

Τηλεπικοινωνίες μέ τεχνητούς

1.— Τοποθέτησις τοῦ συστήματος τηλεπικοινωνιῶν με̄ δορυφόρους, ὡς πρὸς τὰ ἄλλα συστήματα τηλεπικοινωνιῶν.

Οἱ ἀλματωδῶς αὐξανόμενες ἀνάγκες τηλεπικοινωνιῶν μετὰ τὸν 2ον παγκόσμιον πόλεμον ὤθουν :

— εἴτε εἰς τὴν ἐπέκτασιν τῆς χρησιμοποίησεως ὑπαρχουσῶν περιοχῶν συχνοτήτων (τροποσφαιρικὴ διάδοσις εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, ἀναμετάδοσις με̄ δορυφόρους).

—εἴτε εἰς τὴν κατάκτησιν νέων περιοχῶν συχνοτήτων (Laser - ὀπτικάι συχνότητες).

Ἐπέκτασις χρησιμοποίησεως ὑπαρχούσης περιοχῆς συχνοτήτων σημαίνει αὐξησιν ἀποστάσεως μεταδόσεως καὶ αὐξησιν χωρητικότητος πληροφορίας. Διὰ τῶν τεχνητῶν δορυφόρων ἐπιτυγχάνομεν αὐξησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ συγχρόνως χρησιμοποιοῦμε τὴν σχετικῶς μεγάλην χωρητικότητα τῆς περιοχῆς τῶν μικροκυμάτων.

Οὕτως, εἰς τὰ ὑπάρχοντα συστήματα τηλεπικοινωνιῶν παγκοσμίας ἐμβελείας, ἦτοι:

— Ἴονοσφαιρικὴ διάδοσις (βραχέα κύματα),

—ὑποβρύχια τηλεφωνικὰ καλώδια, προστίθενται τῶρα τὸ σύστημα τηλεπικ. με̄ τεχνητούς δορυφόρους.

Ἡ Ἴονοσφαιρικὴ σύνδεσις περιορίζεται εἰς τὴν στενὴν ζώνην τῶν βραχέων κυμάτων (3 ὡς 30 MHz) μικρᾶς χωρητικότητος καὶ ὑπὸκειται εἰς διαλείψεις καὶ παραμορφώσεις.

Ἡ σύνδεσις με̄ ὑποβρύχια καλώδια ἀπαιτεῖ ἔργα μεγάλης διαρκείας, ποῦ δὲν προφταίνουν τὸν ρυθμὸν αὐξήσεως τῶν ἀναγκῶν. Π.χ. σήμερα ὑπάρχουν 4 μόνον διατλαντικὰ καλώδια συνολικῆς χωρητικότητος 200 τηλεφωνικῶν γραμμῶν, ἐνῶ ἐν πέμπτον καλώδιον, χωρητικότητος 120 γραμμῶν πιθανὸν νὰ τοποθετηθῆ κατὰ τὸ ἐρχόμενον ἔτος.

Ἡ σύνδεσις με̄ τεχνητούς δορυφόρους ἀξιοποιεῖ τὴν ζώνην συχνοτήτων 1.000 ἕως 10.000 MHz διὰ παγκοσμίας τηλεπικοινωνίας.

Μέχρι τώρα ἡ ζώνη αὕτη ἔχει χρησιμοποιηθῆ διὰ τηλεπικοινωνίας ἐθνικῆς μόνον ἐμβελείας.

Ἡ ἄμεσος ἐμβέλεια, ἡ ὁποία εἶναι ἐν πρῶκειμένῳ ἡ ραδιο - ὀπτικὴ ἐμβέλεια (τάξεως 100 km), ἐπεκτείνεται με̄ βοηθητικούς σταθμούς ἀναμεταδόσεως (relay) εἰς ἀποστάσεις τάξεως 1.000 km. Διὰ μεγαλυτέρας ἀποστάσεις παγκοσμίας ἐμβελείας, πρέπει νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀσύμφορα πολλὰ ἀναμεταδόσεις, ἐνῶ συγχρόνως οἱ σταθμοὶ ἀναμεταδόσεως θὰ ἔπρεπε νὰ ὑπερυψοῦνται εἰς μεγάλα ὕψη ὑπεράνω τῆς γῆς.

Μεγάλῃ ὑπερύψωσις με̄ ἐπιγείους σταθμοὺς ἀναμεταδόσεως εἶναι ἀδύνατη. Ὅποτε ὁ σταθμὸς ἀναμεταδόσεως τοποθετεῖται ἐπὶ δορυφόρου. Ἔτσι συνδέονται, με̄ μία μόνῃ ἀναμετάδοσιν, δύο σταθμοὶ ἐκπομπῆς λήψεως εἰς ἀπόστασιν χιλιάδων km. Οἱ δύο σταθμοὶ ὀφείλουν νὰ εὐρίσκωνται ἐντὸς τῶν ραδιο - ὀπτικῶν πεδίων ὁρατότητος τοῦ δορυφόρου. Ἄρα ἡ μεγίστη ἀπόστασις ἐκπομπῆς - λήψεως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ δορυφόρου.

Ἐνα ἀπὸ τὰ κύρια ἐνδιαφέροντα τῶν συνδέσεων με̄ δορυφόρους εἶναι ἡ σχετικῶς μεγάλη χωρητικότης πληροφορίας τῆς χρησιμοποιουμένης ζώνης μικροκυμάτων (ἐκατοντάδες φορές μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν χωρητικότητα τῆς ζώνης βραχέων κυμάτων).

Ἡ χωρητικότης πληροφορίας ἐνὸς δορυφόρου εἶναι περὶ τὶς 600 ἀμφίπλευρες τηλεφ. γραμμές. Ἐξ αὐτῶν, τούλάχιστον τὸ ἡμισυ (300 ἀμφίπλευρες γραμμές) δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν διὰ μίαν μετάδοσιν τηλεοράσεως.

Οἱ δορυφόροι ἀποτελοῦν μέχρι σήμερον τὸ μόνον μέσον παγκοσμίας ἀπ' εὐθείας μεταδόσεως τηλεοράσεως. Φαίνεται ὅμως ὅτι ἡ κύρια ἐφαρμογὴ τῶν δορυφόρων θὰ εἶναι ἡ παγκόσμιος τηλεφωνία.

2.— Σύντομον ἱστορικόν.

Χριστούγεννα 1958: μήνυμα τοῦ Ἀϊζενχάουερ, μεταδοθὲν τῇ βοθηείᾳ τηλεπι-

δορυφόρους

Τοῦ Γ. ΒΟΥΔΟΥΡΗ
Καθηγητοῦ

κοινωνιακοῦ δορυφόρου, χρησιμοποιουμένου ἀπλῶς ὡς ἀνακλαστήρας (παθητικὸς δορυφόρος).

19 Αὐγούστου 1960: ἐκτόξευσις τοῦ παθητικοῦ δορυφόρου ECHO 1 ὑπὸ τῆς ἀμερικανικῆς ὑπηρεσίας NASA.

Μεταλλωμένο πλαστικὸ μπαλλόνι διαμέτρου 30 m., χρησιμοποιούμενον ὡς ἀνακλαστήρας εἰς ὕψος 1.800 km περίπου.

10 Ἰουλίου 1962: Ἐκτόξευσις τοῦ πρώτου ἐνεργοῦ δορυφόρου TELSTAR 1 (λήψις καὶ ἀναμετάδοσις ὑπὸ τοῦ δορυφόρου), ἐπίσης ὑπὸ τῆς NASA.

Οἱ ἡμερομηνίες αὐτὲς ἐσήμαναν τὴν ἀρχὴν τῶν τηλεπ. μὲ δορυφόρους.

Ἐκτοτε ἔγιναν καὶ ἄλλες ἐκτοξεύσεις περὶ τῶν ὁποίων θὰ ὁμιλήσωμεν ἐν συνεχείᾳ.

3.— Κατάταξις ὡς πρὸς τὸ εἶδος τοῦ δορυφόρου (Παθητικοὶ καὶ ἐνεργοὶ δορυφόροι).

Παθητικοὶ δορυφόροι :

Δροῦν ἀπλῶς ὡς ἀνακλαστήρες. Σοβαρὴ δυσκολία: Ἀπαιτεῖται ἐπίγειος σταθμὸς ἐκπομπῆς πᾶρα πολὺ μεγάλης ἰσχύος, διότι τὸ ἀνακλῶμενον ὑπὸ τοῦ δορυφόρου μέρος ἰσχύος εἶναι πολὺ μικρὸν καὶ ἀκόμη πολὺ μικρότερον τὸ μέρος ἰσχύος ποὺ φθάνει ὡς τὸν ἐπίγειον σταθμὸν λήψεως.

Ἐνεργοὶ δορυφόροι :

Δροῦν ὡς ἱπτάμενοι σταθμοὶ ἀναμεταδόσεως (relay), λαμβάνοντες, ἐνισχύοντες καὶ ἐπ'ἀνεκπέμποντες τὸ σῆμα πρὸς τὴν Γῆν. Ἡ ἀπαιτουμένη ἰσχύς τοῦ γῆϊνου σταθμοῦ ἐκπομπῆς περιορίζεται σὲ λογικὰ ὄρια.

Σχεδὸν ὅλα τὰ σχέδια ἐκμεταλλεύσεως τῶν δορυφόρων ἀφορσοῦν ἐνεργοὺς δορυφόρους, ἀλλὰ καὶ οἱ παθητικοὶ δορυφόροι θὰ ἔχουν ἀσφαλῶς ὠρισμένας ἐφαρμογὰς.

4.— Κατάταξις ὡς πρὸς τὸ εἶδος τῆς τροχιάς (ὕψος καὶ μορ-

φή τῆς τροχιάς - Παρελαύνοντες καὶ στατικότροπτοι δορυφόροι).

Κατ' ἀρχὴν προτιμοῦνται οἱ κυκλικὲς τροχιές. Ἐλλειπτικὲς τροχιές χρησιμοποιοῦνται γιὰ μεγάλα ὕψη καὶ μεγάλα βάρη δορυφόρων, ἰδίως ὅταν ἡ ἰσχύς τοῦ πυραύλου ἐκτοξεύσεως δὲν ἐπαρκεῖ (πρὸς τὸ παρὸν) διὰ τοποθέτησιν ἐπὶ κυκλικῆς τροχιάς.

Ἡ κυκλικὴ πολικὴ τροχιά, εἰδικώτερον, ἔχει τὸ προτέρημα νὰ καθιστᾷ τὸν δορυφόρον ὁρατὸν ἐπὶ περισσότερον χρονικὸν διάστημα μεταξὺ Ἀμερικῆς καὶ Εὐρώπης διὰ τὸ αὐτὸ ὕψος πτήσεως :

Κυκλικαὶ πολικαὶ τροχιαὶ

Ὑψος πτήσ. (km)	Περίοδος περιφορᾶς (ῶραι)	Χρόνος ὁρατότος (ἀνά ἡμ.)
1.700	2	7 min.
6.500	4	2 h
10.000	6	4,5 h
20.000	12	12 h

Τηλεπικοινωνία εἶναι δυνατὴ μόνον κατὰ τὸν χρόνον ὁρατότητος (ταυτόχρονος ὁρατότητος καὶ ἀπὸ τῶν δύο γῆϊνους σταθμοῦς (ἐκπομπῆς - λήψεως).

Ὁ δορυφόρος θεωρεῖται ὁρατός, ἐφ' ὅσον ἔχει γωνίαν ἀνυψώσεως μεγαλυτέραν ἀπὸ 5 ἕως 10°. Γιὰ μικρότερες γωνίες ἀνυψώσεως, ὁ θερμικὸς θόρυβος τοῦ ἐδάφους περιορίζει σοβαρῶς τὴν δυνατότητα λήψεως.

Ὁ πίναξ δεικνύει ὅτι ὁ χρόνος ὁρατότητος σύξάνει ταχέως μετὰ τοῦ ὕψους. Ἄρα τὰ μεγάλα ὕψη συμφέρουν πολὺ.

Τὰ μεγάλα ὕψη ἐνδείκνυνται ἐξ ἄλλου πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ζωνῶν ἀκτινοβολίας van Allen (ζῶναι ταχέων πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων).

Ἡ προσασία τοῦ ἠλεκτρονικοῦ ὕλικου καὶ τῶν ἠλιακῶν στοιχείων τοῦ δορυφόρου, ἰδίως ἀπὸ τὰ ταχέα πρωτόνια, γίνεται πολὺ δύσκολη. Ἡ πλέον ἐπικίνδυνη περιοχὴ εἶναι ἡ περιοχὴ τῆς ἐσωτερικῆς ζώνης ἀπὸ 2.000 ὡς 6.000

km., υπεράνω του γήινου ισημερινού. Άρα, οι μελλοντικές πτήσεις μεγάλης διάρκειας πρέπει μάλλον να προβλέπονται εις ύψη μεγαλύτερα από 6.000 km.

Μία ενδιαφέρουσα ειδική περίπτωση είναι η ισημερινή κυκλική τροχιά εις ύψος 36.000 km. Ο άξων τέτοιας τροχιάς συμπίπτει με τον άξονα περιστροφής της Γης, ενώ συγχρόνως η περίοδος περιφοράς του δορυφόρου ισούται προς 24 ώρας. Άρα ένας τέτοιος δορυφόρος φαίνεται από την Γη σαν ακίνητος επί του ούρανοῦ. Τὸν ὀνομάζομεν στατικὸ τροπο δορυφόρο. Τρεῖς στατικότροποι δορυφόροι εις ἴσας ἀποστάσεις ἐπὶ τοῦ ισημερινῦ κύκλου περιφοράς, ἀρκοῦν θεωρητικῶς διὰ τὴν κάλυψιν ὀλοκλήρου τῆς Γῆς, ἐκτὸς ἀπὸ τῆς πολικῆς περιοχῆς με γεωγρ. πλάτος μεγαλύτερον ἀπὸ 75° περίπου. Πρακτικῶς ὁμως ὑπάρχουν προβλήματα ἐκτοξεύσεως, ρυθμίσεως τῆς τροχιάς καὶ συγχρονισμοῦ τῶν κινήσεων.

Όλοι οἱ ἄλλοι (μὴ στατικότροποι) δορυφόροι φαίνονται μετακινούμενοι ἐπὶ τῆς οὐρανίας σφαίρας καὶ τοὺς ὀνομάζομεν παρελαύνοντα δορυφόρους.

5.— Ἐκτοξεύσεις τῶν δορυφόρων :

Δὲν ἀποτελεῖ θέμα μας, ἀλλὰ δίδομεν μερικῆς ἐνδείξεις, κυρίως ἀπὸ τὰ ὑπάρχοντα ἀμερικανικὰ δεδομένα.

Ο ἀσφαλέστερος πύραυλος ἐκτοξεύσεως φαίνεται νὰ εἶναι ὁ πύραυλος Thor - Delta. Ἡ ἰσχὺς του ὁμως ἀρκεῖ μόνον γιὰ κυκλικὰς τροχιάς μᾶλλον χαμηλὰς (ὑψος μερικῶν χιλιάδων km). Τὸ ὑψος τῶν 36.000 km δὲν μπορεῖ νὰ ἐπιτευχθῆ παρὰ ὡς ἀπόγειον ἐλλειπτικῆς τροχιάς (με δορυφόρον βάρους 35 kg. μόνον).

Άλλοι ἰσχυρότεροι τύποι ἀμερικανικῶν πυραύλων μποροῦν ἢ θὰ μπορέσουν προσεχῶς νὰ θέσουν εις κυκλικὴν τροχίαν ὑψους 10.000 km. δορυφόρους βάρους 0,5 ἢ 1 τόννου.

Διὰ τὸ στατικότροπον ὑψος τῶν 36.000 km, προβλέπεται διὰ τὰ προσεχῆ ἔτη ἡ δυνατότης τοποθετήσεως ἐπὶ κυκλικῆς ισημερινῆς τροχιάς δορυφόρων με βάρους δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων kg. Ἐξ ἄλλου, ἔχει προταθῆ ἡ ἐκτόξευσις εις δύο στάδια, ἥτοι πρῶτον ἐκτόξευσις εις χαμηλὸν ὑψος καὶ κατόπιν ἀνύψωσις τοῦ δορυφόρου ἀπὸ ἐκεῖ εις τὸ ὀριστικὸν ὑψος του, τῆ βοηθείᾳ ἐιδικοῦ κινητήρος. Τὸ βάρους τοῦ δορυφόρου θὰ ἦταν δυνατόν νὰ φθάσῃ ἢ νὰ ὑπερβῆ τὸ 1/2 τόννου καὶ ὁ δορυφόρος θὰ ἦταν δυνατόν νὰ φέρῃ σταθμὸν τηλεοράσεως με ἰσχὺν τάξεως 10 kw.

Όμως, τέτοια σχέδια θὰ μπορούσαν ἴσως νὰ πραγματοποιηθοῦν μετὰ τὸ 1970.

Τὸ πρόβλημα τῶν πυραύλων ἐκτοξεύσεως παραμένει ἐπομένως σοβαρὸ, ἰδίως γιὰ τοὺς στατικότροπούς δορυφόρους. Δεδομένου ὅτι, ὡς γνωστὸν, οἱ σοβιετικοὶ πύραυλοι εἶναι ἰσχύος μεγαλύτερας ἀπὸ τοὺς ἀμερικανικοὺς, δὲν ἀποκλείεται νὰ ἔχωμεν ἐκπλήξεις ἀπὸ τῆς σοβιετικῆς πλευρᾶς.

6.— Παθητικοὶ δορυφόροι (ECHO):

Θὰ περιγράψωμεν συντόμως τὸν δορυφόρον ECHO 2, βελτιωμένον τύπον τοῦ προηγουμένου ECHO 1.

Ο ECHO 2, εἶναι σφαιρικὸ μπαλλόνι διαμέτρου 42 m, βάρους 200 kg. περίπου. Τὰ τοιχώματά του ἀποτελοῦνται ἀπὸ πλαστικὸν ὑλικὸν πάχους μόλις 8μ. με ἐκατέρωθεν μετάλλωσιν ἀλουμινίου πάχους 5μ.

Πρὶν ἀπὸ τὴν ἐκτόξευσιν, τὸ μπαλλόνι τοποθετεῖται διπλωμένον μέσα σὲ κιβώτιον διαμέτρου 1m. Μετὰ τὴν τοπθέτησιν τοῦ δορυφόρου ἐπὶ τῆς τροχιάς του, τὸ κιβώτιον ἀνοίγει καὶ τὸ μπαλλόνι γεμίζει δι' ἐξαχνώσεως ἀκεταμίδης, ἐντὸς 20 λεπτ. περίπου. Ἡ πρώτη ἐπιτυχῆς ἐκτόξευσις ECHO 2, ἔγινε τὸν Ἰούλιον 1961. Ἡ ἐξέλιξις τοῦ πειράματος μετεδόθη διὰ τηλεοράσεως καὶ ἐκκινηματογραφήθη.

Ένα μπαλλόνι με σχῆμα ἐντελῶς συμμετρικὸ (σφαῖρα ἢ πολυέδρο) ἀποτελεῖ ἀνακλαστήρα χωρὶς κατευθυνόμενες ἰδιότητες. Ὑπάρχει σκέψις κατασκευῆς παθητικοῦ δορυφόρου με κατευθυντικότητα, ὁπότε εἶναι δυνατόν νὰ πραγματοποιηθῆ σημαντικὴ ἀπολαβή. Τότε ὁμως θὰ ἀπαιτηθῆ σταθεροποιήσις τοῦ προσανατολισμοῦ τοῦ δορυφόρου καὶ ἂν ἡ σταθεροποιήσις ἀπαιτήσῃ κατανάλωσιν ἐνεργείας, δυνατόν νὰ μὴν ὑπάρξῃ τελικὰ κέρδος. Διὰ νὰ ἀποφευχθῆ κατανάλωσις ἐνεργείας ἔχει διατυπωθῆ ἡ ἰδέα συστήματος παθητικῆς σταθεροποιήσεως ἐκμεταλλευσμένου τὴν κατακόρυφον κλίσιν (gradient) τοῦ πεδίου βαρύτητος.

Μία ἄλλη ἐιδικὴ περίπτωση παθητικοῦ ἀνακλαστήρος εἶναι ἡ δημιουργία ἐνὸς εἴδους τεχνητῆς ἰοσφαιρας, ὑπὸ μορφήν δακτυλίου πέριξ τῆς Γῆς (ὅπως οἱ δακτύλιοι τοῦ Κρόνου).

Ένας τέτοιος δακτύλιος μπορεῖ νὰ συγκροτηθῆ ἀπὸ πολυάριθμες μεταλλικῆς λεπτῆς βελόνες με μήκος ἴσον περίπου πρὸς τὸ ἡμισυ τοῦ χρησιμοποιουμένου μήκους κύματος (ἥτοι τῆς τάξεως τοῦ cm ἢ μερικῶν cm). Τὸ προσπίπτον κύμα διαχέεται ἐπὶ τῶν βελονῶν πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις, ἄρα καὶ πρὸς τὸν δέκτην.

Ἡ Ἄμερικανικὴ ἀεροπορία ἐσχεδίασε μία δοκιμὴ διὰ τὸν διασκορπισμὸν 350 ἑκατ. βελονῶν, συνολικοῦ βάρους 35kg. πρὸς σχηματισμὸν δακτυλίου διατομῆς ὀλίγων km ἢ δεκάδων km εις πολικὴν τροχίαν ὑψους 3.500 χιλίόμε.

Ἡ πρώτη δοκιμὴ (Ὀκτώβριος 1961) ἀπέτυχε, λόγω ἀνελεμποῦς διασκορπισμοῦ τῶν βελονῶν. Μία ἄλλη δοκιμὴ ἔγινε τελευταία, τὸν Μάϊον 1963.

Τὰ πειράματα αὐτὰ με τῆς βελόνες ἐκίνησαν τῆς ἔντονης διαμαρτυρίας τῶν ἀστρονόμων καὶ ραδιοαστρονόμων ὅλου τοῦ κόσμου, διότι προκαλοῦν διατάραξιν τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ ἐμποδίζουν τὴν διεξαγωγὴν ἄλλων σημαντικωτέρων πειραμάτων καὶ μετρήσεων. Ἐξ ἄλλου, ἓνα τέτοιο σύστημα τηλεπ., δὲν θὰ

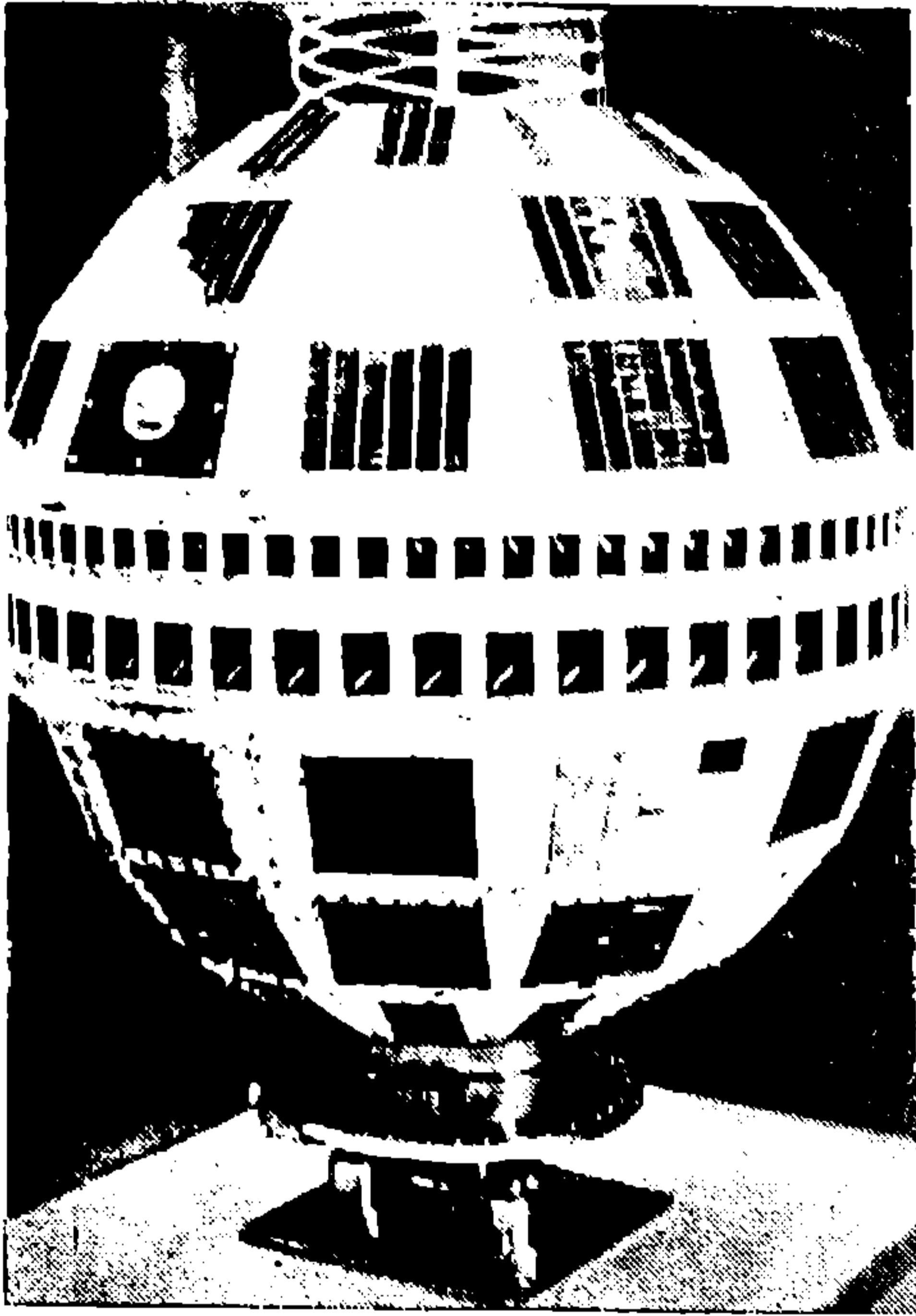
ἐπέτρεπε παρά ὀλιγάριθμες τηλεγραφικές μόνον συνδέσεις.

7.— Ἐνεργοὶ παρελαύνοντες δορυφόροι (TELSTAR καὶ RELAY) :

Ὡς παράδειγμα ἐνεργοῦ παρελαύνοντος δορυφόρου θὰ περιγράψωμεν τὸν δορυφόρον TELSTAR 1, ὁ ὁποῖος ἐξετοξεύθη ἀπὸ τὸ Cap Canaveral στὰς 10 Ἰουλίου 1962 μὲ πύραυλον Thor - Delta.

Ὁ TELSTAR εἶναι ἓνας ἰπτάμενος σταθμὸς ἀναμεταδόσεως, ὁ ὁποῖος ἐκτελεῖ λήψιν, ἐνίσχυσιν, ἀλλαγὴν συχνότητος καὶ ἐπανεκπομπήν. Ἡ ἀλλαγὴ συχνότητος εἶναι ἀναγκαία γιὰ νὰ ἐξασφαλίζεται ἀρκετὴ ἀποσύζευξις μεταξύ λήψεως καὶ ἐπανεκπομπῆς. Ἡ συχνότης κατὰ τὴν κατεύθυνσιν γῆ - δορυφόρος εἶναι 6.390 MHz (περιοχὴ τῶν 5cm), ἐνῶ κατὰ τὴν κατεύθυνσιν δορυφόρος - γῆ εἶναι 4.170 MHz (περιοχὴ τῶν 7,5 cm).

Ὁ δορυφόρος κατασκευάσθη ἀπὸ τὴν American Telephon and Telegraph (A.T.T.) καὶ ἔχει τὴν μορφήν τῆς φωτογραφίας.



Διακρίνομεν τὰ ἡλιακὰ στοιχεῖα εἰς τὴν κορυφὴν τὴν κεραία 123 - 136 MHz (123 MHz τηλεχειρισμὸς καὶ 136 MHz ραδιοφάρος ἐντοπίσεως), εἰς τὸ ἰσημερινὸν ἐπίπεδον τὶς ἀκτινοβολοῦσες σχισμὲς γιὰ τὶς συχνότητες 6.390 καὶ 4.170 MHz. Οἱ σχισμὲς ἀποτελοῦν κεραῖες λήψεως - ἐκπομπῆς χωρὶς κατευθυντικότητα ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπιπέδου.

Ὁ δορυφόρος ἔχει βάρος 77 kg καὶ στρέφεται ἐπὶ ἐλλειπτικῆς τροχιάς μὲ περίγειον 953 km καὶ ἀπὸ ἀπόγειον 5.640 km.

Ὁ χρησιμοποιοῦν πύραυλος ἐκτοξεύσεως δὲν ἐπέτρεπεν τὴν πραγματοποίησιν κυκλικῆς τροχιάς εἰς ἀνάλογον ὕψος. Ἡ πραγματοποιηθεῖσα τροχία κεῖται σχεδὸν ὀλοσχερῶς ἐντὸς τῆς κεντρικῆς περιοχῆς τῆς ἐσωτερικῆς ζώνης van Allan. Τοῦτο ἐχρησιμοποιήθη διὰ τηλεμετρήσεις ἐπὶ τοῦ ἐνεργειακοῦ φάσματος τῆς ἐν λόγω ζώνης καὶ διὰ περισυλλογὴν πληροφοριῶν, ὡς πρὸς τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἀκτινοβολιῶν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου.

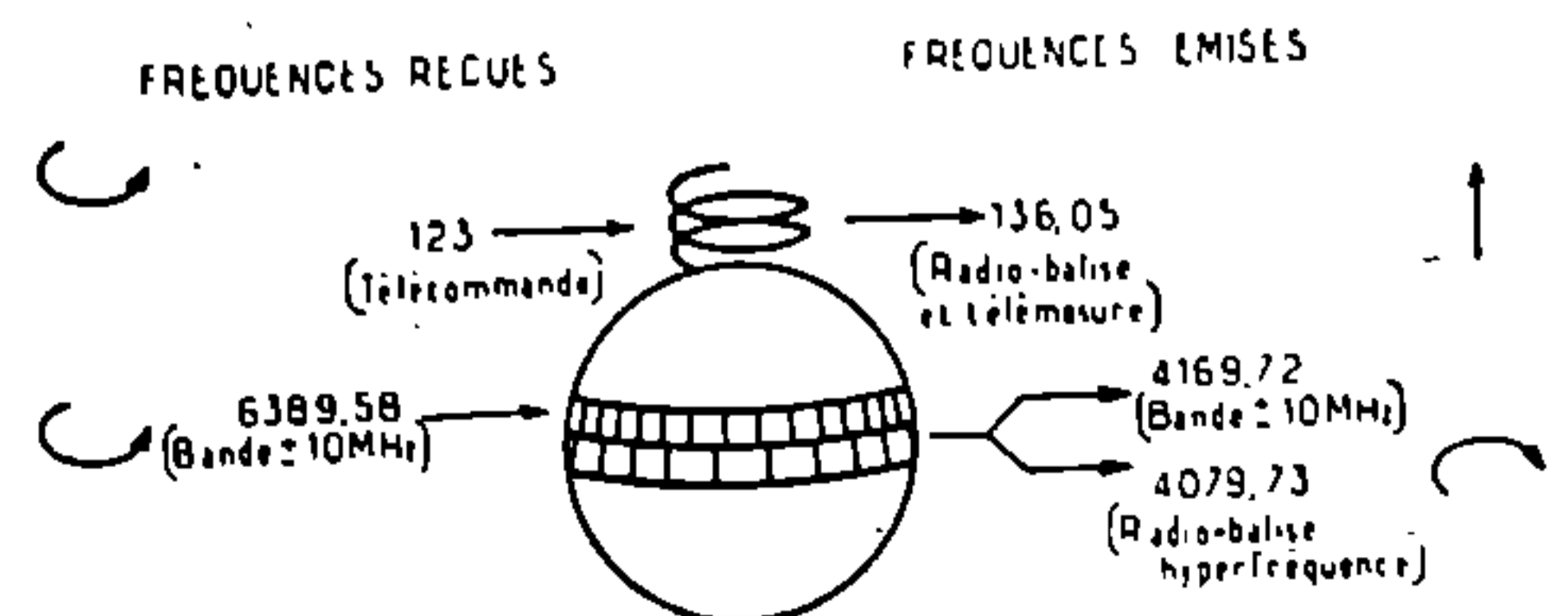
Ἡ περίοδος περιφορᾶς εἶναι 157,8 min. Ὑπάρχουν καθημερινῶς διαστήματα 20 - 30 λεπτῶν αὐτοχρόνου ὁρατότητος τοῦ δορυφόρου ἐξ Ἀνατολικῆς Ἀμερικῆς καὶ Δυτικῆς Εὐρώπης. Κατὰ τὰ διαστήματα αὐτὰ εἶναι δυνατὴ ἡ διατλαντικὴ ἐπικοινωνία. Ἡ διάρκεια αὐτοχρόνου ὁρατότητος παρουσιάζει ἐποχιακὴν μεταβολήν, λόγω μετατοπίσεως τοῦ ἀπογείου.

Ὁ προσανατολισμὸς τοῦ δορυφόρου εἶναι σταθεροποιημένος διὰ περιστροφῆς περὶ τὸν ἄξονά του (γυροσκόπιον). Ἡ ἀρχικὴ ταχύτης περιστροφῆς ἦτο 177,6 t/min. Λόγω ὄμως δινορευμάτων, ὀφειλομένων εἰς τὸ ὑπάρχον ἐξωτερικὸν μαγνητικὸν πεδίου, προκαλεῖται πέδησις καὶ ἡ ταχύτης περιστροφῆς ἐμειώθη εἰς 146 t/min, περὶ τὸ τέλος Σεπτεμβρίου 1962. Παρ' ὅλον τοῦτο, ἡ σταθεροποίησις θὰ εἶναι δυνατὸν νὰ διατηρηθῇ καθ' ὅλην τὴν προϋπολογισθεῖσαν διάρκειαν ζωῆς τοῦ δορυφόρου (δύο ἔτη), δεδομένου ὅτι μετὰ διετίαν πρέπει νὰ παραμένῃ ἐπαρκῆς ταχύτης περιστροφῆς 26 t/min. Ἐπὶ πλέον, ἔχει προβλεφθῆ ἡ δυνατότης διορθώσεως τοῦ προσανατολισμοῦ διὰ διαβιβάσεως ρεύματος πέριξ τοῦ ἰσημερινοῦ τοῦ δορυφόρου (ὀπότε παρουσία τοῦ ἐξωτερ. μαγνητικοῦ πεδίου, δημιουργεῖται ζεῦγος δυνάμεων). Ὁ ἄξων τοῦ δορυφόρου κρατεῖται οὕτω κάθετος πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐκλειπτικῆς εἰς τρόπον, ὥστε ὁ φωτισμὸς τῶν ἡλιακῶν στοιχείων νὰ εἶναι μέγιστος.

Ἡ χωρητικότης πληροφορίας τοῦ TELSTAR εἶναι 600 μονόπλευρες τηλεφ. γραμμὲς ἢ 60 ἀμφίπλευρες τηλεφ. γραμμὲς ἢ μία σύνδεσις ἀμερικανικῆς τηλεοράσεως.

Ὅλες αἱ ἠλεκτρονικὲς διατάξεις τοῦ δορυφόρου εἶναι κατασκευασμέναι μὲ κρυσταλλολυχνίες. Ἡ μόνη λυχνία εἶναι ἡ λυχνία ἐκπομπῆς, ἥτοι σωλὴν ὀδεύοντος κύματος ἰσχύος 2,25 w, διαμορφωμένος κατὰ συχνότητα.

Τὸ σχῆμα 2 δεικνύει τὶς διάφορες λαμβανόμενες καὶ ἐκπεμπόμενες συχνότητες, τὸ εἶδος πολώσεως (κυκλικὴ ἢ γραμμικὴ καὶ τὶς λειτουργίαι τῶν διαφόρων σημάτων.



Βλέπομεν ὅτι, ἐκτὸς ἀπὸ τὰς δύο συχνότη-

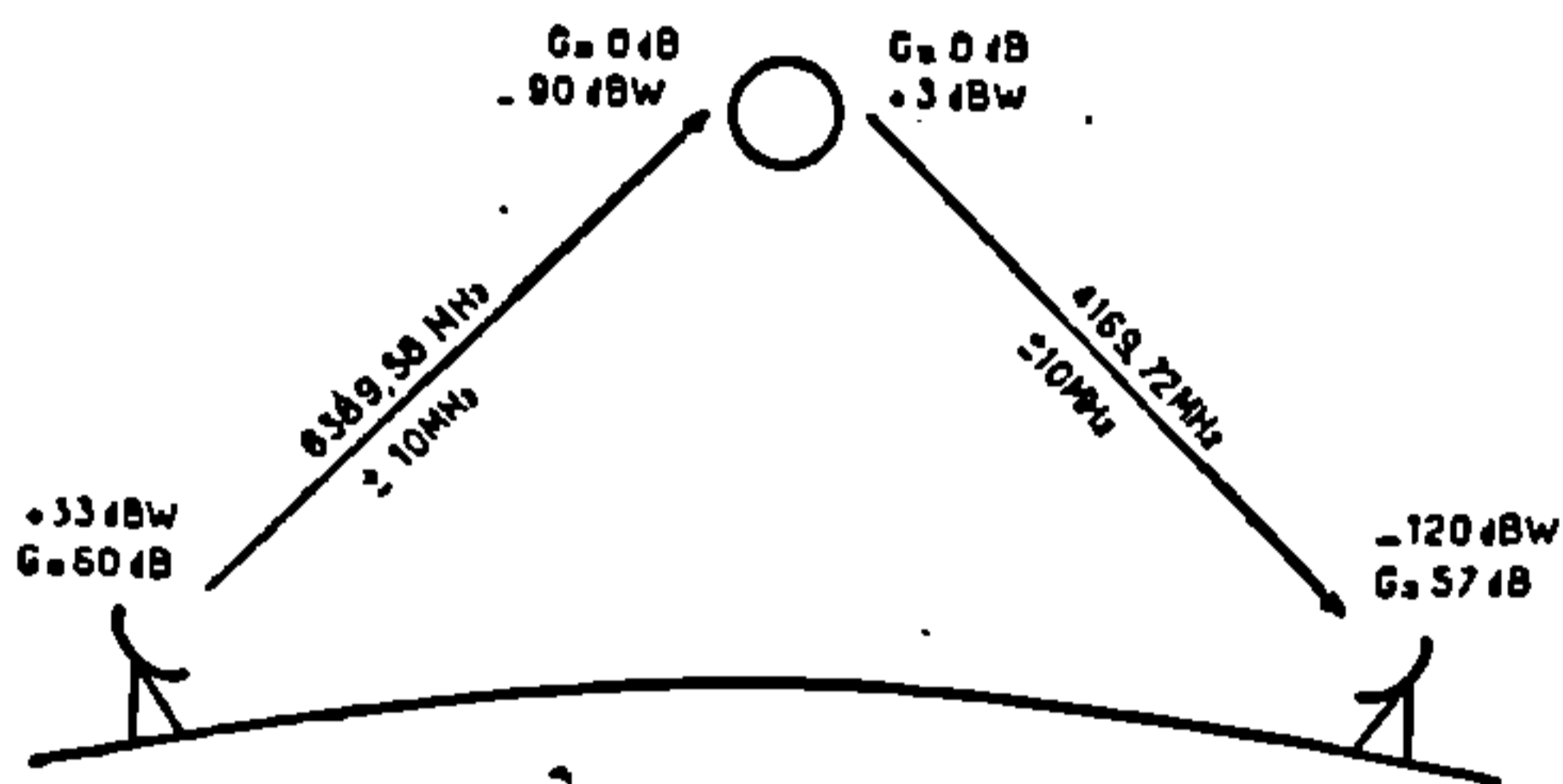
τας τής κυρίας συνδέσεως (6.389 και 4.169 MHz), υπάρχουν :

— ένας ραδιοφάρος μικροκυμάτων (4.080 MHz) διά τήν ακριβή έντόπισιν του δορυφόρου.

— ένας άλλος ραδιοφάρος υπερβραχέων κυμάτων (136,05 MHz) Ισχύος 200 mw, χρησιμοποιούμενος επίσης και για τīs τηλεμετρήσεις.

— ένας δέκτης τηλεχειρισμών (123 MHz) με εύαισθησίαν 10-12 w (προβλέπονται 15 τηλεχειρισμοί διά τήν λειτουργίαν και ρύθμισιν τών διαφόρων οργάνων του δορυφόρου).

Τò άνωτέρω σχήμα συχνοτήτων άφορά μονόπλευρον σύνδεσιν. Για τέτοιον μονόπλευρον σύνδεση, τò διάγραμμα τής κυρίας συνδέσεως (συχνότητες, εύρος φάσματος, στάθμαι ένεργείας, άπολαβαί κεραιών) δίδεται υπό του σχήματος 3.



Είς τήν περίπτωσιν άμφιπλεύρου συνδέσεως, ό ένας σταθμός εκπέμπει είς συχνότητα κατά 5 MHz μεγαλύτεραν και ό άλλος κατά 5 MHz μικρότεραν, συγχρόνως δέ έπέρχονται και ώρισμέναί άλλαι τροποποιήσεις.

Η τροφοδότησις είς ένεργεια γίνεται με ήλιακά στοιχεία τροφοδοτήσεως. Τά στοιχεία έχουν συνδεθί είς 50 παράλληλους κλάδους με 72 στοιχεία άνα κλάδον. Πρόκειται διά στοιχεία πυριτίου με προστατευτικήν έπικάλυψιν εκ σαπφίρου πάχους 1 MM (διά τήν προστασίαν εκ τών άκτινοβολιών). Όταν τά στοιχεία φωτίζονται υπό του ήλιου, παρείχον άρχικώς ίσχυν 14 w, ή όποία όφείλει να έλαττωθί είς 10 w περίπου είς τò τέλος τής προβλεφθείσης διετίας χρησιμοποιήσεως του δορυφόρου. Δεδομένου ότι ή λειτουργία του δορυφόρου άπαιτεί ίσχυν 35 w, ή λειτουργία άπαιτεί χρήσιν συσσωρευτού και δέν μπορεί να είναι συνεχής, αλλά διακοπτομένη. Ο χρησιμοποιηθείς συσσωρευτής άποτελείται από 19 στοιχεία καδμίου - νικελίου και φορτίζεται υπό τάσιν 28 V με ρεύμα 0,5 A.

Ας παρατηρηθί, ότι τò πρόβλημα τροφοδοτήσεως είς ένεργειαν συνδέεται με τò γενικώτερον και κύσιαστικώς άκόμη άλυτον πρόβλημα τής ίκανοποιητικής συσσωρεύσεως μεγαλύτερων ποσών ήλεκτρικής ένεργείας. Όσον και αν φαίνεται περίεργον, ή τεχνική δέν έδωσεν άκόμη ίκανοποιητικήν και ριζικήν λύσιν είς τò πρόβλημα συσσωρεύσεως τής ήλεκτρικής ένεργείας.

Τά συγκροτήματα ήλιακών στοιχείων και

συσσωρευτών είναι δυνατόν να δώσουν μέγιστην μόνιμον ίσχυν τής τάξεως 100 w με βάρος 1 kg/w. Για ίσχεις μέχρι μερικών kw, έχει προταθί ή χρήσις ήλιακών κατοπτρων (με διάμετρον μερικών μέτρων), ή ή χρήσις πυρηνικών αντίδραστήρων (έν συνδυασμώ προς θερμοηλιακήν διάταξιν).

Ένας τέτοιος αντίδραστήρας είναι υπό μελέτην στίς Η.Π.Α., (ό τύπος SNAP 8 θα ζυγίση 700 kg, θα δίδη ίσχυν τής τάξεως 50 kw και προβλέπεται να δοκιμασθί επί δορυφόρου τò 1965).

Ο TELSTAR έπαυσε να λειτουργί στίς 3 Νοεμβρίου 1962 λόγω βλάβης είς τούς τηλεχειρισμούς. Η βλάβη όφείλετο είς τήν προσβολήν μιās κρυσταλλολυχνίας από σωματία μεγάλης ένεργείας. Έν τούτοις ή βλάβη διωρθώθη και ή λειτουργία επανελήφθη στάς 3 Ιανουαρίου 1963 διά να διακοπθί εκ νέου μετά διήμερον.

Μία νέα εκτόξευσις ένός άλλου TELSTAR έγινε επιτυχώς στάς 7 Μαΐου 1963. Η νέα τροχιά έχει μεγαλύτεραν εκκεντρότητα από τήν προηγουμένην.

Είς τούς ένεργούς παρελαύνοντες δορυφόρους ανήκει και ό δορυφόρος RELAY 1, ό όποιος κατεσκευάσθη υπό τής R.C.A. και έξετοξεύθη στάς 13 Δεκεμβρίου 1962. Τά χαρακτηριστικά του είναι γειτονικά προς εκείνα του TELSTAR με ώρισμένες διαφορές: εκπομπή γή - δορυφόρος είς $\lambda = 17$ cm, μικρότερα χωρητικότης πληροφορίας, προσφορώτερον σχήμα του δορυφόρου, ίσχυροτέρα τροφοδότησις (45 w), αλλά και μεγαλύτερα κατανάλωσις (82 w), μεγαλύτερα ίσχύς εκπομπής (10 w) κλπ.

Λόγω βλάβης του συσσωρευτού του εκ κακής σταθεροποιήσεως τής έσωτερικής θερμοκρασίας του, ό RELAY 1, έμεινε βουδός σχεδόν επί ένα μήνα. Οι πρώτες συνδέσεις έγιναν στάς 4 Ιανουαρίου 1963.

Τά άμερικανικά προγράμματα προβλέπουν εκτοξεύσεις και άλλων παρομοίων δορυφόρων έντός του 1963. Δέν φαίνεται όμως ότι τά βασικά προβλήματα θα λυθούν τόσο γρήγορα. Τά βασικώτερα προβλήματα είναι :

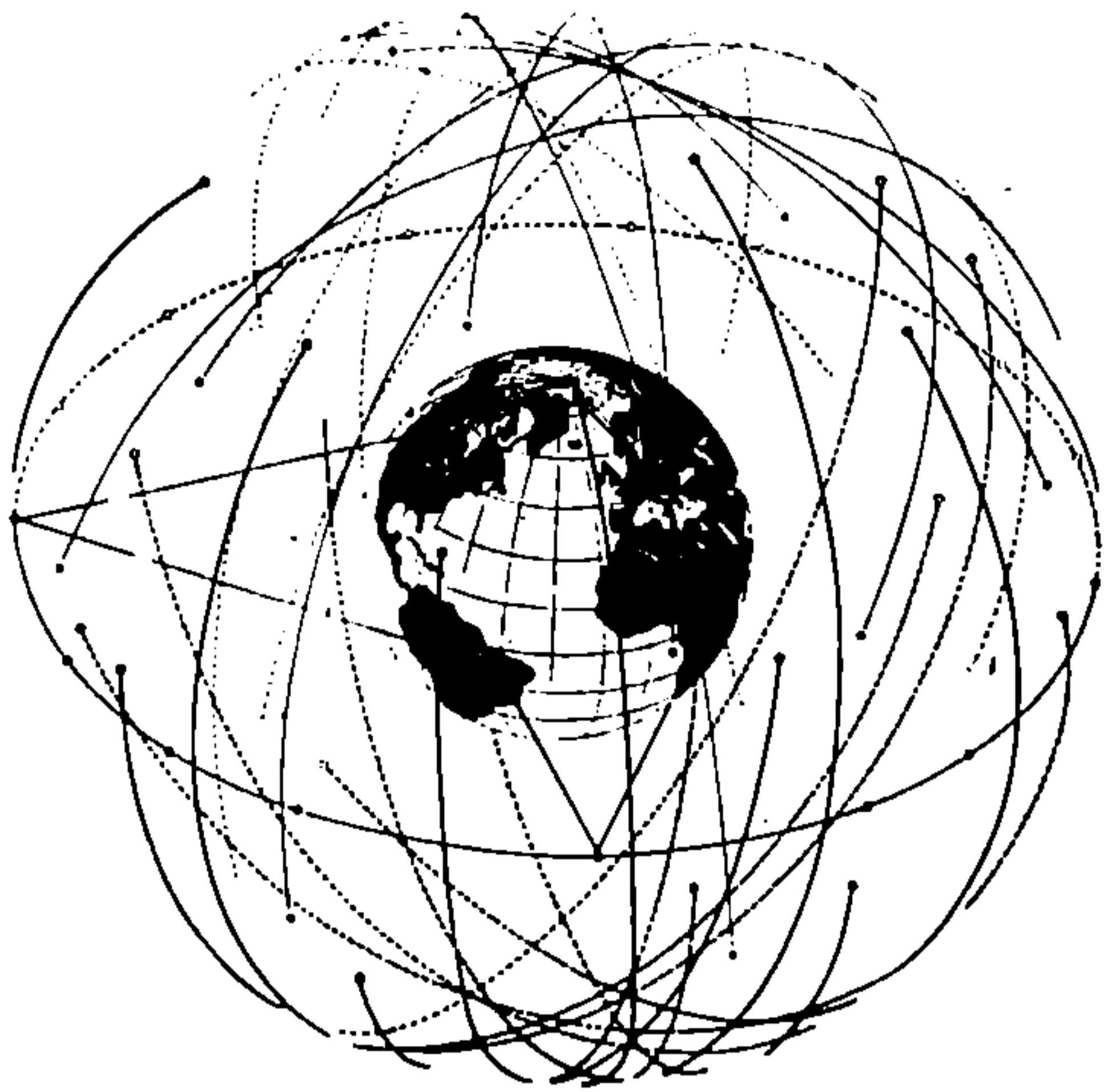
- έξασφάλισις συνεχούς (δχι διακοπτομένης) λειτουργίας.
- αύξησις του ύψους τής τροχιάς και πραγματοποίησις κυκλικών τροχιών.
- αύξησις τής ίσχύος εκπομπής του δορυφόρου.

8.— Σύστημα ένεργών δορυφόρων με τυχαία κατανομή (σχέδιον A.T.T.) :

Με ένα ή όλιγαρίθμους ένεργούς παρελαύνοντες δορυφόρους (πειράματα TELSTAR και RELAY) μπορούμε να έξασφαλίσωμεν συνδέσεις μεταξύ ώρισμένων περιοχών τής Γής κατά τά χρονικά διαστήματα ταύτοχρόνου όρατότητος.

Έάν θέλωμεν παγκοσμίαν κάλυψιν συνεχούς λειτουργίας πρέπει να επινόήσωμεν κατάλληλον σύστημα με πολυαρίθμους δορυφόρους.

Ένα τέτοιο σύστημα γενικής καλύψεως είναι τὸ ὑπὸ τῆς Α.Τ.Τ. προταθὲν σχέδιον πλήθους δορυφόρων μετὰ τυχαίαν κατανομήν (σχ. 4).



Τὸ σχέδιον προβλέπει τὴν χρησιμοποίησιν 40 δορυφόρων ἐπὶ κυκλικῶν πολικῶν τροχιῶν καὶ 15 δορυφόρων ἐπὶ κυκλικῶν ἰσημερινῶν τροχιῶν. Κοινὸν ὕψος πτήσεως 11.000 km.

Τὸ σύνολον τῶν 55 δορυφόρων θὰ ἔχη τυχαίαν κατανομήν τόσοσὺν ὡς πρὸς τὰς τροχιὰς τῶν δορυφόρων, ὅσον καὶ ὡς πρὸς τοὺς δορυφόρους ἐπὶ τῆς αὐτῆς τροχιᾶς.

Τὸ σύστημα θὰ ἐξασφαλίζῃ παγκοσμίαν κάλυψιν μετὰ ἡμερησίαν διακοπὴν μικροτέραν τῶν 10 sec (99,9%). Προβλέπεται ἡ ἐξυπηρέτησις 13 τηλεπικοινωνιακῶν ἀρτηριῶν. Κάθε ἀρτηρία θὰ ἐξυπηρετεῖται ἀπὸ διαφόρους δορυφόρους καὶ εἰς τρόπον, ὥστε ἕνας δορυφόρος νὰ εἶναι πάντοτε ὁρατὸς ἀπὸ τὰ ἄκρα κάθε ἀρτηρίας.

Ἡ διανομὴ τῶν δορυφόρων συναρτῆσει τοῦ χρόνου μεταξὺ τῶν 13 ἀρτηριῶν, θὰ γίνεταί ἀπὸ ἕνα κέντρον διανομῆς μετὰ μέσον ἀριθμὸν 4 δορυφόρων ἀνὰ ἀρτηρίαν. Τὸ κέντρον διανομῆς θὰ περιλαμβάνῃ τελειοποιημένους ἠλεκτρονικοὺς ὑπολογιστάς.

Ένα ὀριστικώτερον σχέδιον εὑρίσκεται ἤδη ὑπὸ ἐπεξεργασίαν θὰ εἶναι ὁμοίως γειτονικὸν πρὸς τὸ προαναφερθὲν.

9.— Σύστημα συγχρονισμένων ἐνεργῶν δορυφόρων:

55 δορυφόροι εἶναι βέβαια πολλοὶ γιὰ τὴν συγκρότησιν ἑνὸς πλήρους συστήματος. Μποροῦμε νὰ ἐλαττώσωμεν τὸν ἀριθμὸν τους στὴν τάξιν τῶν 10, ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι οἱ σχετικὲς κινήσεις τῶν δορυφόρων θὰ εἶναι συγχρονισμέναι. Ἐὰν σημειωθῇ ἐν τούτοις, ὅτι ὁ συγχρονισμὸς εἶναι γενικῶς δύσκολος καὶ ἡ πραγματοποίησις του ἀπαιτεῖ πολὺπλοκὰς διατάξεις, πρὸς ἐπιβαρύνουσαν τὴν σειρὰν τῶν σοβαρὰ τὸ ὅλον σύστημα. Ἐὰν ἐπὶ πλέον δεχθῶμεν καὶ ἐπαρκῆ σταθεροποίησιν τοῦ προσανατολισμοῦ

τοῦ δορυφόρου, εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθῇ ἐπ' αὐτοῦ κεραία ἐκπομπῆς μετὰ κατευθυντικότητα, ὅποτε γίνεται καλύτερα ἐκμετάλλευσις τῆς λιγοστῆς ἰσχύος ἐκπομπῆς τοῦ δορυφόρου, πράγμα πολὺ ἐπιθυμητόν, ἰδίως γιὰ ὑψηλὴ πτήσεως ἄνω τῶν 10.000 km.

Τὸ εὐρωπαϊκὸν βιομηχανικὸν συγκρότημα EUROSPASE ἔχει προτείνει τὸ ἀκόλουθον σχέδιον συστήματος συγχρονισμένων ἐνεργῶν δορυφόρων.

Τὸ σχέδιον τοῦτο προβλέπει τὴν χρησιμοποίησιν 6 δορυφόρων (καὶ ἄλλων 6 ὡς ἀνταλλακτικῶν, διὰ τὴν αὐξήσιν τῆς ἀσφαλείας τοῦ συστήματος). Οἱ δορυφόροι θὰ εἶναι κανονικῶς κατανεμημένοι ἐπὶ κυκλικῆς ἰσημερινῆς τροχιᾶς 14.000 km.

Ἡ περίοδος περιφορᾶς θὰ εἶναι 8 ὥραι, ἀλλὰ λόγῳ τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς, κάθε δορυφόρος θὰ διέρχεται ὑπεράνω ἑνὸς ὁρισμένου σημείου τῆς γῆς κάθε 12 ὥρες.

Ἡ ἐπικοινωνία μεταξὺ δύο ἐπιγείων σταθμῶν θὰ γίνεταί μετὰ ἕνα ἢ περισσότερα διαδοχικὰ «πηδήματα» (ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν ἰονοσφαιρικῆς διαδόσεως). Κάθε δορυφόρος θὰ ἔχη χωρητικότητα 600 γραμμῶν, κατανεμημένων ἀνίσως εἰς 20 περίπου κανάλια. Ἡ διανομὴ τῶν καναλιῶν εἰς τοὺς διαφόρους σταθμοὺς θὰ γίνεταί ἀπὸ ἕνα κέντρον διανομῆς. Ἐτσι, τὸ σύστημα θὰ ἐργάζεται μετὰ μεγάλην εὐλυγισίαν, σὰν ἕν εἶδος τηλεφωνικοῦ κέντρου. Ἡ εὐλυγισία αὕτη εἶναι ἀπαραίτητη γιὰ τηλεπικοινωνίας μεταξὺ Εὐρώπης καὶ Ἀφρικῆς ἢ Ἀσίας, ὅπου οἱ ἀναποκριτὲς εὑρίσκονται διάσπαρτοι εἰς πολυάριθμους περιοχὰς μετὰ λίγες ἀπαιτήσεις ἢ καθεμίᾳ (ἀντίθετα, οἱ τηλεπικοινωνίες Ἀμερικῆς - Εὐρώπης συγκεντρῶνται εἰς ὀλιγάριθμους μεγάλας ἀρτηρίας).

10.— Ἐνεργοὶ στατικότροποι δορυφόροι:

Περιγράψαμε ὡς ἐδῶ διάφορες περιπτώσεις παρελαυνόντων δορυφόρων. Ἐχομεν ὁμοίως ἤδη ἀναφέρει τὴν περίπτωσιν τοῦ ἐνεργοῦ στατικότροπου δορυφόρου (ἐνεργοὶ δορυφόροι ἐπὶ ἰσημερινῆς κυκλικῆς τροχιᾶς, ὕψους 36.000 km, μετὰ περίοδον περιφορᾶς 24 ὥρες). Τρεῖς στατικότροποι δορυφόροι ἀρκοῦν, ὡς εἶπομεν, κατ' ἀρχὴν, πρὸς σχεδὸν γενικὴν παγκόσμιον κάλυψιν.

Ένας τέτοιος δορυφόρος φαίνεται ἀκίνητος ὡς πρὸς τὴν γῆν. Ἀφοῦ δὲν ὑπάρχει πλέον σχετικὴ κίνησις γῆς - δορυφόρου, δὲν ὑπάρχει ἐπίσης καὶ φαινόμενον Doppler. Ἐὰν, αἱ διάφοροι συχνότητες διατηροῦν τὴν σταθερότητα μετὰ τὴν ὁποίαν παράγονται. Ἡ σταθερότης αὕτη μπορεῖ νὰ εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη, εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐπιτρέπη τὴν χρησιμοποίησιν διαμορφώσεως πλάτους μετὰ μοναδικὴν πλευρικὴν ζώνην (πράγμα δύσκολον διὰ τοὺς παρελαύνοντες δορυφόρους, λόγῳ ἀκριβῶς τοῦ φαινομένου Doppler). Ἡ διαμόρφωσις μετὰ μοναδικὴν πλευρικὴν ζώνην, ἐπιτρέπει ὁποιαδήποτε διανομὴ τῶν 600 τηλεφ. γραμμῶν κάθε δορυφόρου καὶ μάλιστα ὄχι κατὰ προκαθωρι-

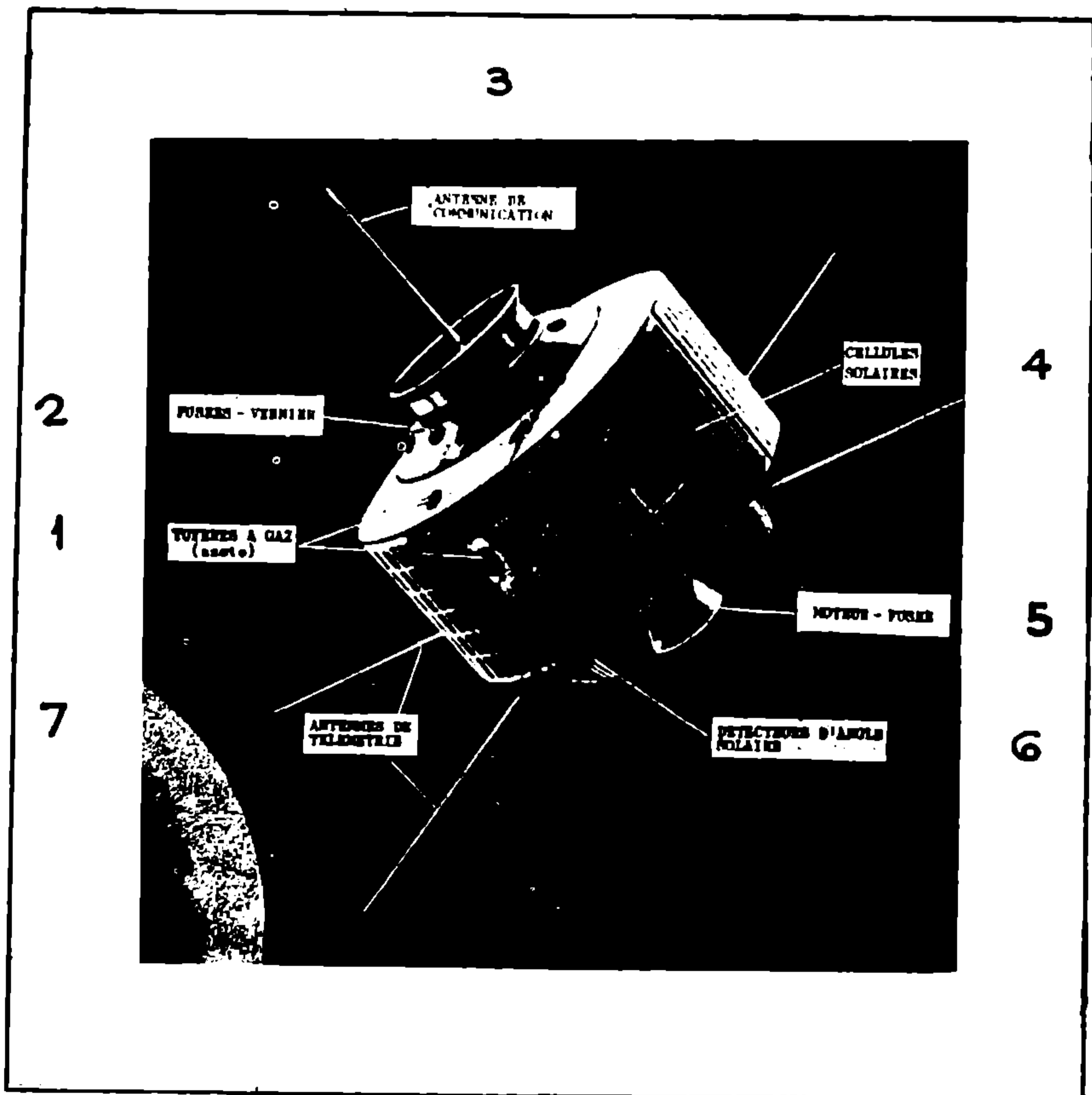
σμένον τρόπον, αλλά κατά τρόπον προσαρμοζόμενον ανά πάσαν στιγμήν πρὸς τὰς ἀνάγκας τῶν διαφόρων σταθμῶν. Τοῦτο εἶναι ἰδιαιτέρως εὐνοϊκὸν διὰ τὰς εὐρωπαϊκὰς τηλεπικοινωνίας.

Μία δυσκολία, ἡ ὁποία σχετίζεται μὲ τὸ μεγάλο ὕψος πτήσεως ἐνὸς στατικώτροπου δορυφόρου (36.000 km), προέρχεται ἀπὸ τὸ γεγονός ὅτι ὁ χρόνος διαδόσεως γῆς - δορυφόρος - γῆ, εἶναι τῆς τάξεως τῶν 300 msec. Ὁ χρόνος αὐτὸς διπλασιάζεται, ὅταν ὑπολογίσωμεν καὶ τὴν ἀντίστροφον διαδρομὴν. Ἀλλὰ ἕνας ὁμιλητὴς εἶναι γενικῶς δύσκολο νὰ περιμένῃ μισὸ δευτερόλεπτο ἢ περισσότερο, ὥσπου ξαναπάρῃ τὸ λόγο. Δημιουργεῖται ἔτσι κίνδυνος συγχύσεως κατὰ τὴν συνομιλίαν. Ἡ σύγχυσις ἐπιτείνεται ἀπὸ τὶς ἠχώ, ποὺ ὀφείλονται εἰς ἀνακλάσεις κατὰ τὰ πέρατα τῆς συνδέσεως. Τελικῶς, ἡ ἀναφερθεῖσα καθυστέρησις τῶν 300 m sec θεωρεῖται σήμερον μᾶλλον ἀπαραδέκτος (τὸ ἀνώτατον ἀνεκτὸν ὄριον ἔχει καθορισθῆ εἰς 150 m sec). Οὔτε εἶναι γνωστὸν κατὰ πόσον τὸ κοινὸν θὰ μπερούσε νὰ συνηθίσῃ εἰς μεγαλύτερους χρόνους καθυστερήσεως.

Ἄλλες δυσκολίες δημιουργοῦνται ἐκ τῆς ἀνάγκης σταθεροποιήσεως τῆς σχετικῆς θέσεως τῶν δορυφόρων μεταξύ των, ὡς καὶ τῆς θέσεως ἐκάστου ὡς πρὸς τὴν γῆν. Τὰ προβλήματα εἶναι ἀνάλογα πρὸς ἐκεῖνα τοῦ συστήματος συγχρονισμένων δορυφόρων. Ἡ πρόβλεψις διατάξεων διὰ τὴν διόρθωσιν τῆς τροχιάς καὶ τοῦ προσανατολισμοῦ εἶναι ἀπαραίτητος. Ἐξ ἄλλου, ὡς ἀνεφέρθη ἤδη, ἕνας ἀρκετὰ σταθερὸς προσανατολισμὸς ἐπιτρέπει καὶ τὴν χρησιμοποίησιν κατευθυνομένης ἐκπομπῆς κατὰ τὴν ἔννοιαν δορυφόρος - γῆ.

Διάφορα σχέδια πειραματισμοῦ μὲ στατικώτροπους δορυφόρους ἔχουν ἤδη προταθεῖ. Ἐχουν μάλιστα γίνῃ καὶ δοκιμαστικὲς ἐκτοξεύσεις. Θὰ δώσωμεν συντόμους πληροφορίας γιὰ τὴν ἐκτόξευσιν τοῦ δορυφόρου SYNCOM 1, ποὺ ἔγινε στὰς 14 Ἰανουαρίου 1963 ἀπὸ τὸ Cap Canaveral μὲ πύραυλον Thor - Delta.

Ὁ δορυφόρος ἐξετοξεύθη ἐπὶ ἐλλειπτικῆς, κατ' ἀρχὴν τροχιάς μὲ ἀπόγειον εἰς ὕψος 36.000 km. Ἐκ τοῦ ὕψους τούτου, προβλέπεται ἡ μετατροπὴ τῆς τροχιάς εἰς κυκλικὴν διὰ τῆς δράσεως ὑψηθητικοῦ κινητήρος. Πάντως, λόγω τῆς θέσεως ἐκτοξεύσεως (Cap Canaveral),



1.— Σωλὴν ἀερίου (ἄζωτον). 2.— Πύραυλος διορθώσεως. 3.— Κεραία τηλεπικοινωνιῶν. 4.— Ἡλιακὰ στοιχεῖα. 5.— Κινητὸν - πύραυλος. 6.— Διάταξη ἡλιακοῦ προσανατολισμοῦ. 7.— Κεραία τηλεμετρούσεων.

“Άλλοι σταθμοί κατασκευάζονται εις τὴν Ἀμερικὴν, τὴν Ἰταλίαν, τὴν Γερμανίαν, τὴν Ἰαπωνίαν κλπ.

Τὸ κυριώτερο στοιχεῖο ἐνὸς τέτοιου σταθμοῦ εἶναι ἡ μεγάλη κεραία ἐκπομπῆς - λήψεως. Ἀξίζει νὰ δώσωμε κάπως λεπτομερέστερες πληροφορίες, παίρνοντας ὡς παράδειγμα τὸν σταθμὸν τοῦ Pleumeur - Bodon. (βλ. σχ. 6).

Ἡ κεραία τοῦ Pleumeur - Bodon (ὡς καὶ τοῦ Andover, ἀποτελεῖται ἀπὸ κωνικὴν χωάνην μήκους 44 μέτρων, ἕναν παραβολικὸν ἀνατολίτιον ἐπίπεδον τῆς τροχιάς δὲν θὰ ἦτο τὸ ἰσημερινὸν ἐπίπεδον, ἀλλὰ ἐπίπεδον μὲ κλίσιν 30° ὡς πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

Κατὰ συνέπειαν, ὁ δορυφόρος δὲν θὰ ἦτο αὐστηρῶς στατικότροπος, ἀλλὰ θὰ διέγραφε ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ ἀνὰ εἰκοσιτετράωρον φαινόμενην τροχίαν σχήματος 8.

Ἡ δοκιμὴ δὲν ἀπέδωσε τὰ ἀναμενόμενα ἀποτελέσματα, διότι ἡ ραδιοηλεκτρικὴ ἐπαφὴ διεκόπη ὀλίγας ὥρας μετὰ τὴν ἐκτόξευσιν. Ὀπτικὲς ὅμως παρατηρήσεις, διεπίστωσαν ὅτι ἡ περίοδος περιφορᾶς ἦτο 23h 45'. (Ἄρκετὰ ἱκανοποιητικὴ).

Ὁ SYNCOM 1, εἶχε κατασκευασθῆ ἀπὸ τὴν Ἑταιρίαν Hughes. Τὸ συνολικὸν του βάρος ἦτο 67 kg, ἐκ τῶν ὁποίων 27 kg στερεὸν καύσιμον τοῦ βοηθητικοῦ κινητήρος. Ἡ χωρητικότης του ἦταν δύο μόνον ἀμφίπλευρες τηλεφωνικὲς γραμμὲς. Ἡ κεραία ἐκπομπῆς (ἀκτινοβολοῦσες σχισμὲς) εἶχε μικρὰν κατευθυντικότητα μὲ ἀπολαβὴν ἰσχύος 6,5. Ἡ σταθερότης θέσεως καὶ προσανατολισμοῦ ἐξασφαλιζέτο μὲ βοηθητικὰς διατάξεις εἰς ἱκανοποιητικὸν βαθμὸν (βλ. στή σελ. 68, σχῆμα 5).

Τὰ προγράμματα τῆς N.A.S.A. προβλέπουν καὶ ἄλλες δοκιμὲς μὲ SYNCOM 1, ἐνδεχομένως δὲ καὶ τὴν κατασκευὴν βελτιωμένου τύπου

στατικότροπου δορυφόρου, τοῦ SYNCOM 2, (βάρους 225 kg καὶ χωρητικότητος 600 ἀμφίπλευρων τηλεφ. γραμμῶν).

11.— Ἐπίγειοι Σταθμοὶ Ἐκπομπῆς - λήψεως :

Οἱ τηλεπ. μὲ δορυφόρους ἀπαιτοῦν εἰδικούς σταθμούς ἐκπομπῆς - λήψεως. Οἱ σταθμοὶ αὗτοί εἶναι μεγάλα καὶ πολύπλοκα συγκροτήματα, τὰ ὁποῖα ὀφείλουν νὰ ἐξασφαλίζουν τὰ ἐξῆς χαρακτηριστικὰ :

Μεγάλην ἰσχὴν ἐκπομπῆς εἰς ἑκατοστομετρικὰ κύματα (τευλάχιστον ὀλίγα kw).

— Ὑψηλὴν εὐαισθησίαν κατὰ τὴν λήψιν (πολὺ ὑψηλότεραν ἀπὸ τοὺς συνηθισμένους εὐαισθητοὺς δέκτας).

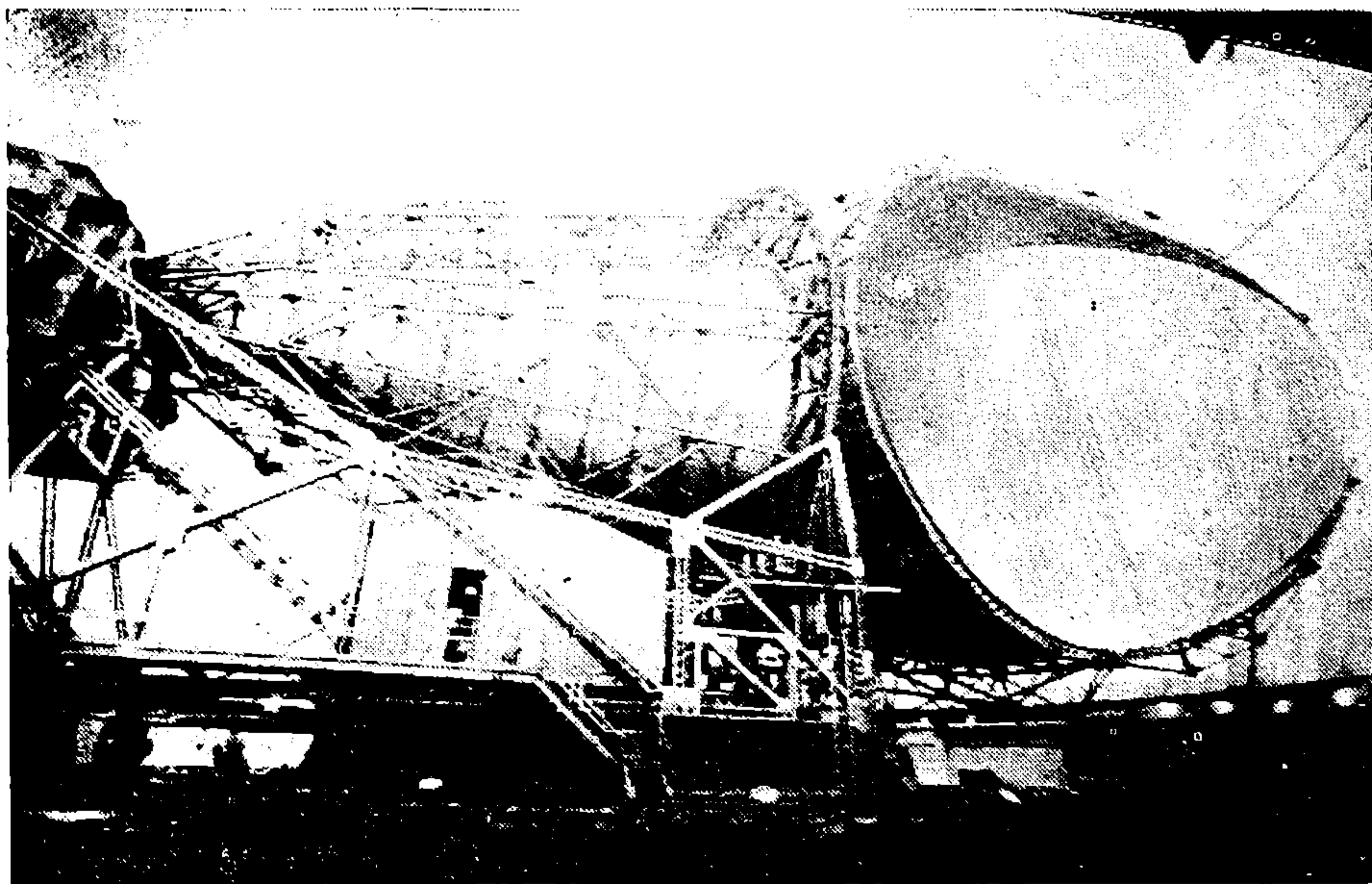
— Κεραίαν ἐκπομπῆς - λήψεως μὲ ἰσχυρὰν κατευθυντικότητα καὶ ὑψηλὴν ἀπολαβὴν (ἄνω τῶν 50 db).

Σύστημα ἐντοπίσεως καὶ ἀκριβοῦς παρακολουθήσεως τοῦ δορυφόρου εἰς τρόπον, ὥστε ὁ δορυφόρος νὰ εὐρίσκεται πάντοτε ἐντὸς τῆς δέσμης τῆς κεραίας.

— Διάφορες βοηθητικὲς διατάξεις (συμπεριλαμβανομένων καὶ ἠλεκτρονικῶν ὑπολογιστῶν διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς τροχιάς τοῦ δορυφόρου).

Τὰ χαρακτηριστικὰ αὐτά, τὰ ὁποῖα προφανῶς δὲν εἶναι εὐκόλως πραγματοποιήσιμα, ἐπιβάλλονται διὰ νὰ ἐξασφαλισθῆ ἐπαρκὲς σήμα, τόσον κατὰ τὴν λήψιν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου, ὅσον καὶ κατὰ τὴν λήψιν ἐπὶ τῆς γῆς. Οἱ συνθήκες συνδέσεως εἶναι τέτοιες, ὥστε ἡ ἐξασφάλισις ἐπαρκούς σήματος νὰ εἶναι δύσκολος.

Οἱ τρεῖς πρῶτοι σταθμοὶ ἐκπομπῆς - λήψεως, οἱ ὁποῖοι εὐρίσκονται σήμερον ἐν λειτουργίᾳ εἶναι :



— Είς Andover τῶν Η.Π.Α., πλησίον τοῦ Rum ford (Maine).

— Είς Goonhilly τῆς Ἀγγλίας, πλησίον τοῦ Lizard (Cornouaille),

— καὶ εἰς Pleumeur - Bodon τῆς Γαλλίας, πλησίον τῆς Lannion (Bretagne), παρόμοιος πρὸς τὸν σταθμὸν τοῦ Andover.

κλαστήρα καὶ ἓνα κυκλικὸ ἄνοιγμα διαμέτρου 20 μέτρων περίπου. Ὁ κύριος λοβὸς τῆς κεραίας ἔχει ἄνοιγμα 0,20 περίπου εἰς 3 db διὰ συχνότητα 4.000 MHz (οἱ δευτερεύοντες λοβοὶ εἶναι λίαν περιορισμένοι). Ἡ ἀπολαβὴ ἀνέρχεται εἰς 60 db περίπου.

Διὰ νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ παρακολούθησις τοῦ δορυφόρου, ἡ κεραία δύναται νὰ περιστρέφεται περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα τῆς χωάνης, ὡς καὶ κατὰ ἀξιμύθιον περὶ κατακόρυφον ἄξονα. Εἰς τὴν περίπτωσιν στατικότητος δορυφόρου, δὲν ἀπαιτεῖται παρακολούθησις καὶ τὸ βαρὺ σῶμα τῆς κεραίας παραμένει ἀκίνητον, προβλέπεται ὅμως ἡ δυνατότης διορθώσεως δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν πηγῶν διεγέρσεως τῆς κεραίας.

Ἡ κεραία χρησιμοποιεῖται, τόσο διὰ τὴν ἐκπομπήν, ὅσον καὶ διὰ τὴν λήψιν. Τὸ ραδιοηλεκτρικὸν ὑλικόν, τὸ ὁποῖον σχετίζεται μὲ τὴν ἄμεσον ἐξυπηρέτησιν τῆς κεραίας, εἶναι συγκεντρωμένον εἰς δύο οἰκίσκους, παρακολουθοῦντας τὴν κατὰ ἀξιμύθιον στροφὴν τῆς κεραίας. Τὸ σύνολον κεραίας καὶ οἰκίσκων ζυγίζει περίπου 300 τόννους καὶ προστατεύεται ἀπὸ τὴν κακοκαιρίαν μὲ ἓνα σφαιρικὸν περίβλημα ἐκ πλαστικοῦ ὑλικοῦ. Τὸ περίβλημα ἔχει διάμετρον 63 μέτρων καὶ ὕψος 44 μέτρων. Ὁ ἀέρας ἐντὸς τοῦ περιβλήματος ἀποξηραίνεται, ἡ πίεσίς του εἶναι ἐλαφρῶς μεγαλύτερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς καὶ ἡ θερμοκρασία εἶναι σταθεροποιημένη. Ἡ θερμοκρασία θορύβου τῆς κεραίας μετὰ τοῦ περιβλήματος αὐτῆς δὲν ὑπερβαίνει τοὺς 120 K.

Ὁ ἀρχικὸς προσανατολισμὸς τῆς κεραίας

καὶ ἐν ἄσυνεχείᾳ ἡ παρακολούθησις τοῦ δορυφόρου μποροῦν νὰ γίνουν μὲ δύο τρόπους :

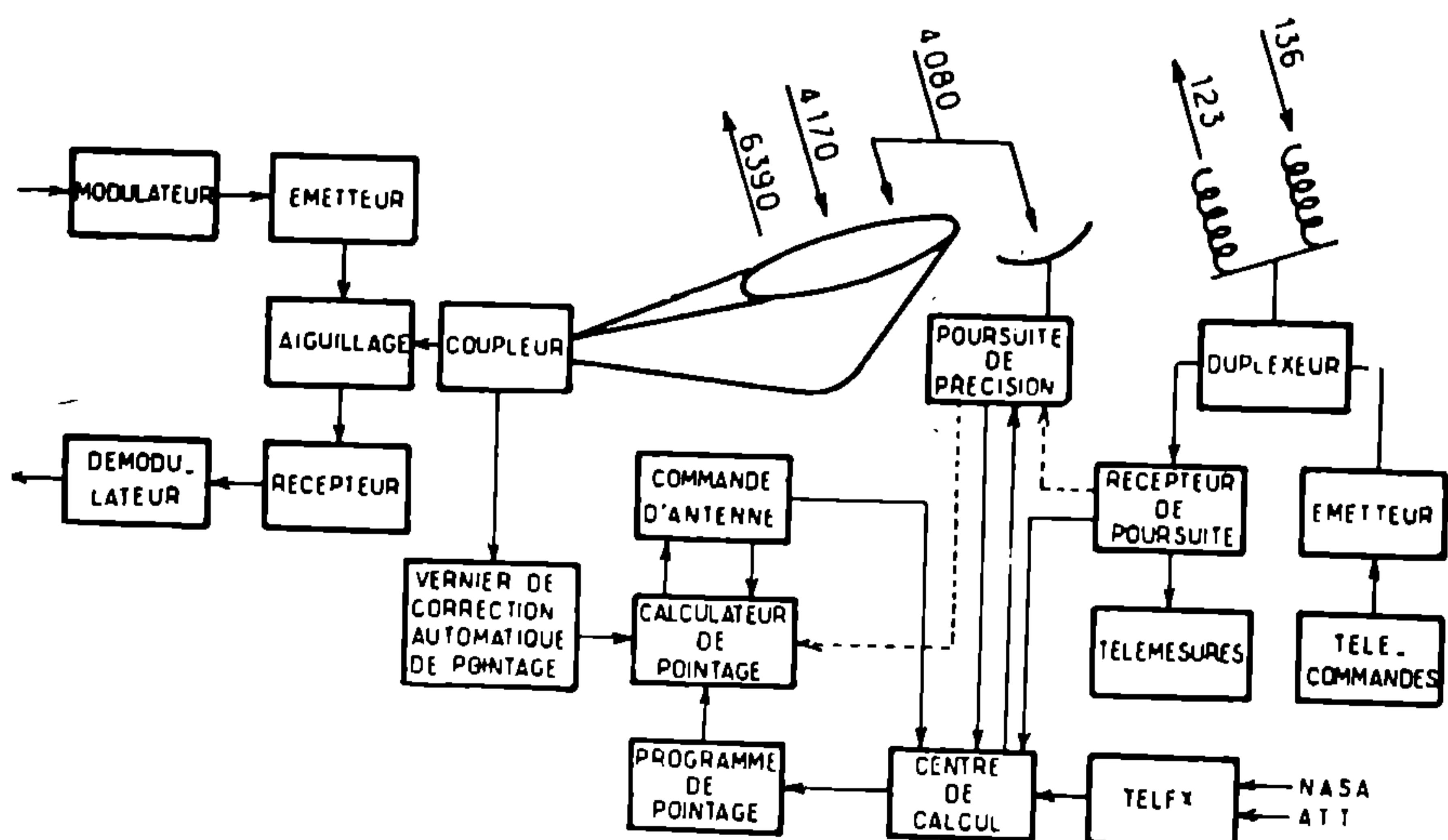
— μὲ τὴν βοήθειαν ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστοῦ,

— ἢ μὲ τὴν βοήθειαν δύο ἐπιγείων ραδιοφάρων 136 MHz καὶ 4.080 MHz (εἰς τὴν περίπτωσιν TELSTAR).

Ὁ πρῶτος εἶναι ὁ πιὸ ἀπλός, ὑποθέτει ὅμως, ὅτι εἶναι ἐκ τῶν προτέρων γνωστὰ τὰ στοιχεῖα τῆς τροχιάς τοῦ δορυφόρου. Τὰ στοιχεῖα τροχιάς παρέχονται ἀπὸ ἓνα δίκτυον ὀπτικῶν καὶ ραδιοηλεκτρονικῶν σταθμῶν παρακολούθησεως, κατανεμωμένων εἰς ὅλον τὸν κόσμον καὶ καταγράφονται ἐπὶ μαγνητικῆς ταινίας. Ἐπὶ τῆ βάσει τῶν στοιχείων αὐτῶν, ὁ ἠλεκτρονικὸς ὑπολογιστὴς παρέχει τὸ κατάλληλον σῆμα εἰς αὐτόματον διάταξιν παρακολουθήσεως. Ἡ ἀκρίβεια βελτιοῦται ἐξ ἄλλου μὲ ἠλεκτρονικὴν διάταξιν διορθώσεως εἰς τρόπον, ὥστε ἡ μεγάλη κεραία νὰ παρακολουθῇ τὸν δορυφόρον μὲ τελικὴν ἀκρίβειαν 1/100 τῆς μοίρας.

Ὁ δεύτερος τρόπος προορίζεται διὰ τὴν περίπτωσιν ποὺ δὲν διατίθενται στοιχεῖα τροχιάς. Κατ' ἀρχὴν χρησιμοποιεῖται ἓνας ἐπίγειος ραδιοφάρος, ἐφωδιασμένος μὲ λίαν ἐλικοειδῆ κεραία διὰ συχνότητος 136 MHz (ἡ ἰδία αὕτη κεραία χρησιμεύει καὶ διὰ τὴν λήψιν τῶν σημάτων τηλεμετρήσεως εἰς 136 MHz, ὡς καὶ διὰ τὴν ἐκπομπὴν τῶν σημάτων τηλεχειρισμῶν εἰς 123 MHz).

Ἡ κεραία αὕτη ἔχει μεγάλην γωνίαν ἀρπαγῆς (+ 10°) καὶ ἐντοπίζει τὸν δορυφόρον μὲ ἀκρίβειαν 0,5°. Κατόπιν χρησιμοποιεῖται ὁ ἑκατοστομετρικὸς ἐπίγειος ραδιοφάρος ἀκρίβειας (4.080 MHz), ἐφωδιασμένος μὲ παραβολικὴν κερασίαν, διαμέτρου 3 μέτρων. Ὁ ἑκατοστομετρικὸς ραδιοφάρος ἔχει γωνίαν ἀρπαγῆς + 1° καὶ ἀκρίβειαν παρακολουθήσεως 1/100 τῆς μοίρας.



Τὸ λαμβανόμενον σήμα ὀδηγεῖ τὸν αὐτόμα-
τον μηχανισμόν παρακολουθήσεως τῆς μεγά-
λης κεραίας.

Ἔτσι, διαμορφῶται τὸ γενικὸν διάγραμμα
τοῦ σταθμοῦ ἐκπομπῆς - λήψεως (Βλ. 7 σχ.).

Θὰ προσθέσωμεν λίγα λόγια διὰ τὸν πομπὸν
καὶ τὸν δέκτην.

Τὸ κύριον στοιχεῖον τοῦ πομποῦ εἶναι ἕ-
νας σωλὴν ἰσχύος, κατασκευῆς Bell Labora-
tories. Ὁ σωλὴν, ὁ χρησιμοποιηθεὶς διὰ τὸ
πρόγραμμα TELSTAR εἶναι τύπου ὀδεύον-
τος κύματος καὶ δίδει ἰσχὺν 2 ὡς 3 kw εἰς
τὴν ζώνην συχνοτήτων 5.925 - 6.425 MHz (ἰ-
σχύς διεγέρσεως 5 w, τροφοδοτήσις 45 KVA,
συνεχῆ ἀνοδικὰ μεγέθη 17.000 V/1A, ψῦξις
διὰ κυκλοφορίας ὕδατος). Ἐνας ἄλλος παρό-
μοιος σωλὴν, διὰ τὸ πρόγραμμα RELAY δί-
δει ἰσχὺν 10 kw εἰς τὴν περιοχὴν τῶν 1.800
MHz.

Ὅσον ἀφορᾷ τὸν δέκτην, ἡ κυριωτέρα ἰδιο-
μορφία του εἶναι, ὅτι ἡ εἴσοδος του ἀποτελεῖ-
ται ἀπὸ μίαν βαθμίδα προενισχύσεως 40 db
μὲ MASER.

Πρόκειται περὶ ἐνὸς MASER ρουβινίου, το-
ποθετημένου ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ στόμιον τῆς
μεγάλης κεραίας καὶ ψυχομένου μὲ ὑγρὸν ἥ-
λιον. Ἡ θερμοκρασία θορύβου τοῦ MASER εἶ-
ναι μόνον 4⁰ K. Ἐὰν προσθέσωμεν 12⁰ K διὰ
τὴν κεραίαν καὶ 14⁰ K διὰ τοὺς κυματοδη-
γούς, εὐρίσκομεν θερμοκρασίαν θορύβου δι'
ὀλόκληρον τὸν δέκτην τῆς τάξεως τῶν 30⁰ K.
Τοῦτο σημαίνει ὅτι ἡ χρησιμοποίησις εὐαι-
σθησίας τοῦ δέκτου αὐτοῦ εἶναι κάπου 100 φο-
ρὲς μεγαλυτέρα ἀπὸ ἕνα συνήθη εὐαίσθητον
δέκτην.

12.— ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ :

Ἐδώσαμεν μίαν περίληψιν διὰ τὶς πρῶτες
βασικὰς σκέψεις, τὶς πρῶτες πειραματικὰς δο-
κιμὰς, τὶς ἄμεσες καὶ λίγο ἀπώτερες προο-
πτικὰς ἐξελίξεως τῶν τηλεπικοινωνιῶν μὲ τε-
χνητοὺς δορυφόρους.

Τὸ θέμα εἶναι ἀκόμη πολὺ πρόσφατον καὶ
τεχνικῶς (ἀλλὰ καὶ διπλωματικῶς) ἀρκετὰ πε-
ρίπλοκον, εἰς τὸν ὅσον, ὥστε τὰ διάφορα προ-
γράμματα καὶ οἱ σχετικὰς μελέτες καὶ προ-
βλέψεις νὰ μὴ στεροῦνται καθόλου ἀπὸ διχα-
σμένους γνώμες, ἀκόμη καὶ ἀντιφάσεις.

Ἐνα πρᾶγμα ὁμῶς φαίνεται βέβαιον : ὅτι

οἱ παγκόσμιες τηλεπικοινωνίες μὲ τεχνητοὺς
δορυφόρους θὰ ἔχουν ἀσφαλῶς μεγάλην ἐξέ-
λιξιν εἰς τὸ προσεχὲς μέλλον.

Ἴσως πρὸ τοῦ 1970, ἕνα σύστημα παρε-
λαυνόντων δορυφόρων μὲ τυχαία κατανομή νὰ
εὐρίσκεται ἐν λειτουργίᾳ. Πρέπει ὁμῶς νὰ πε-
ριμένωμεν γιὰ μετὰ τὸ 1970 τὰ πρῶτα συστή-
ματα συγχρονισμένων ἢ στατικώτροπων δορυ-
φόρων, λόγω τῶν δυσκολιῶν σταθεροποιήσεων
καὶ δυσκολιῶν ἐκτοξεύσεως εἰς μεγάλα ὕψη
(ἐκτὸς πάντοτε σοβιετικῶν ἐκπλήξεων).

Ὡς πρὸς τὴν Ἑλλάδα, ἡ συμμετοχὴ εἰς
προσεχῆ προγράμματα εἶναι συζητήσιμος.
Δὲν ἐννοοῦμεν βεβαίως τὰς ἐκτοξεύσεις δορυ-
φόρων, ἀλλὰ τοὺς ἐπιγεῖους σταθμοὺς ἐκπομ-
πῆς - λήψεως. Οἱ σταθμοὶ αὐτοὶ θὰ ἀπλοποι-
ηθοῦν, σὲ λίγα χρόνια, καὶ θὰ γίνουν ἐφθηνό-
τεροι. Ὑποθέτομεν ὅτι θὰ καταστοῦν προσι-
τοὶ καὶ διὰ τὴν Ἑλλάδα. Ἐν πάσῃ ὁμῶς πε-
ριπτώσει δὲν θὰ ἦταν νοητὸν ἡ Χώρα μας νὰ
ἀδιαφορήσῃ διὰ τὸ νέον τοῦτο σύστημα παγ-
κοσμίων τηλεπικοινωνιῶν. Ἐλπίζομεν νὰ ἐξ-
ευρεθῇ κάποιος τρόπος ἐκφράσεως καὶ τοῦ
ἐλληνικῶ ἐνδιαφέροντος οὕτως ὥστε νὰ μπο-
ρέσῃ ἡ Χώρα μας νὰ ἐπωφεληθῇ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Van ARLEN (T.A.), « Scientific uses of earth satellites », 2e ed. Chapman and Hall, 1958. 316 p.
2. KURNOSOVA (L.V.), « Artificial earth satellites », 1960, trans. from russian, Plenum Press, 272 p.
3. NASA peaceful uses of space, Proc. Cont. Tulsa, May 1961, U.S. Government Printer, 184 p.
4. CARTEK (L.J.), « Communication satellites », Proc. Symposium London 12 May 1961. Academic Press 1962. 202 p.
5. CORBETT L., « Satellite communications references », British Commun. and Electronics (Dec. 1962) p. 910-912 (105 ref).
6. VOGÉ (J.), « Telecommunications intercontinentales par satellites artificiels », Onde El. (Mai 1963) p. 489-502.
7. THUE M., HOUSSIN T.P., « Le projet Telstar et la station Pleumeur-Bodon », Onde El. (Mars 1963) p. 341-360.