότητα

ΧΑΡΗΣ Β. ΓΕΩΡΓΙΟΥ

Επιστήμη Πληροφορικής, M.Sc., Ph.D.



Σηπιαιογραφία που χρονολογείται στα 30.000-15.000 έτη π.Χ. (Ανώτερη Παλαιολιθική εποχή). Αναπαριστά με εξαιρετικό ρεαλισμό ζώα και σκηνές από κυνήγι. Θεωρείται η παλαιότερη μορφή μετάδοσης μηνύματος, όχι σε απόσταση αλλά σε βόθρο χρόνο.

ΤΑ ΠΡΩΤΑ ΒΗΜΑΤΑ: ΑΠΟ ΤΙΣ ΣΗΠΙΑΙΟΓΡΑΦΙΕΣ ΣΤΑ ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΠΝΟΥ

Σύμφωνα με προϊστορικά ευρήματα, ο άνθρωπος κληρονόμησε από τους γεωεπικοινωνιακούς «προγόνους» του την ικανότητα συνεννόησης και συνεργασίας σε ομάδες, χρησιμοποιώντας ήχους και νοήματα. Παρόμοιοι τρόποι επικοινωνίας παρατηρούνται σε σχεδόν όλα τα είδη ζώων, από τα κοπάδια ψαριών και κυνηγιών-θηρευτών μέχρι τα σμήνη εντόμων, χρησιμοποιώντας την κίνηση, το χρώμα, τον ήχο ή ακόμα και την οσμή, για να ανταλλάξουν μηνύματα συνεργασίας, προειδοποίησης ή ζευγαρώματος. Ο πρωτόγονος άνθρωπος χρησιμοποίησε ήχους, φθόγγους, και αργότερα ολόκληρες λέξεις ή φράσεις, για να διευκολύνει την επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας και να διδάξει στα νεότερα μέλη τις τακτικές κυνηγιού. Σε πολλές स्थιλιές στην κεντρική Ευρώπη και στην Αυστραλία έχουν βρεθεί βραχογραφίες με λεπτομερείς αναπαραστάσεις κυνηγιού, οι οποίες πιστεύεται πως δεν αποτελούν απλώς καλλιτεχνική έκφραση αλλά και εκπαιδευτικό υλικό. Επίσης, είναι σχεδόν βέβαιο, αν παρατηρήσει κάποιος τον τρόπο συμπερι-

φοράς διαφόρων άλλων ζώων που ζουν και κυνηγούν σε ομάδες, πως ένα πολύ σημαντικό μέσο ανταλλαγής μηνυμάτων στις πρωτόγονες κοινότητες των ανθρώπων ήταν τα ηχητικά σήματα, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του κυνηγιού.

Δυστυχώς, οι ανθρώπινες αισθήσεις επιβάλλουν σημαντικούς περιορισμούς ως προς την απόσταση και τον ρυθμό μετάδοσης πληροφοριών. Οσον αφορά την απόσταση, η αίσθηση με τη μεγαλύτερη «εμβέλεια» είναι ασφαλώς η όραση, καθώς σε ιδανικές ατμοσφαιρικές συνθήκες ημέρας φθάνει έως και μερικές δεκάδες χιλιόμετρα, με πολύ μικρή

όμως διακριτική ικανότητα σε σχέση με άλλα ζώα. Η ακοή είναι επίσης ένα πολύ σημαντικό μέσο «λήψης» μηνυμάτων, είτε ανθρώπινης ομιλίας είτε από ηχητικών σημάτων, χωρίς να επηρεάζεται τόσο πολύ από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες όσο η όραση, έχοντας όμως αρκετά μικρότερη εμβέλεια. Οι υπόλοιπες ανθρώπινες αισθήσεις (όσφρηση, αφή, γεύση) είναι γενικά κατάλληλες μόνο σε πολύ μικρή ή μηδενική απόσταση και κατά συνέπεια είναι σχεδόν αδύνατο να χρησιμοποιηθούν για την ανταλλαγή μηνυμάτων από απόσταση.

Είναι λοιπόν απολύτως λογικό ότι όλες σχεδόν οι προσπάθειες του ανθρώπου για την κατασκευή συστημάτων «άμεσης» επικοινωνίας σε αποστάσεις πάνω από μερικές δεκάδες μέτρα βασίζονται διαχρονικά σε ηχητικά ή οπτικά σήματα. Ο όρος «άμεση» αφορά τη χρήση μόνο των ανθρώπινων αισθήσεων, χωρίς τη διαμεσολάθηση κάποιου ειδικού τεχνικού μέσου ή συσκευής ως τρόπου μετάδοσης και αυτονομιού πομπό-δέκτη. Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω περιορισμούς, συμπεραίνουμε ότι ο τεχνολογικά μη ανεπτυγμένος άνθρωπος της αρχαιότητας που διέθετε μόνο τις αισθήσεις του, περιοριζόταν στο να επικοινωνεί σε αποστάσεις το πολύ μερικών χιλιομέτρων.

Πράγματι, ένας από τους πρώτους τρόπους επικοινωνίας σε τέτοιες αποστάσεις ήταν τα ηχητικά σήματα μεγάλης έντασης ή, αντίστοιχα, οπτικά σήματα που ήταν ορατά σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις. Ως προς το πρώτο, είναι γνωστό από την αρχαιότητα πως κατασκευάζονταν ειδικά όργανα αποκλειστικά για αυτό τον σκοπό. Πιο συγκεκριμένα, σε λαούς της βόρειας Ευρώπης, μεγάλα κέρατα ζώων ή κελύφη οστρακοειδών της θάλασσας χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή «μουσικών» οργάνων, των οποίων ο ήχος



Αίθνη αρχαιοελληνική αναπαράσταση του ηχητικού τηλεγράφου (ή αλλιώς κέρας του Μ. Αλεξάνδρου). Ένα μεγάλο κέρας είναι αναρτημένο από τρίποδο στήριγμα, ώστε να μπορεί να περιστρέφεται προς οποιοδήποτε κατεύθυνση. Οι πραγματικές διαστάσεις του αποκαλύπτονται όταν τις συγκρίνει κανείς με την ανθρώπινη φιγούρα. Το μέγεθος της κατασκευής επιβεβαιώνει τη μεγάλη ένταση και τις χαμηλές συχνότητες που εξέπεμπε, μεταδίδοντας το μήνυμα σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων.

γίνονταν αντιληπτός από απόσταση αρκετών χιλιομέτρων. Ακόμα ωρύτερα, αρχαίοι πολιτισμοί στην Αίγυπτο, στη Μεσοποταμία, και φυσικά και στην Αρχαία Ελλάδα, χρησιμοποιούσαν κρουστά όργανα για τη μετάδοση ηχητικών σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις. Αν και οι πολιτισμοί αυτοί δεν ακολουθούσαν τη σημερινή τεχνολογική προσέγγιση σε ότι αφορά τις παραμέτρους σχεδίασης τέτοιων «πομπών», η σύγχρονη επιστήμη αποδεικνύει πως ηχητικά κύματα χαμηλών συχνοτήτων («μπόσα») μεταδίδονται σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με τους ήχους υψηλών συχνοτήτων, επειδή απορροφώνται λιγότερο από την ατμόσφαιρα και ανακλώνται καλύτερα σε φυσικούς όγκους, όπως για παράδειγμα στα βουνά. Έτσι, οι αρχαίοι αυτοί πολιτισμοί θελιτοποίησαν τη χρήση του μέσου μετάδοσης (χηητικά σήματα) εμπειρικά, χρησιμοποιώντας κατάλληλους «πομπούς» για μεγιστοποίηση της εμβέλειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο ηχητικός τηλεγράφος (κέρας του Μ. Αλεξάνδρου), ο οποίος βασίζονταν σε ένα μεγάλο κέρασ αναρτημένο σε τρίποδο, μέσω του οποίου μεταδίδονταν απλά ηχητικά σήματα υψηλής έντασης και χαμηλών συχνοτήτων σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις.

Σχεδόν ταυτόχρονα με τα ηχητικά, αναπτύχθηκαν και αντίστοιχα οπτικά συστήματα επικοινωνίας. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των οπτικών σημάτων σε σχέση με τα ηχητικά ήταν πως, σε συνθήκες μάχης, τα μηνύματα μπορούσαν να μεταδοθούν μεταξύ των επιτελών και των στρατιωτικών μονάδων χωρίς πρόβλημα, καθώς με κατάλληλη τοποθέτηση σηματοφόρων και παρατηρητών σε ψηλά σημεία (ώστε να επιβλέπουν ασωτά πάνω από τη σκόνη) η μετάδοση δεν επηρεαζόταν από τον έντονο θόρυβο του πεδίου της μάχης. Αντίστοιχα, σε γηγενείς φυλές Ινδιάνων στη Βόρεια και στην Κεντρική Αμερική είναι πολύ χαρακτηριστική η μέθοδος επικοινωνίας μέσω σημάτων καπνού: σαροί ξύλων με αρκετή υγρασία και κατάλληλο προσάνναμμα, τοποθετημένοι σε στρατηγικά σημεία σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, επέτρεπαν τη μετάδοση σύντομων, απλών μηνυμάτων σχετικά με εχθρούς, αγέλες ζώων ή επερχόμενα καιρικά φαινόμενα, χρησιμοποιώντας την πυκνότητα και το μέγεθος του όγκου του καπνού. Συστήματα βασισμένα στη φωτιά είχαν το πρόσθετο και πολύ σημαντικό πλεονέκτημα ότι μπορούσαν να

Σχεδόν ταυτόχρονα με τα ηχητικά, αναπτύχθηκαν και αντίστοιχα οπτικά συστήματα επικοινωνίας.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα των οπτικών σημάτων σε σχέση με τα ηχητικά ήταν πως, σε συνθήκες μάχης, τα μηνύματα μπορούσαν να μεταδοθούν μεταξύ των επιτελών και των στρατιωτικών μονάδων χωρίς πρόβλημα.

λειτουργήσουν και κατά τη διάρκεια της νύκτας, χρησιμοποιώντας όχι τον καπνό αλλά την ίδια τη φωτιά ως σήμα, και μάλιστα σε μεγαλύτερες αποστάσεις, λόγω της καλύτερης αντίθεσης της τελευταίας στον νυκτερινό ουρανό σε σχέση με τον καπνό την ημέρα.

ΕΞΕΛΙΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΤΑΧΥΔΡΟΜΕΙΟ ΚΑΙ ΣΤΕΛΕΓΡΑΦΕΙΑ

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αρκετά εξελιγμένης μορφής παρόμοιου συστήματος επικοινωνίας βασισμένων στη φωτιά αποτελούσαν η πυροσειά (οπτικός τηλεγράφος), η φρυκτωρία (δί-

κτυο πυρών), ο υδραυλικός τηλεγράφος (παρόμοιος με την πυροσειά), καθώς και οι ναυτικοί φάροι κάθε είδους. Σε ιδανικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, η μέγιστη απόσταση μετάδοσης ενός φωτεινού σήματος μέσω της φωτιάς περιοριζόταν μόνο από την απαίτηση οπτικής επαφής μεταξύ πομπού και δέκτη, δηλαδή από το ύψος της κατασκευής και την καμπυλότητα της Γης, ήταν δηλαδή της τάξης των μερικών δεκάδων χιλιομέτρων. Για παράδειγμα, για πύργους ύψους 20 μέτρων και ιδανικές συνθήκες ορατότητας σε επίπεδο τοπίο (π.χ. θάλασσα), η μέγιστη απόσταση οπτικής επαφής λόγω της καμπυλότητας της Γης περιορίζεται στα 32 περί-



Εγχεση γκραβούρα που αναπαριστά τον περίφημο φάρο του Πτολεμαίου στην αρχαία Αίγυπτο. Αν οι διαστάσεις της κατασκευής, όπως εικονίζεται εδώ, είναι ρεαλιστικές, τότε πιθανότατα ο φάρος θα ήταν ορατός από αποστάσεις πολλών δεκάδων χιλιομέτρων.



Με την εμφάνιση της γραφής και των φορητών μέσων γραπτού κειμένου, κυρίως σε δέρματα ζώων, υφάσματα ή παπύρους, η επικοινωνία πήρε τη μορφή της φυσικής μεταφοράς μηνυμάτων, όπως ακριβώς συνέβαινε με κάθε άλλο αγαθό.

που χιλιόμετρα, όπως προκύπτει από μια απλή τριγωνομετρική ανάλυση. Αν οι κατασκευές και τα παρατηρήτρια τοποθετηθούν σε υψηλά γεωγραφικά σημεία, όπως κοντά στις κορυφές βουνών, η απόσταση αυτή θεωρητικά αυξάνεται, όμως στην πράξη, λόγω της διάθλασης του φωτός στην ατμόσφαιρα και των τυπικών καιρικών συνθηκών σε τέτοια υψόμετρα, η μέγιστη απόσταση περιορίζεται και πάλι στην ίδια περίπου τάξη μεγέθους.

Για τη μετάδοση μηνυμάτων σε αποστάσεις πολλών δεκάδων ή και εκατοντάδων χιλιομέτρων, οποιοδήποτε διαθέσιμο μέσο στην αρχαιότητα ήταν από μόνο του ανεπαρκές. Παρόλα αυτά, πριν ακόμη την εμφάνιση της γραπτής γλώσσας, ο προφορικός λόγος αποτελούσε τον βασικό τρόπο μεταφοράς πληροφοριών και γνώσης, όχι μόνο από ομάδα σε ομάδα αλλά και από γενιά σε γενιά, μέσω της προφορικής παράδοσης. Ένα από τα διασημότερα τέτοια μηνύματα είναι, σύμφωνα με την παράδοση, η περίφημη φράση του Φει-

διπίδη το 490 π.Χ., ο οποίος μετέφερε το «νενικήκαμεν» μετά τη μάχη του Μαραθώνα, σε απόσταση 39 χιλιομέτρων στην Αθήνα. Το μειονέκτημα φυσικό ήταν πως, αφενός η περιγραφική ικανότητα του προφορικού λόγου συχνά δεν επαρκούσε για τη λεπτομερή αποτύπωση εικόνων (π.χ. χαρτών) και αφετέρου μπορούσε να αλλοιωθεί εύκολα καθώς μεταδιδόταν από στόμα σε στόμα με λιγότερο ή περισσότερο υποκειμενικό τρόπο.

Με την εμφάνιση της γραφής και των φορητών μέσων γραπτού κειμένου, κυρίως σε δέρματα ζώων, υφάσματα ή παπύρους, η επικοινωνία πήρε τη μορφή της φυσικής μεταφοράς μηνυμάτων, όπως ακριβώς συνέβαινε με κάθε άλλο αγαθό. Τα μηνύματα αποστέλλονταν με τη βοήθεια αγγελιοφόρων δρομέων ή ιππέων, συχνά σε συσκευασμένα σημεία «αναμετάδοσης» με τη μορφή σκυταλοδρομίας, έτσι ώστε η παράδοση να γίνεται πάντα στον ελάχιστο δυνατό χρόνο - από εκεί άλλωστε προέρχεται και η ονομασία ταχυδρομείο. Σύμφωνα με τον Ηρόδοτο, το σύστημα αυτό τελειοποιήθηκε από τους Πέρσες, οι οποίοι εφάρμοζαν εναλλαγή όχι μόνο ίππων αλλά και αγγελιοφόρων, καλύπτοντας έτσι μεγάλες αποστάσεις και μεταφέροντας μηνύματα χωρίς καμία διακοπή μέχρι τον τελικό προορισμό. Σε αυτή την περίπτωση, το μέσο μετάδοσης δεν είναι πλέον ο μεταφορέας του μηνύματος (αγγελιοφόρος) αλλά το μεταφερόμενο μέσο (π.χ. πάπυρος), συνεπώς η μετάδοση ήταν περισσότερο ακριβής απ' ό,τι ο προφορικός λόγος.

Μια ειδική μορφή ταχυδρομείου αποτελούσαν τα σπυτήματα που βασίζονταν σε περιστέρια. Από την εποχή της αρχαίας Αιγύπτου μέχρι και τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, τα ταχυδρομικά περιστέρια αποτέλεσαν πολύ αξιόπιστα μέσα μεταφοράς σύντομων γραπτών μηνυμάτων, όμως στην πράξη δεν συνιστούσαν και τόσο εύρηστο

τρόπο επικοινωνίας, αφού κάθε περιστέρι μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο μία φορά, από κάποιον αποστολέα προς τη βάση του.

Η χρησιμοποίηση των ταχυδρομικών περιστερών μέχρι και τόσο πρόσφατα οφείλεται κυρίως στη δυσκολία εντοπισμού και ταυτοποίησης τους ως μέσο επικοινωνίας, δηλαδή στη δυνατότητα συγκεκριμένης επικοινωνίας, η οποία μπορούσε να περάσει απαρατήρητη από τον εχθρό. Γενικά ο τρόπος αυτός επικοινωνίας ονομάζεται στεγανογραφία (steganography) και αφορά κάθε τεχνική μετάδοσης μηνυμάτων με τρόπο μη αντιληπτό από κανέναν άλλο παρά μόνο από τον επιθυμητό παραλήπτη. Ήδη από την εποχή της αρχαίας Ελλάδας και της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας είναι γνωστό πως ειδικοί αγγελιοφόροι μετέφεραν γραπτά μηνύματα πάνω στο δέρμα του κεφαλιού τους. Όταν αποστέλλονταν μέσα από τις εχθρικές γραμμές, αν συλλαμβάνονταν, το μήνυμά παρέμενε σχετικά ασφαλές κάτω από τα μαλλιά, ενώ μόνο ο παραλήπτης γνώριζε την ύπαρξή του και μπορούσε να το διαβάσει ξυρίζοντας το κεφάλι του αγγελιοφόρου. Μια άλλη παρόμοια τεχνική αρχαίας στεγανογραφικής επικοινωνίας ήταν και η αποστολή μηνυμάτων μέσω ελαστικών δερμάτων ζώων, όπως για παράδειγμα η ουροδόχος κύστη η οποία διαστέλλεται με εμφύσηση αέρα προκειμένου να γραφτεί το μήνυμά και στη συνέχεια συρρικνωτόνταν και μεταφερόταν με τρόπο που δεν γινόταν αντιληπτός (π.χ. ως πάμα σε αγγείο ή μέσα σε σφαιρμένο ζώο). Τέλος, χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των ντόπιων κατοίκων στην Αντία της Καρύστου στη Νότια Εύβοια, οι οποίοι διατηρούσαν αθήνα και σήμερα (πιθανότατα από την εποχή της Φραγκοκρατίας και και παλαιότερα) ειδική γλώσσα με σφυρίγματα για να μεταδώσουν, όχι απλά μηνύματα, αλλά κανονικούς φθόγγους και συλλαβές, πρόκειται δηλαδή για κανονική καθομιλούμενη γλώσσα! Παρόμοια γλωσσικά ιδιώματα έχουν εντοπιστεί στη Θράκη, αλλά και σε ένα χωριό (Άρς) στα Πυρηνία Όρη.

Η ΦΥΡΚΩΡΙΑ, Η ΠΥΡΣΕΙΑ ΚΑΙ Ο ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ

Όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, μια από τις πρώτες εφαρμογές οπτικών επικοινωνιών βασισμένων σε φωτιά (κυ-



Αρχαιοελληνική αναπαράσταση της μεθόδου επικοινωνίας με τη χρήση της πυρσείας. Διακρίνονται οι δύο ομάδες πυρσών, μία για τις σειρές και μία για τις στήλες ενός πίνακα 5x5 θέσεων (24 γράμματα του αλφαβήτου συν ένα κενό). Το άνωμμο συγκεκριμένου πλήθους πυρσών οι κάθε ομάδα σηματοδοτούσε μια συγκεκριμένη θέση στον πίνακα και κατά συνέπεια τη μετάδοση ενός γράμματος.



Χάρτης του 1552 της Στερέας Ελλάδας, όπου διακρίνονται, μεταξύ άλλων, τα σημεία των πύργων που λειτουργούσαν ως δίκτυο επικοινωνιών κατά την εποχή της Φραγκοκρατίας. Λόγω της σπουδαιότητάς τους, συχνά τα παρατηρητήρια αυτά πλαισιώνονταν από κέστρα και οχυρωματικές διατάξεις.

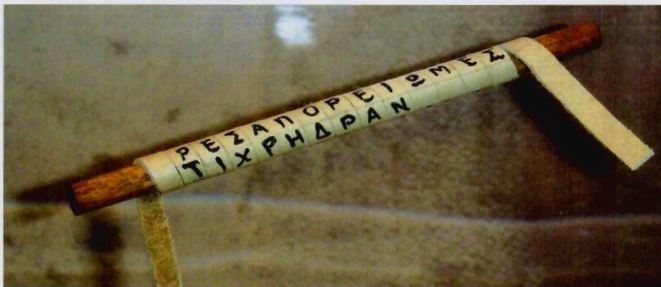
ρίως κατά τη νύκτα) ήταν η κατασκευή μεγάλων ναυτικών φάρων ή αντίστοιχα, πύργων σε υψηλά εδαφικά σημεία. Με κατάλληλη τοποθέτηση και μέγεθος φωτιάς, τα οπτικά αυτά σήματα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτά από δεκάδες χιλιόμετρα μακριά προς κάθε κατεύθυνση. Παρόμοιοι «φάροι» οι οποίοι δεν χρησιμοποιούντο απλά για να επισημάνουν την παρουσία κάποιου επικίνδυνου σημείου στη θάλασσα, αλλά επιπλέον μετέδιδαν μερικά απλά μηνύματα μέσω φωτεινών σημάτων, ονομάστηκαν σηματοφόροι και χρησιμοποιήθηκαν μέχρι και τα μέσα του 19ου αιώνα από τον Ναπολέοντα.

Μια από τις αρχαιότερες μορφές παρόμοιων συστημάτων οπτικής αναμετάδοσης μηνυμάτων αποτέλεσαν οι φρυκτωρίες. Αν και υπάρχουν παρόμοιες αναφορές στα ιστορικά αρχεία πολλών άλλων αρχαίων πολιτισμών (π.χ. στην Κίνα), πιστεύεται πως αναφέρονται για πρώτη φορά από τον Όμηρο στην Ιλιάδα και συγκεκριμένα για τη μετάδοση της είδησης της πτώσης της Τροίας από τους Μυκηναίους (12ος αιώνας π.Χ.), εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα σύστημα οπτικών σημάτων το οποίο εφαρμόζονταν είτε σε μικρή κλίμακα, χρησιμοποιώντας φορητούς πυρσούς από σχηματισμούς πεζών στρατιωτών ή πύλων, είτε σε μεγάλη κλίμακα, από σταθερές θέσεις στρατιωτικών παρατηρητηρίων τοποθετημένων σε στρατηγικά γεωγραφικά σημεία με οπτική επαφή μεταξύ τους. Τα σήματα περιελάμβαναν ειδικές κινήσεις του πυρσού ή χρονικές αναλα-

μπές σε συγκεκριμένα προσημωνημένα πρότυπα, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας, αντί για φωτεινά σήματα, χρησιμοποιούντο εύφλεκτα υλικά που δημιουργούσαν πυκνό καπνό. Ειδικά στο Αιγαίο πέλαγος, η πυκνή διάταξη των νησιών επέτρεψε την τοποθέτηση φρυκτωριών σε πυκνό δίκτυο και έτσι ήταν δυνατό ένα μήνυμα να μεταδοθεί σχεδόν από κάθε σημείο προς την πρωτεύουσα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

Μια μετεξέλιξη της φρυκτωρίας σε τεχνολογικό επίπεδο αποτελεί η πυρσαί. Ενα από τα βασικά μειονεκτήματα των αρχαίων δικτύων φρυκτωριών ήταν το γεγονός ότι μπορούσαν να μεταδώσουν μόνο ένα μικρό σύνολο προσημωνημένων μηνυμάτων, αφού εκ κατασκευής δεν ήταν εύκολο το οπτικό σήμα να διαμορφωθεί αρκετά γρήγορα ώστε να αποτυπώσει πιο πλούσιο πληροφοριακό περιεχόμενο. Αντίθετα, η πυρσαί αποτελείται από μια σειρά πυρσών, σε δύο ομάδες των πέντε οι οποίες απείχαν λίγο μεταξύ τους. Η τεχνική μετάδοσης βασίζονταν στην «τοποθέτηση» των προς μετάδοση συμβόλων (γράμματα του αλφαβήτου) σε έναν εικονικό πίνακα 5x5 θέσεων (βλ. σχετική εικόνα), έτσι ώστε η πρώτη ομάδα πυρσών, που αντιστοιχούσε στις (οριζόντιες) σειρές του πίνακα, μετέδιδε την πληροφορία για τη σειρά στην οποία ανήκε το προς μετάδοση γράμμα (ανάλογα με το πόσο από αυτούς ήταν αναμμένοι), ενώ η δεύτερη ομάδα μετέδιδε την πληροφορία για τη στήλη του πίνακα στην οποία ανήκε το ίδιο γράμμα. Ουσιαστικά επρόκειτο για ένα σύ-

στημα κωδικοποίησης διδιάστατης αριθμητικής αναπαράστασης, στην οποία κάθε γράμμα αντιστοιχούσε σε ένα μοναδικό συνδυασμό αριθμών σειράς και στήλης, οι οποίες καθόριζαν την ακριβή θέση του στον πίνακα. Έτσι, για κάθε γράμμα του μεταδιδόμενου μηνύματος, οι αγγελιοφόροι άναβαν το κατάλληλο πλήθος πυρσών στην πρώτη και στη δεύτερη ομάδα, ώστε ο απομακρυσμένος παρατηρητής να «διαβάσει» ένα γράμμα. Για παράδειγμα, το γράμμα Θ προέκυπε ως τομή της σειράς 2 (δύο πυρσού της πρώτης ομάδας αναμμένοι) και της στήλης 3 (τρεις πυρσού της δεύτερης ομάδας αναμμένοι). Φυσικά ο ρυθμός μετάδοσης των μηνυμάτων ήταν πολύ αργός, καθώς η πληροφορία για το κάθε γράμμα απαιτούσε ένα ξεχωριστό κύκλο ανάμματος-σβήσιματος των πυρσών. Η πυρσαί θεωρείται ο αρχαιότερος πρόγονος του σύγχρονου τηλεγράφου, καθώς με τον τρόπο αυτό δεν μεταδίδονταν απλώς προσημωνημένα μηνύματα αλλά πλήρες γραπτό κείμενο. Την εποχή του Βυζαντίου, οι φρυκτωρίες χρησιμοποιήθηκαν με μια τροποποιημένη μορφή με το όνομα καμινובίλες, για τις οποίες αναφέρεται ότι, με την κατάλληλη κατασκευή και τοποθέτηση των παρατηρητηρίων, οι ενδιάμεσες αποστάσεις μεταξύ τους ήταν της τάξης των πολλών δεκάδων χιλιομέτρων. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι στη Μικρά Ασία υπήρχαν εννέα καμινובίλες, από το νοτιοανατολικό άκρο κοντά στην Κύπρο μέχρι την Κωνσταντινούπολη, οι οποίες κάλυπταν συνολικά απόσταση



Φυσική αναπαράσταση της Λακεδαιμονικής κρυπτικής ακυτάλης, όπου διακρίνεται το ξύλινο στέλεχος και η λωρίδα δέρματος με ένα μήνυμο γραμμένο κατά μήκος. Όταν η λωρίδα ζετυλιγόταν, ήταν πολύ δύσκολο να διασταθεί το αρχικό μήνυμα, λόγω της αντιμετώπισης των γραμμάτων (από οριζόντια σε κάθετη διάταξη).

670 χιλιομέτρων, μεταδίδοντας το μήνυμα σε λιγότερο από μία ώρα από τον ένα άκρο στο άλλο. Αντίστοιχα, κατά την εποχή της Φραγκοκρατίας, χρησιμοποιήθηκαν οι πύργοι, υψηλά παρατηρητήρια-φόροι στο Αιγαίο, ακριβώς για τον ίδιο σκοπό. Στην Κίνα, οι πύργοι στο Σινικό Τείχος περιελάμβαναν παρατηρητήρια με φρουκτωρίες μέσω των οποίων ένα μήνυμα μπορούσε να μεταδοθεί ταχύτατα από οποιοδήποτε σημείο μέχρι την πρωτεύουσα της αυτοκρατορίας.

Μια παραλλαγή του συστήματος της πυροελαίας, αλλά με την ταχύτητα και την ευκολία της απλής φρουκτωρίας, αποτέλεσε ο υδραυλικός τηλεγράφος. Αναφέρεται ήδη από τον 4ο αιώνα π.Χ. από τον Αινεία και λίγο αργότερα από τον Πλούτωνα. Αποτελώντας παραλλαγή της βασικής οπτικής τεχνικής, χρησιμοποιήθηκε μέχρι και τον 19ο αιώνα στη Βρετανία, όπου αντί για μετάδοση οπτικών σημάτων χρησιμοποιούντο υδραυλικά συστήματα και δίκτυα νερού (μετάδοση πίεσης), δίνοντας έτσι τη δυνατότητα αποστολής μηνυμάτων υπό οποιοδήποτε συνθήκες χωρίς οπτική επαφή, αλλά με αρκετές τεχνικές δυσκολίες (αντοχή δικτύου, προβλήματα διαστολής, πάγος, κλπ.).

Η βασική ιδέα του συστήματος είναι αυτή της πυροελαίας, δηλαδή της μετάδοσης απλών οπτικών σημάτων, αλλά με την προσθήκη ενός συστήματος «μετάφρασης» σε πιο πλούσιο πληρο-

φοριακό περιεχόμενο. Οπως προαναφέρθηκε, η μετάδοση ενός και μόνο αριθμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έλεγχος (δηλαδή ως αριθμός) ή να εφαρμοστεί ως δείκτης αναφοράς για ένα σύνολο προσημωφωμένων μηνυμάτων. Ο υδραυλικός τηλεγράφος που περιγράφεται από τον Αινεία περιελάμβανε ένα αγγείο συγκεκριμένου ύψους (1,5 μ.) και πλάτους (0,5 μ.) με μια οπή στο κάτω μέρος, και έναν ξύλινο πήχη επίσης συγκεκριμένου μεγέθους στερεωμένο σε ένα πλωτήρα από δύο δίσκους φελλού με διάμετρο ίση με αυτή του αγγείου. Στο ξύλινο στέλεχος, και σε αποστάσεις τουλάχιστον 6 εκατοστών κατακόρυφως, σημειώνονταν κύκλοι ως σημεία αναφοράς σε συγκεκριμένα προσημωφωμένα μηνύματα. Παρόμοιος κατασκευές, με τα ίδια ακριβώς χαρακτηριστικά, ήταν τοποθετημένες σε διάφορα παρατηρητήρια σε αποστάσεις έως και 30 χιλιόμετρα μεταξύ τους. Όταν έπρεπε να μεταδοθεί ένα επειγόν μήνυμα, οι αγγελιοφόροι άναβαν έναν πυρσό ειδοποιώντας το πλησιέστερο παρατηρητήριο να προετοιμαστεί για τη λήψη του. Μόλις επιβεβαιωνόταν πως η συσκευή του λήπτη ήταν έτοιμη, ο αποστολέας άναβε έναν δεύτερο πυρσό και ταυτόχρονα άνοιγε την οπή στη βάση του αγγείου, απελευθερώνοντας σταδιακά το νερό και αναγκάζοντας τον ξύλινο πήχη να κατέρχεται με σταθερό ρυθμό. Μόλις το επιθυμητό σημείο αναφοράς (μήνυμα) έφθανε σε ένα συγκεκριμένο ση-

μείο του αγγείου, έκλεινε την οπή και ταυτόχρονα άναβε ένα τρίτο πυρσό για να υποδηλώσει το τέλος της μετάδοσης. Ο παραλήπτης, που ταυτόχρονα ακολουθούσε την ίδια ακριβώς διαδικασία με το δικό του αγγείο, γνώριζε πλέον ποιο ήταν το μήνυμα που μεταδόθηκε και επιβεβαίωνε τη λήψη του. Με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιώντας φωτεινά σήματα για συγχρονισμό και το χρονικό διάστημα ως «διαμόρφωση» (φορά πληροφορίας), ένα δίκτυο παρατηρητηρίων ήταν δυνατό να μεταδώσει ταχύτατα μηνύματα, όπως ακριβώς οι φρουκτωρίες, αλλά με περιεχόμενο παρόμοιο με αυτό του «τηλεγράφου» που εφαρμόζαν οι πυροελαίες.

ΒΙΣΙΟΠΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ

Τα ηχητικά μέσα επικοινωνίας σε μεγάλες αποστάσεις αποτέλεσαν σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα κατά την αρχαιότητα, καθώς επέτρεψαν τη «διάχυτη» μετάδοση απλών μηνυμάτων, χωρίς δηλαδή την ανάγκη συντονισμού και άμεσης επαφής μεταξύ πομπού και δέκτη: ένα ηχητικό σήμα μεταδιδόταν στην ατμόσφαιρα και έφθανε σε αρκετά μεγάλη απόσταση, ημέρα ή νύκτα, χωρίς να απαιτείται καμία προετοιμασία του δέκτη προκειμένου να το λάβει, και χωρίς πιθανότητα να είναι καν γνωστή η ακριβής θέση του. Ταυτόχρονα, όμως, η κάθε μετάδοση αποτελούσε από μόνη

της μια προειδοποίηση προς τον εχθρό ή προς το θήραμα, αφού δεν ήταν δυνατό να πραγματοποιηθεί στοχευμένο, μόνο προς τον επιθυμητό αποδέκτη. Από την άλλη πλευρά, τα αντίστοιχα οπτικά μέσα, τοποθετημένα κατάλληλα ώστε να είναι ορατά μόνο υπό ορισμένες γωνίες, όπως για παράδειγμα ακριβώς πίσω από την κορυφή ενός βουνού, επέτρεπαν την επιλεκτική λήψη του μηνύματος από συγκεκριμένους μόνο παραλήπτες. Αυτό, όμως, δημιουργούσε ένα πρόσθετο πρόβλημα, αυτό του συντονισμού και της προηγούμενης προετοιμασίας του δέκτη, ώστε να λάβει το μήνυμα σωστά και από την έναρξή της αποστολής του.

Ενας ακόμα σημαντικός παράγοντας σε όλα τα συστήματα επικοινωνίας, ηχητικά ή οπτικά, είναι η ταχύτητα μετάδοσης των μηνυμάτων, δηλαδή ο ρυθμός αποστολής μεμονωμένων στοιχείων πληροφορίας, ο οποίος εξαρτάται τόσο από το είδος και τα χαρακτηριστικά του μέσου μετάδοσης, όσο και από τον τρόπο αναπαράστασης ή κωδικοποίησης του μηνύματος. Ως προς το μέσο μετάδοσης, είναι γνωστό ότι τα ηχητικά κύματα μεταδίδονται στην ατμόσφαιρα με ταχύτητα ανάλογη του υψομέτρου (πυκνότητας) και της υγρασίας του αέρα και η οποία τυπικά είναι τουλάχιστον 874.000 φορές πιο μικρή από αυτή της μετάδοσης του φωτός. Όταν αφορά την κωδικοποίηση, ένα μήνυμα μπορεί να αποτελείται για παράδειγμα από ένα και μόνο αριθμό, πληροφορία η οποία μπορεί να χρησιμοποιείται είτε αυτούσια ως έχει, είτε ως αναφορά σε μια ολόκληρη σελίδα ενός συγκεκριμένου βιβλίου: η ποσότητα της πληροφορίας που μεταφέρει ένα μήνυμα συνδέεται πάντα με τον τρόπο «μετάφρασης» του περιεχομένου, σύμφωνα με κάποιο προσυμφωνημένο πρωτόκολλο μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη.

Ενα σήμα καπνού, αν αντιστοιχεί σε ένα και μόνο γράμμα ή αριθμό, δεν μεταφέρει σημαντική ποσότητα πληροφορίας παρά μόνο αν αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο προσυμφωνημένο μήνυμα. Κατ' αναλογία, η λάμψη ενός ναυτικού φάρου δεν παρέχει πολλές πληροφορίες παρά μόνο αν μπορεί να ταυτοποιηθεί και να συσχετιστεί με συγκεκριμένο σημείο σε ένα χάρτη. Για τον λόγο αυτό, οι μεγάλοι ναυτικοί φάροι, όπως και οι σύγχρονοι ραδιοφάροι στην αεροναυτιλία, τυπικά χρησιμοποιούν συνδυασμό μιας σταθερής πηγής φωτός,

Η ποσότητα της πληροφορίας που μεταφέρει ένα μήνυμα συνδέεται πάντα με τον τρόπο «μετάφρασης» του περιεχομένου, σύμφωνα με κάποιο προσυμφωνημένο πρωτόκολλο μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη.

που αναδοσθήει με συγκεκριμένο ρυθμό και είναι ορατή από όλες τις γωνίες, και μιας περιστρεφόμενης πηγής που συμπίπτει με τη σταθερή μόνο υπό μια ορισμένη γωνία (π.χ. με διεύθυνση κατευθείαν προς τον Βορρά), με ένα συνδυασμό κατάλληλου χρονισμού και «φάσης» (χρονική διαφορά μεταξύ των δύο πηγών), το σήμα του ναυτικού φάρου στην πραγματικότητα μεταδίδει όλες τις απαραίτητες πληροφορίες διάπτωσης, άρα και εντοπισμού του στον αντίστοιχο χρήστη.

Η ανάγκη δημιουργίας προσυμφωνημένων συνόλων πιθανών μηνυμάτων, καθώς και η «διάχυτη» μετάδοση ηχητικών ή οπτικών μηνυμάτων μέσω μη στοχευμένων (ηθελμένων ή όχι) εκπομπών, αναδεικνύει έναν ακόμα βασικό παράγοντα στις επικοινωνίες, αυτόν της α-σφάλειας. Η μυστικότητα του περιεχο-

μένου των μηνυμάτων πολλές φορές είναι σημαντικότερη και από το ίδιο το περιεχόμενο του μηνύματος, ιδιαίτερα στις στρατιωτικές επικοινωνίες: ένας στρατηγός που προσπαθεί να ειδοποιηθεί πως χρειάζεται ενισχύσεις στο πεδίο της μάχης, προτιμά το μήνυμά του να μη φτάσει ποτέ στον προορισμό του παρά να υποπέσει στην αντίληψη του εχθρού, καθώς κάτι τέτοιο δημιουργεί ένα πρόσθετο και ίσως καταστροφικό μειονέκτημα. Επιπλέον, κάθε μήνυμα πρέπει να μπορεί να ταυτοποιηθεί ως γνήσιο, διαφορετικά πάντα υπάρχει η πιθανότητα είτε της παραπλάνησης από κάποιο τρίτο πρόσωπο είτε της απόρριψης ενός γνήσιου μηνύματος ως πλαστού - και στις δύο περιπτώσεις εξίσου αρνητικό και εν δυνάμει καταστροφικό ενδεχόμενο. Στα αρχαία κείμενα διαφόρων πολιτισμών υπάρχουν αμέ-



Φωσική αναπαράσταση του υδραυλικού τηλεγράφου του Λεβιά. Διακρίνονται καθαρά το κυλινδρικό στήλιο, ο ζύλινος θερμομονωμένος πύργος που εκπέμπει στο νερό του στήλιου, καθώς και η στήλη με τον πυρσό. Η μέγιστη απόσταση μετάδοσης του μηνύματος με παρόμοιο σύστημα περιοριζόταν αποκλειστικά και μόνο από το μέγεθος της φωτιάς του πυρσού και τις καιρικές συνθήκες (τυπικά μερικές δεκάδες χιλιόμετρα).



Τεχνικές κρυπτογράφησης παρόμοιες με αυτήν της κρυπτείας σκυτάλης χρησιμοποιήθηκαν και σε πολλά άλλα συστήματα επικοινωνίας κατά την αρχαιότητα.

τρητα παραδείγματα παρόμοιας παραπλάνησης σε εκστρατείες και μάχες, κατά τις οποίες η μη γνησιότητα ενός κρίσιμου μηνύματος ανακαλύπτεται πολύ αργά για την τελική έκβαση.

ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ηδη από την εποχή των προφορικών ή γραπτών ταχυδρομικών μηνυμάτων στην αρχαιότητα, τα ζητήματα της ασφάλειας αποτελούσαν σημαντικό ζήτημα. Ένα από τα αρχαιότερα συστήματα κρυπτογράφησης αποτέλεσε η Λακεδαιμονική ή κρυπτεία σκυτάλη, σύστημα το οποίο θεωρείται πρόγονος των συστημάτων κρυπτογράφησης μέσω απλής αντικατάστασης. Μια κυλινδρική ξύλινη ράβδος χρησιμοποιείτο ως σκυτάλη, τυχαίαν διαστάσεων, η οποία κοδώνταν εγκάρσια σε δύο πανομοιότυπα τμήματα. Το ένα τμήμα φυλασσόταν από τους εφόρους της Σπάρτης και το άλλο το έφερε μαζί του ο επικεφαλής του στρατεύματος στη μάχη. Όταν υπήρχε ανάγκη να επικοινωνήσει το ένα μέρος με το άλλο, έπαιρνε μια τέτοια (μισή) σκυτάλη και τύλιγε γύρω της σφιχτά μια λωρίδα υφάσματος ή δέρματος, όπου έγραφε το προς μετάδοση μήνυμα. Στη συνέχεια, το ύφασμα εκτυλισσόταν και παραδίδόταν στον αγγελιοφόρο, ο οποίος το μετέφερε στον παραλήπτη. Χωρίς τη σκυτάλη, συγκεκριμένου μήκους και διαμέτρου, θα ήταν πολύ δύσκολο για κάποιον να διαβάσει το μήνυμα κατευθείαν από τη λωρίδα του υφάσματος, καθώς τα γράμματα θα είχαν υποστεί αντιμετάθεση (από οριζόντια σε κάθετη διάταξη). Ο παραλήπτης που λάμβανε τη λωρίδα υφάσματος μπορούσε εύκολα να διαβάσει το αρχικό μήνυμα τυλίγοντάς την γύρω από το πιστό αντίγραφο της σκυτάλης. Σε όρους κρυπτογράφησης, το «μυστικό κλειδί» της διαδικασίας ήταν προφανώς οι φυσικές διαστάσεις της σκυτά-

λης, οι οποίες διατηρούντο μυστικές και εκτός του περιεχομένου του μεταφερόμενου μηνύματος.

Τεχνικές κρυπτογράφησης παρόμοιες με αυτήν της κρυπτείας σκυτάλης χρησιμοποιήθηκαν και σε πολλά άλλα συστήματα επικοινωνίας κατά την αρχαιότητα. Στην περίπτωση της πυρρασίας, όπου χρησιμοποιείται ένας πίνακας με τα γράμματα του αλφαβήτου, μια κρυπτογραφική εκδοχή της όλης διαδικασίας ήταν απλά η αντιμετάθεση των γραμμών ή και των στηλών του πίνακα με προσυμφωνημένο τρόπο πριν τη μετάδοση του μηνύματος. Έτσι, οι θέσεις των γραμμών του μηνύματος δεν ήταν πλέον οι αρχικές αλλά οι αντιμεταθέσεις τους, δίνοντας συνολικά (5x4x3x2x1 = 5!) = 120 συνδυασμούς για τις γραμμές ή τις στήλες, ή (5x5!) = 14.400 συνδυασμούς για τα δύο μαζί, για πάντα αλφαβήτου 5x5. Η διαδικασία αυτή αποτελεί τον πρό-



Περιστρεφόμενος δίσκος αλφαβητικής αντιμετάθεσης γραμμάτων για την κρυπτογράφηση μηνυμάτων. Πρώμη εκδοχή αυτού του συστήματος αποτελεί το κωδικό μοιρογμωνίου του Ανεία, ενώ παρόμοιες σκακίες σαν αυτή της εικόνας (1893) χρησιμοποιήθηκαν έως και τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο στα πεδία των μαχών.

γωνα των συστημάτων κρυπτογράφησης διδάσκατης αντιμετάθεσης, τα οποία παρέμειναν σχετικά αξιόπιστα μέχρι την εμφάνιση των ηλεκτρονικών υπολογιστών που μπορούσαν να εκτελούν εκατομμύρια δοκιμές σε ελάχιστο χρόνο και να «παίζουν» τέτοιους κώδικες σε κλάσματα του δευτερολέπτου.

Ένα ακόμα κρυπτογραφικό σύστημα επικοινωνίας ήταν το κωδικό μοιρογμωνίου του Ανεία, όπου τα 24 γράμματα του αλφαβήτου τοποθετούντο στην περιφέρεια μιας μικρής κυκλικής κατασκευής διαμέτρου 8-10 εκατοστών, στο εσωτερικό της οποίας υπήρχε ένας αποσπώμενος μικρότερος δίσκος με ισοριθμίες οπές στην περιφέρειά του και μια ακόμη έκκεντρη οπή σε απόσταση δύο εκατοστών από την κεντρική (άξονα περιστροφής). Η κεντρική οπή σε συνδυασμό με την έκκεντρη όριζαν μια ακτίνα που αντιστοιχούσε στο πρώτο γράμμα του αλφαβήτου («α»). Πριν από την κρυπτογράφηση, ο εσωτερικός δίσκος περιστρεφόταν κατά ένα συγκεκριμένο αριθμό θέσεων («κλειδί» κρυπτογράφησης) και στη συνέχεια ένα νήμα χρησιμοποιείτο για να συνδέσει διαδοχικά τις οπές που αντιστοιχούσαν στα γράμματα του μηνύματος. Με τον αγγελιοφόρο αποσπείλονταν μόνο ο εσωτερικός δίσκος, οπότε το αρχικό μήνυμα δεν ήταν εύκολο να ανακτηθεί παρά μόνο αν ο παραλήπτης τον τοποθετούσε στην ίδια ακριβώς προσυμφωνημένη θέση «μετάθεσης» των γραμμάτων και ξετύλιγε το νήμα. Το σύστημα αυτό αντιστοιχεί σε κρυπτογράφηση απλής αντιμετάθεσης και χρησιμοποιήθηκε με διαφορετική μορφή από τους Ρωμαίους (σύστημα Καισαρά). Γενικά προσφέρει κρυπτασφάλεια αντίστοιχη του πλήθους των πιθανών μεταθέσεων του αρχικού γράμματος («α» σε 24 πιθανές θέσεις). Αν και πολύ απλή, η βασική αρχή των διπλών κύκλων μετάθεσης γραμμάτων χρησιμοποιήθηκε ως απλό σύστημα κρυπτογράφησης μέχρι και τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, για τη γρήγορη μετάδοση συνταγμένων για το πυροβολικό στο πεδίο της μάχης μέσω μη κρυπτογραφικού αουρτίου (αρκούσε το ότι ο κώδικας δεν ήταν δυνατό να παραβιαστεί μέσα στα επόμενα 1-2 λεπτά). Παρόμοια συστήματα αντιμετάθεσης χρησιμοποιήθηκαν επίσης και στο Βυ-

Η πρόσθια και οπίσθια όψη του δίσκου της Φαιστού. Αν και το ακριβές περιεχόμενο των απεικονίσεων παραμένει ακόμα άγνωστο, κάποιοι αρχαιολόγοι πιθανολογούν ότι ίσως πρόκειται για πρώιμο πίνακα κρυπτογράφησης, παρόμοιο με αυτό των δίσκων αντιμετάθεσης γραμμάτων, ή ίσως ακόμα και κωδικοποιημένο πίνακα ολόκληρων μηνυμάτων.



ζάντιο, εξελιγμένα ώστε να περιλαμβάνουν όχι απλά αντι-μεταθέσεις αλλά τυχαίες αντιστοιχίες γραμμάτων και πολλαπλές εναλλακτικές τιμές.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ο σύγχρονος πολιτισμός και η ραγδαία εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τους τελευταίους δύο αιώνες έχουν οδηγήσει σε τέτοιες καινοτομίες που ο μη ειδικός στις τεχνικές λεπτομέρειες και στον τρόπο κατασκευής των συσκευών, που όλοι πλέον χρησιμοποιούν σήμερα, να θεωρεί τις τηλεπικοινωνίες ως κάτι το αδιανόητο και σχεδόν μαγικό. Η δυνατότητα να μπορεί οποιοσδήποτε να σηκώσει το ακουστικό του τηλεφώνου του και μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα να συνομιλήσει με κάποιον στην άλλη άκρη του πλανήτη, ή να ανοίξει την «έξυπνη» φορητή συσκευή του και να δει μέσω του διαδικτύου μια πανοραμική δορυφορική εικόνα της περιοχής όπου βρίσκεται, είναι πλέον καθημερινή πραγματικότητα...

Δεν είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς πως κάπως έτσι θα πρέπει να έβιωσαν και οι αρχαίοι Έλληνες, Αιγύπτιοι και Κινέζοι, όταν με τη χρήση κατάλληλων «έξυπνων» για την εποχή τους συσκευών μπορούσαν σε ελάχιστο χρόνο να μεταδώσουν μηνύματα σε αποστάσεις που και το ταχύτερο ιππεία θα χρειάζονταν ολόκληρες ημέρες για να διανύουν, περνώντας συχνά μέσα από εχθρικές περιοχές. Για την εποχή τους, οι φρυκτωρίες, οι πυρσίδες, ο υδραυλικός τηλεγράφος, όλες αυτές οι ιδιοφυείς κατασκευές δεν ήταν τίποτα άλλο παρά οι «δορυφορικές» τηλεπικοινωνίες και το «διαδίκτυο» εκείνης της εποχής.

Ανεξάρτητα πάντως από την ιστορική περίοδο, αυτό που αποτελεί αναπόσπαστο και εξαιρετικής σημασίας

τμήμα του πολιτισμού είναι η αξία της πληροφορίας, όταν μάλιστα αυτή μπορεί να μεταδοθεί σε αποστάσεις και σε χρόνους που ξεπερνούν κατά πολύ τις φυσικές ανθρώπινες δυνατότητες. Είναι βέβαιο ότι μεταξύ των διαφόρων τεχνολογικών επιτευγμάτων της ανθρώπινης ιστορίας, οι τηλεπικοινωνίες αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα. ■

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(1) Wikipedia: HISTORY OF TELECOMMUNICATION (article), 16 Dec 2012, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_telecommunications
 (2) Marshal T. Post: A HISTORY OF COMMUNICATIONS: MEDIA AND SOCIETY FROM THE EVOLUTION OF SPEECH TO THE INTERNET, Cambridge University Press, 2011.
 (3) Randy H. Katz: HISTORY OF COMMUNICATIONS INFRASTRUCTURES, EE & CS Dept., University of California, Berkeley, <http://nrg.eecs.berkeley.edu/~randy/Courses/CS39C.S97/index.html>
 (4) Wikipedia: HISTORY OF TELECOMMUNICATION (article), 16 Dec 2012, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_telecommunications
 (5) Stephen Pincok: ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ - ΚΩΔΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ, εκδ. Τρούλις, 2006.
 (6) Wikipedia: TELECOMMUNICATION (article), 7 Jan 2013, <http://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunication>
 (7) Simon Haykin: COMMUNICATION SYSTEMS, 4th.Ed., John Wiley & Sons, 2001.
 (8) Wikipedia: HYDRAULIC TELEGRAPH (article), 7 Jan 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_telegraph

(9) Michael Lahanas: ANCIENT GREEK COMMUNICATION METHODS, 14 Jul 2009, <http://www.mlahanas.de/Greeks/Communication.htm>
 (10) David Crowley, Paul Meyer (ed.): COMMUNICATION IN HISTORY - TECHNOLOGY, CULTURE AND SOCIETY, 4th.Ed., Allyn & Bacon, Boston, 2003.
 (11) Gerard Holtzman: DATA COMMUNICATIONS: THE FIRST 2500 YEARS, 28 Jun 2011, <http://spinroot.com/gerard/pdf/hamburg94b.pdf>
 (12) Anton A. Hurdeman: THE WORLDWIDE HISTORY OF TELECOMMUNICATIONS, Wiley-IEEE Press, 2003.
 (13) Wikipedia: SEMAPHORE LINE (article), 2 Jan 2013, http://en.wikipedia.org/wiki/Semaphore_line
 (14) Γιώργος Χαρολαμπόπουλος: ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ, Επιστήμη και Τεχνολογία, τ. 6, σελ. 89-95.
 (15) Χρήστος Αδός: ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ, 5η εκδ., Αίολος, 1997.
 (16) R. W. Burna: COMMUNICATIONS - AN INTERNATIONAL HISTORY OF THE FORMATIVE YEARS, The Institution of Engineering and Technology (IET), 2004.
 (17) David Kahn: THE CODEBREAKERS: THE COMPREHENSIVE HISTORY OF SECRET COMMUNICATION FROM ANCIENT TIMES TO THE INTERNET, Scribner, London, 1996.
 (18) Simon Singh: THE CODE BOOK: THE SCIENCE OF SECRECY FROM ANCIENT EGYPT TO QUANTUM CRYPTOGRAPHY, Anchor, 2000.
 (19) Wikipedia: BEACON (article), 11 Dec 2012, <http://en.wikipedia.org/wiki/Beacon>
 (20) George Fromat: INDIAN SIGNALS AND SIGN LANGUAGE, Wings, 2nd.Ed., 1991.

ΠΕΡΙΣΚΟΠΙΣ

ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

ΔΡΟ
ΕΠΙΤΑΓΗ **6€**
+ Δωρεάν
ταχυδρομικό
για τις αγορές σας!
(σελ. 7)



**Κβαντικοί
Στρόβιλοι**



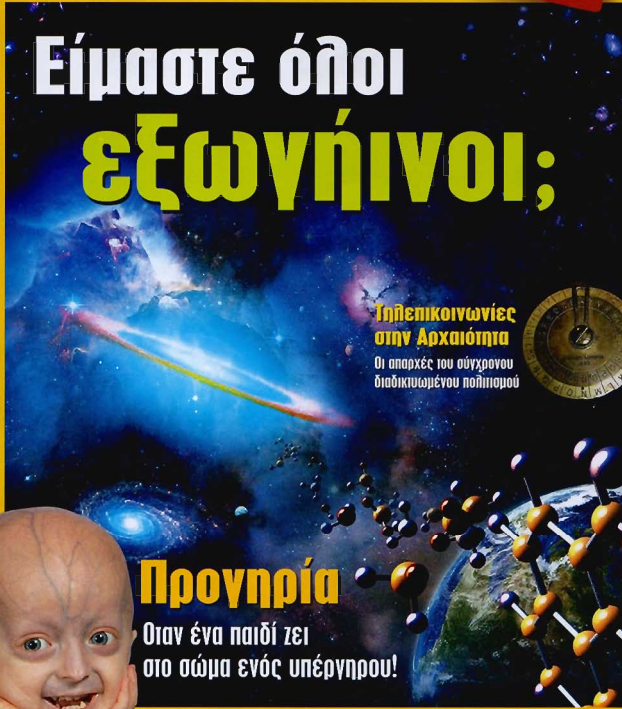
**Διασώζοντας
τη Νεκρά
Θάλασσα**

Ενα σχέδιο βιβλικών
διασώσεων



**Πότε
σχηματίστηκαν
οι πρώτοι
πλανήτες
στο Σύμπαν;**

Είμαστε όλοι εξωγήινοι;



**Τηλεπικοινωνίες
στην Αρχαιότητα**

Οι απαρχές του σύγχρονου
διαδικτυωμένου πολιτισμού

Προγνρία

Όταν ένα παιδί ζει
στο σώμα ενός υπέργηρου!

