



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-9598-PRE/5226**

**STATION MULTI-MISSION DE NATAL – BRÉSIL  
CONCEPT ET ARCHITECTURE D'UNE  
STATION TT&C BANDE S FAIBLE COÛT**

Jean Paul Dubut  
Romualdo Alves Pereira Júnior  
Maria de Fátima Mattiello-Francisco  
Manoel Jozeane Mafra de Carvalho

Paper presented at the 5<sup>th</sup> International Symposium “Small Satellite System and Services” – La Baule, France – 19-23 june 2000

INPE  
São José dos Campos  
2003

**STATION MULTI-MISSION DE NATAL - BRÉSIL  
CONCEPT ET ARCHITECTURE D'UNE  
STATION TT&C BANDE S FAIBLE COÛT**

**Jean-Paul DUBUT <sup>(1)</sup>  
Manoel Jozeane Mafra de CARVALHO <sup>(1)</sup>  
Romualdo Alves PEREIRA Jr. <sup>(1)</sup>  
Maria de Fátima MATTIELLO FRANCISCO <sup>(2)</sup>**

*(1) INSTITUTO NACIONAL DE  
PESQUISAS ESPACIAIS - INPE/CRN  
Av. Salgado Filho, 3000  
CEP: 59001-970 – Natal, RN – Brésil  
[jean@crn.inpe.br](mailto:jean@crn.inpe.br) [manoel@crn.inpe.br](mailto:manoel@crn.inpe.br)  
[romualdo@crn.inpe.br](mailto:romualdo@crn.inpe.br)*

*(2) INSTITUTO NACIONAL DE  
PESQUISAS ESPACIAIS - INPE/DSS  
Av. dos Astronautas, 1758  
CEP: 12227-010 – São José dos  
Campos, SP – Brésil  
[fatima@dss.inpe.br](mailto:fatima@dss.inpe.br)*

**RÉSUMÉ** – Cet article décrit le concept, l'architecture et les critères qui ont été adoptés pour spécifier le cahier de charges de la station TT&C en bande S faible coût de Natal, ainsi que les solutions retenues pour l'intégration de l'ensemble. Décrit, également, les principales fonctionnalités des divers sous-systèmes, de la chaîne informatique, et les modifications qui ont été introduites postérieurement par l'INPE/CRN pour la transformer en station multi-mission et l'adapter aux exigences des nouveaux programmes. Les résultats obtenus dans la poursuite et la réception des satellites brésiliens sont aussi présentés et des améliorations sont proposées pour augmenter son actuelle performance.

**ABSTRACT** – *This paper describes the concept, architecture and criteria adopted for a Natal low cost S-band TT&C ground station specifications with the implemented solutions for integration system. Also describes the main subsystem functionalities and modifications introduced by INPE/CRN for providing a mutimission station and adapting it to the new mission requirements. Some obtained brazilian satellite tracking results are presented. Finally, it is proposed an upgrade to improve the current TT&C station performance.*

## **1. INTRODUCTION**

Natal, ville portuaire d'une population de près d'un million d'habitants, située dans le Nord-Est du Brésil sur la pointe orientale du continent sud-américain présente, de ce fait, un site géographique privilégié pour l'installation d'une station TT&C. Implantée initialement pour opérer avec les deux satellites de la famille SACI, la station TT&C s'est bien vite vue chargée d'autres missions. Opérant maintenant avec les satellites SCD-1, SCD-2 et CBERS-1, sa localisation particulière lui permet de compléter le trou de couverture présenté par les stations de Cuiabá (MT) et de Alcântara (PA), et de couvrir aussi tout le réseau de plate-formes de collecte de données (PCDs), disséminé dans le Nord-Est du pays. Étend sa couverture radio-électrique aux îles océaniques voisines et, notamment, à une grande partie de l'océan Atlantique Équatorial où divers programmes d'océanographie (PIRATA et REMAR) sont installés, en coopération avec des organismes internationaux congénères. D'autre part, considérant les nouveaux programmes qui seront implantés par l'INPE au long des prochaines années, la station TT&C de Natal devra être appelée à assurer un rôle significatif dans la poursuite et la réception de micros et petits satellites, qu'ils soient d'orbite équatoriale ou polaire.

## 2. CONCEPT ET ARCHITECTURE DE LA STATION TT&C

Définie à l'origine, dans le programme de micro-satellites SACIs de l'INPE, comme station TT&C principale du segment sol, la station de Natal a été spécifiée cherchant satisfaire à des critères de haute performance, sous faible coût. Tout ces critères, à leur tour, ont été définis en plein accord avec le concept philosophique de la mission pour le budget disponible à l'époque, c'est à dire d'un coût non supérieur à 2 millions de francs, "clés en mains". La station devrait présenter une structure modulaire lui permettant d'évoluer au long du temps, de façon à pouvoir s'adapter rapidement aux besoins des nouvelles missions. Pour cela, elle devrait être constituée, autant que possible, par des équipements dits d'étagère, standards et faible coût. Il avait été également défini, comme condition impérative du cahier de charges, qu'elle soit capable d'opérer en mode autonome sans la présence directe d'opérateur et soit aussi orientée vers la télégestion par réseau de communication Ethernet et TCP/IP. D'autre part, considérant le local où cette station serait installée, il était important que la maintenance soit simple, ne demandant pas de gros moyens techniques pour sa mise en oeuvre. De toutes les propositions et solutions présentées par les divers fabricants qui ont été consultés, celle de la société toulousaine ELFES-ELECTRONIQUES® [1] a été retenue pour offrir un "système plus souple et plus ouvert", qui pourrait être facilement modifié ou adapté. La plupart des équipements proposés étaient du type étagère, de qualité reconnue, et le logiciel de télégestion, contrôle et orbitographie AURORE, fourni sous licence du CNES, avait déjà largement fait ses preuves et pourrait être facilement remplacé, petit à petit, par de nouveaux modules développés par l'INPE [2].

## 3. DESCRIPTION DE LA STATION TT&C DE NATAL

### 3.1. Localisation géographique et installations physiques

La station TT&C de l'INPE/CRN est située dans la banlieue de Natal, à une dizaine de kilomètres du centre-ville. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes:

- Latitude: 05° 50' 10,06" S;
- Longitude: 35° 12' 27,34" W;
- Altitude: 56,25 m.

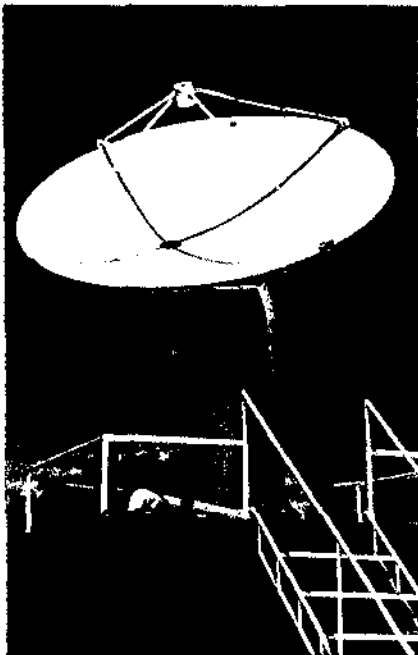


Fig. 1 – Vue de la tour, positionneur et antenne

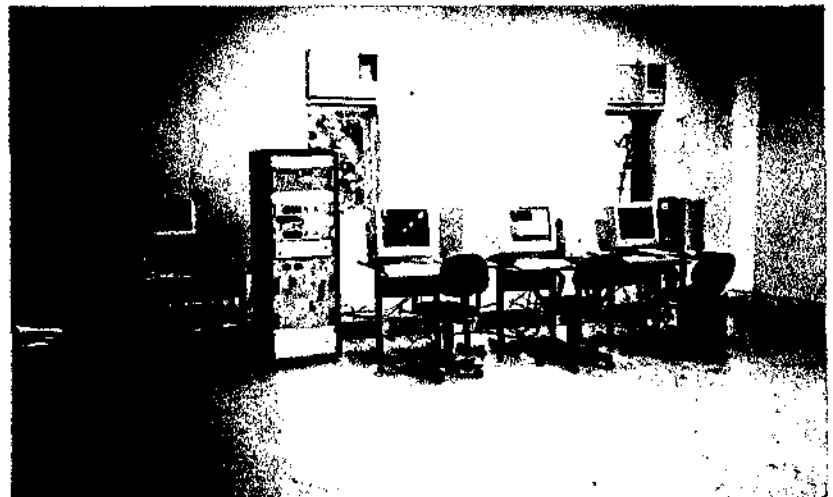


Fig. 2 – Vue de la salle d'opération, baie principale et consoles

Un point de collimation a été également établi sur une colline proche de la station, pour permettre le calage des angles site et azimuth de l'antenne et pour pouvoir en vérifier, périodiquement, le réglage. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes:

- Latitude: 05° 48' 49,65" S;
- Longitude: 35° 11' 41,57" W;
- Altitude: 107 m;
- Distance à la station TT&C: 2.843,8 m;
- Angle compris entre le Nord géographique vrai et le positionneur: 29° 27' 35".

Les installations physiques de la station TT&C sont réparties dans trois salles principales. La tour, flanquée au bâtiment principal, où est monté le positionneur et son antenne, la salle d'opération regroupant la baie d'équipements et les consoles TM&TC, et la salle de traitement et dissémination des données. Toutes ces salles sont climatisées et les figures 1 et 2, présentées à la page antérieure, donnent un aperçu des installations physiques de la station TT&C de Natal.

### 3.2. Architecture de la station TT&C

La station TT&C de Natal est composée, au niveau des principales fonctionnalités, de cinq sous-systèmes: positionneur-antenne et RF, contrôle positionneur et télégestion, standard temps-fréquence et doppler, chaîne télémétrie et chaîne télécommande. Le schéma synoptique fonctionnel simplifié de la station TT&C est présenté à la page suivante, par la figure 3.

#### 3.2.1. Sous-système positionneur-antenne et RF

Ce sous-système est constitué par un positionneur à axes concurrents COAZE 150 de SOTEREM<sup>®</sup>, auquel est accouplé l'antenne parabolique. Le mouvement angulaire du positionneur permet de balayer, à une vitesse maximum de 35°/s et accélération de 20°/s<sup>2</sup>, une calote hémisphérique solide de 0° à 360° en azimut et de -3° à 182° en site. Chaque axe du positionneur est actionné par un ensemble moteur autosynchrone, réducteur coaxial, pignon et couronne. La position angulaire absolue de chaque axe est fournie par un resolver équipé d'un mécanisme de rattrapage automatique de jeu. La précision dynamique de pointement de l'ensemble, en site et azimut, est de l'ordre de 0,2°. Des butées logiques déportent le passage du point mort du positionneur sur le fût et des fin-de-course électriques, associés aux butées mécaniques, assurent la protection de l'ensemble. Le recalage en azimut du positionneur est fait par le logiciel interne du calculateur, qui prend en compte les nouvelles consignes introduites par le clavier. Le positionneur possède un frein électromécanique sur l'axe site et peut opérer, sans problème, avec des vents allant jusqu'à 75 km/h.

Le sous-système RF est constitué par un réflecteur parabolique en aluminium de trois mètres de diamètre, de RYAN<sup>®</sup>, assemblé à l'ensemble tête et contre-poids du positionneur par une interface mécanique. La source, fixée au réflecteur par quatre bracons, est reliée au duplexeur par un câble coaxial à très faibles pertes. L'ensemble source-parabole, configuré en polarisation circulaire droite, présente un gain maximum de 34,7 dB dans la bande TM comprise entre 2.230 et 2.280 MHz, et de 33,8 dB dans la bande TC, de 2.015 à 2.065 MHz. Un boîtier étanche, monté sur le plan arrière de la parabole, protège le duplexeur et le préamplificateur faible bruit des intempéries et des variations de température. L'amplificateur faible bruit, du type GaAs FET de MITEQ<sup>®</sup>, présente un gain nominal de 36 dB pour une figure de bruit de 0,45 dB @ 25°C et le duplexeur introduit une isolation de 130 dB entre les voies TM et TC. Le transfert des chaînes TM et TC au boîtier de raccordement est fait par deux câbles coaxiaux souples à faibles pertes qui possèdent un jeu suffisant pour accommoder les mouvements de rotation de l'antenne, par rapport au fût du positionneur.

#### 3.2.2. Sous-système pilotage, télégestion et orbitographie

L'électronique de contrôle et pilotage du positionneur est conditionnée dans deux tiroirs standard de 19 pouces, situés dans la baie principale de la station TT&C. Le tiroir de puissance regroupe les deux variateurs PWM, filtre de réseau, et tous les circuits auxiliaires d'actionnement et de contrôle des moteurs autosynchrones. Le tiroir de pilotage, à son tour, regroupe le module calculateur, les interfaces, les alimentations et les divers circuits de télégestion. Deux modalités de fonctionnement sont possibles:

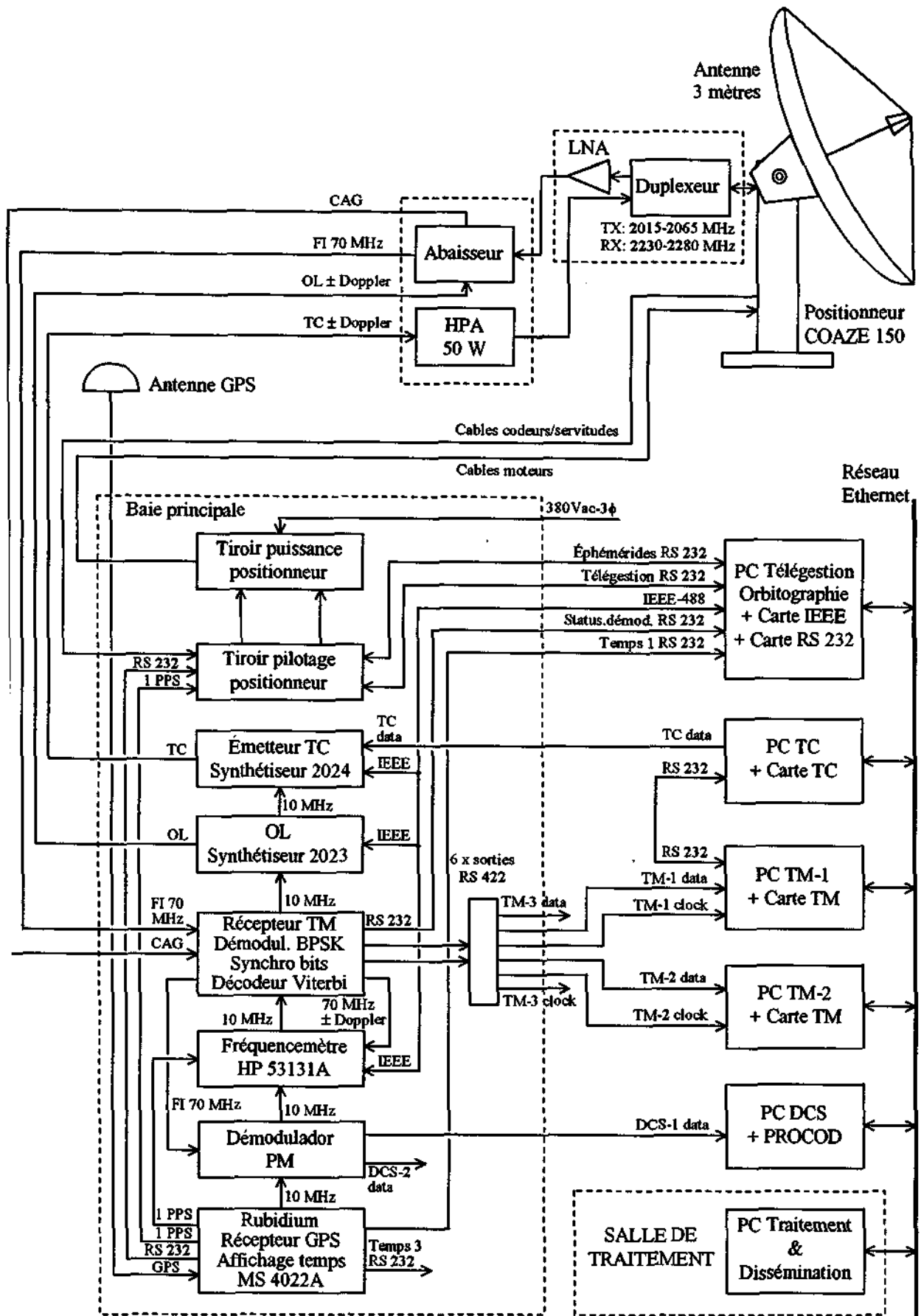


Fig.3 – Schéma synoptique simplifié de la station TT&C

- En mode manuel, le joystick permet de piloter, à vitesse réduite, les mouvements de l'antenne en site et azimut.
- En mode automatique, le joystick est inopérant et les commandes du positionneur sont télégérées par la liaison RS 232.

Les fichiers d'éphémérides sont téléchargés à 9600 bauds/s par la liaison RS 232, avant le passage du satellite. Ces fichiers sont également traités par le calculateur interne pour prendre en compte la butée mécanique, déterminant si la poursuite sera faite en cercle direct ou inverse. La stratégie de retournement de l'antenne est aussi prise en compte par le calculateur du tiroir de pilotage. Elle consiste à rejoindre, à vitesse constante, dès la rentrée de l'antenne dans le cône de retournement (pour angle site  $\geq 88,3^\circ$ ), le point de sortie de ce cône, tout en conservant la consigne en site.

Un micro-ordinateur PC Pentium<sup>®</sup>, équipé d'une carte FASTCOM/4W-GT<sup>™</sup> permettant d'établir quatre liaisons série RS 232, d'une carte AT-GPIB/TNT<sup>™</sup> pour liaison IEEE-488, et d'une carte 3COM<sup>™</sup> Etherlink pour réseau Ethernet, est affecté à la désignation antenne et à la télégestion de la station TT&C. La chaîne informatique AURORE, fournie sous licence du CNES, a pour rôle d'enchaîner, d'organiser et d'orchestrer les différentes phases nécessaires pour réaliser, de manière automatique, les restitutions d'orbite des passages sélectionnés. Les fonctions essentielles du logiciel AURORE sont l'initialisation du système, la gestion des prévisions et préparation des passages, l'acquisition des mesures de fréquence et la compensation Doppler, la supervision du positionneur durant le passage, la restitution de l'orbite et le calcul des prévisions d'éphémérides pour les prochains passages. Le moniteur d'enchaînement des tâches et les outils de maintenance sont développés en Visual Basic 4.0<sup>™</sup>, sous Windows NT<sup>™</sup>. Les logiciels d'orbitographie sont développés en FORTRAN sous DOS.

Récemment, des modules additionnels ont été introduits dans le logiciel de télégestion AURORE pour permettre l'opération simultanée de plusieurs satellites, en mode multi-mission. L'intention de l'INPE/CRN est remplacer le logiciel de télégestion AURORE de la station TT&C par un logiciel propre, en Open Source, et d'y incorporer ses propres modules d'orbitographie.

### 3.2.3. Sous-système télémétrie

La chaîne télémétrie est constituée par l'abaisseur, le synthétiseur de fréquence TM, le démodulateur BPSK avec correcteur d'erreurs Viterbi, le démodulateur PM, le décommutateur de trames et les micro-ordinateurs PCs.

L'abaisseur, d'ELFES ELECTRONIQUES<sup>®</sup>, monté en pied d'antenne dans un tiroir au standard 19 pouces, convertit le signal reçu du préamplificateur faible bruit sur une FI de 70 MHz. Du type double changement de fréquence, cet abaisseur assure une réjection de la fréquence image de l'ordre de 85 dB et maintient, à l'aide d'un AGC non cohérent, le niveau de sortie du signal FI constant, pour une plage dynamique d'entrée de -100 dBm à -50 dBm. L'abaisseur, dont l'entrée OL est excitée par le synthétiseur TM, permet de recevoir le signal de télémétrie dans la bande comprise entre 2.230 et 2.280 MHz, et d'introduire la compensation Doppler. Un diviseur de puissance passif à 3 dB sépare la FI de 70 MHz en deux voies distinctes. L'une de ces voies est utilisée pour la démodulation TM et l'autre pour la mesure de fréquence Doppler.

Le synthétiseur TM 2023, qui génère la fréquence OL de l'abaisseur, est un produit MARCONI<sup>®</sup>. Ce synthétiseur est paramétrisé au moyen de la liaison IEEE-488, sous contrôle du logiciel de télégestion de la station. Cela permet également d'introduire la compensation Doppler sur la voie TM, par pas de 5 Hz. La base de temps du synthétiseur est pilotée par la référence 10 MHz de l'oscillateur de rubidium du sous-système temps-fréquence.

La station TT&C possède deux démodulateurs de télémétrie. L'un est digital BPSK/QPSK, du type cohérent, et l'autre analogique, pour les signaux modulés en PM. Le démodulateur BPSK/QPSK, monté dans un tiroir standard de 19 pouces, est architecté sur une carte multi-rythme STEL 9258 de STANFORD TELECOM<sup>®</sup>, pourvue de décodeur convolutionnel Viterbi et de correcteur d'erreurs au standard 7, 1/2, G1=171 et G2=133 inversé. L'émulation et la programmation de la carte sont faites par un module micro-contrôleur et ce démodulateur possède actuellement deux rythmes de bits pré-programmés, en 250 et 500 kbps. En sortie, sont fournies les données TM démodulées,

l'horloge associée et les divers signaux de status. Une liaison RS 232 permet de déporter les informations de status sur le micro-ordinateur de télégestion.

Le décommutateur de trames a été développé spécifiquement par l'INPE/SJC pour la mission SACI. Ce décommutateur est constitué par une carte au standard ISA, architectée sur un micro-contrôleur de la famille 8051 et enfichable sur le bus du micro-ordinateur TM. Cette carte TM a pour fonction principale d'implémenter la couche de décodification, d'identifier les mots de synchronisation, de calculer le CRC et de séparer les trames en blocs de données pour le traitement TM.

Le micro-ordinateur PC Pentium III<sup>®</sup> TM-1, en plate-forme logicielle Windows NT<sup>™</sup>, traite et emmagasine les données TM sous contrôle du programme principal de télémétrie développé en LabVIEW<sup>™</sup> par l'INPE/SJC. Envoie éventuellement, au micro-ordinateur PC TC, des demandes de retransmission par la liaison série RS 232.

Un second micro-ordinateur PC Pentium III<sup>®</sup> TM-2, équipé aussi d'une autre carte décommutatrice de trames TM, permet de saisir et visualiser les données en temps réel, pour le contrôle d'opération. Le démodulateur PM [3], [4] est constitué par une maille PLL analogique, centrée sur le 70 MHz de la FI. Diverses bandes passantes peuvent être sélectionnées dans une gamme de valeurs pré-définies et la plage de poursuite du PLL permet d'accommoder et de suivre les écarts de fréquence dus au Doppler associé. L'ensemble, développé et construit par l'INPE/CRN, est conditionné dans un tiroir standard de 19 pouces et deux sorties démodulées sont fournies en face arrière.

#### 3.2.4. Sous-système télécommande

La chaîne TC comprend le micro-ordinateur pour la visualisation et l'envoi des télécommandes, la carte de génération des télécommandes, le modulateur et l'amplificateur de puissance en bande S.

Le micro-ordinateur PC Pentium II<sup>®</sup> TC, fonctionnant sous ambiance Windows NT<sup>™</sup>, exécute les diverses routines du programme principal, le contrôle et l'assemblage des ordres de télécommande. Permet également de choisir et sélectionner, en mode manuel, à partir d'une table pré-définie, les télécommandes à envoyer. Les trames sont montées, agroupées et formatées par une carte spécifique, développée et construite par l'INPE/CRN. Cette carte, connectée au bus ISA du micro-ordinateur TC, a pour fonction d'implémenter la couche de codification des trames TC. Architectée sur un micro-contrôleur INTEL<sup>™</sup> de la famille 8051, cette carte insère les mots de synchronisation, découpe la trame TC en octets, introduit le CRC et génère une séquence de IDLE à la fin de chaque trame de télécommande. Les données TC, codifiées en NRZ-L, sont envoyés au rythme de 19,2 kbps au modulateur de la chaîne TC. Grâce à un logiciel spécifique développé en LabVIEW<sup>®</sup> et d'une liaison RS 232, le micro-ordinateur TC dialogue avec le micro-ordinateur TM, permettant que des trames mal reçues ou contenant des erreurs soient retransmises à partir d'un ordre de répétition de la télécommande. Bien que programmée initialement aux standards de la mission SACI, la carte TC offre une grande flexibilité de configuration et peut être facilement reprogrammée sur d'autres standards, de façon à satisfaire aux exigences des nouvelles missions. Cela est rendu possible grâce à l'adoption d'un logiciel développé en LabVIEW<sup>®</sup>, présentant une grande flexibilité d'utilisation.

L'émetteur de TC est constitué par un générateur synthétiseur modèle 2024 de MARCONI<sup>®</sup>. Piloté par le logiciel de contrôle et de télégestion de la station, le synthétiseur est paramétrisé automatiquement au moyen de sa liaison IEEE-488. La compensation doppler de la voie TC peut être également activée, suivant la modalité de fonctionnement choisie, et divers types de modulation (FM, FSK, PM, PSK, BPSK et QPSK) peuvent être sélectionnés. Le signal modulé en sortie du synthétiseur est fourni à la fréquence nominale d'opération, dans la bande comprise entre 2,015 et 2,065 GHz. La base de temps est également référée au 10 MHz de l'horloge de rubidium du sous-système temps-fréquence.

L'amplificateur de puissance en bande S est un produit NUCLÉTUDES S.A.<sup>®</sup>, du type linéaire, fournissant une puissance nominale de sortie de 50 W, dans la bande de 2,0 à 2,1 GHz. Cet amplificateur, conditionné dans un tiroir standard de 19 pouces, possède des protections internes contre échauffement excessif et sortie désadaptée. L'ensemble est placé dans le haut de la tour, en pied d'antenne, en ambiance climatisée. Toutes les liaisons RF sont faites au moyen de câbles coaxiaux à faibles pertes.

### 3.2.5. Sous-système temps-fréquence

Le générateur de temps codé de MICROSYSTEMES<sup>®</sup> est constitué par un générateur IRIG-B asservi, un récepteur GPS et une source rubidium. Le générateur IRIG-B est contrôlé et géré par une carte mère, architectée autour d'un microprocesseur 68302 de MOTOROLA<sup>®</sup>. Ce générateur, asservi par un récepteur GPS modèle ONECORE-UT de MOTOROLA<sup>®</sup>, génère les signaux 1 PPS et les informations temps sous forme de liaison série RS 232. La datation et le temps GMT sont également fournis en face avant, par un afficheur à LCD. Un clavier permet aussi de paramétrer le générateur. Deux sorties RS 232, codifiées en ASCII, permettent de distribuer le temps au tiroir de pilotage du positionneur et au micro-ordinateur PC de pilotage, télégestion et orbitographie pour la datation des mesures Doppler. Ces mesures sont effectuées par le fréquencemètre HP 53131A sur la FI de 70 MHz. Pour les signaux reçus en BPSK/QPSK, la porteuse est reconstituée par un module PLL d'ELFES ÉLECTRONIQUES<sup>®</sup> formé par une boucle de Costas, avant d'être mesurée par le fréquencemètre. Les valeurs lues par le fréquencemètre, à la cadence du 1 PPS, sont transférées au micro-ordinateur PC de gestion et d'orbitographie par la liaison IEE 488, pour la détermination et la correction des orbites. Le rubidium est un module LPRO d'EFRATON<sup>®</sup> fournissant une référence de fréquence de 10 MHz sous une stabilité à court terme de  $1.E 10^{-11}$  sur 1 seconde. Toutes les bases de temps des divers équipements de la station TT&C sont référées au standard de fréquence.

## 4. RÉSULTATS OBTENUS

Les relevés de spectre présentés ci-dessous attestent la qualité de réception des signaux reçus et démontrent qu'il est possible d'obtenir des résultats satisfaisants à partir d'une station TT&C faible coût, bien dimensionnée et calibrée.

La figure 4 montre un relevé de spectre obtenu à la sortie FI de l'abaisseur, avant l'entrée sur démodulateur, d'un signal TM modulé BPSK à 500 kbps transmis à la fréquence nominale de 2.255,2 MHz par la nacelle de test du SACI-1. Cette nacelle était placée sur la tour de collimation, à environ trois kilomètres de la station.

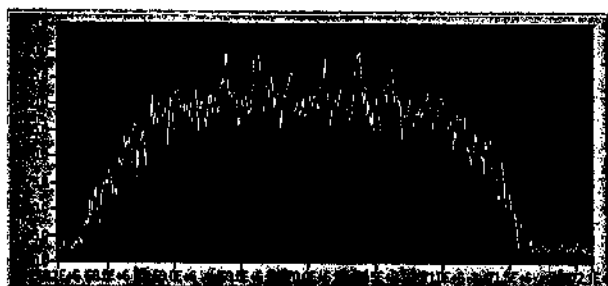


Fig. 4 – Spectre en 70 MHz d'une séquence test reçue de la nacelle TM SACI-1

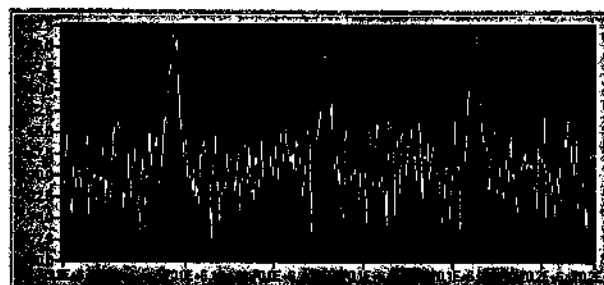


Fig. 5 – Spectre en 70 MHz d'une PCD-ARGOS reçue du DCS/SCD-1

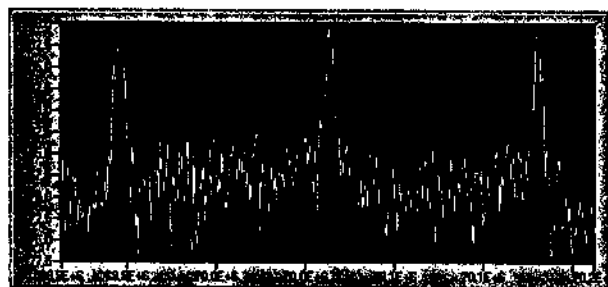


Fig. 6 – Spectre en 70 MHz d'une PCD-ARGOS reçue du DCS/SCD-2

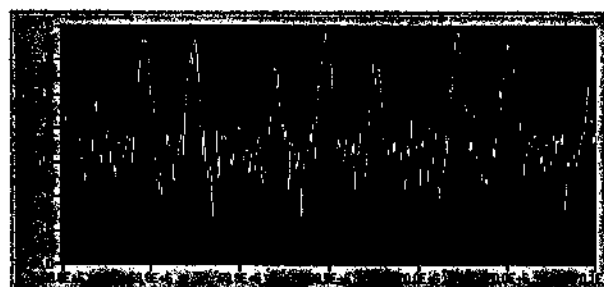


Fig. 7 – Spectre en 70 MHz de PCD's ARGOS et MECB reçues du DCS/CBERS-1

Les relevés de spectre présentés par les figures 5, 6 et 7 ont été enregistrés, respectivement, durant le passage des trois satellites brésiliens SCD-1, SCD-2 et CBERS-1, et permettent d'évaluer les



signaux reçus des DCS en 2.267,52 MHz, modulés en PM avec une déviation maximum de 1,8 rad., avant l'entrée sur démodulateur.

Bien que ces trois satellites utilisent des transpondeurs DCS similaires, d'une puissance nominal de 500 mW, il est facile de constater la nette amélioration de la relation signal-bruit sur le relevé de spectre du CBERS-1. L'absence de fluctuation du signal reçu provient, très certainement, d'un meilleur pointement des antennes de ce satellite vers la terre, en décurrence de sa stabilisation dans les trois axes.

## 5. AMÉLIORATIONS PROPOSÉES

La principale amélioration envisagée dans l'immédiat, est doter la station TT&C d'une deuxième voie TM, en polarisation circulaire gauche. Cette modification comprend le changement de l'actuelle source de l'antenne et l'addition d'une seconde chaîne avec préamplificateur faible bruit et abaisseur. Il sera également nécessaire d'incorporer un combineur pour sommer les deux FIs de 70 MHz, au niveau de l'entrée du démodulateur. Les entrées OL des deux abaisseurs seront excitées par le même synthétiseur 2023 de la station. Cette modification permettra d'améliorer sensiblement les conditions de réception pour les satellites qui ne possèdent pas un plan de polarisation stabilisé. La valeur estimée pour introduire cette modification à la station est de l'ordre de 200.000 Francs.

Une nouvelle chaîne DCS pour la décodification et le traitement des messages de PCDs devra être également ajoutée à la station TT&C. Cette chaîne sera composée d'un micro-ordinateur PC Pentium III<sup>®</sup> PCD, fonctionnant sous plate-forme logicielle Windows NT<sup>™</sup>, et d'une carte de traitement PROCOD permettant la décommutation des données de PCDs et la mesure de fréquence Doppler pour le calcul de leur position. Le logiciel principal de contrôle sera développé en langage C++ par l'INPE/CRN et les données du DCS traitées seront envoyées par FTP au centre de dissémination, au moyen du réseau de communication Intranet de l'INPE.

## 6. CONCLUSION

À la vue des résultats obtenus il est aisément prouvé que, même pour un budget modeste et serré comme l'était, à l'origine, le segment sol du programme de micro-satellites SACIs, il a été possible de doter l'INPE/CRN d'une station TT&C bande S performante et qualifiée. Le nouveau concept adopté, utilisant dans la mesure du possible des équipements standard dits d'étagère, des produits informatiques type grand public et des cartes commerciales spécifiques enfichables, le tout allié à une nouvelle philosophie de projet, a permis de réduire grandement le coût final de la station TT&C de Natal sans, pour autant, en sacrifier les performances. La modularité résultante de ce nouveau concept a aussi largement fait ses preuves, permettant que la station TT&C soit rapidement convertie, et à peu de frais, aux nouveaux programmes de l'INPE.

## RÉFÉRENCES

- [1] ELFES ELECTRONIQUES, "*Users Manual – Estação Solo TT&C SACI, Notice Technique*" Toulouse, France, Septembre 1998
- [2] J.P. DUBUT et M.F. MATTIELLO FRANCISCO – INPE, "*Estação Solo TT&C SACI-1 Documento de Revisão Final de Projeto – MT-VER-024*", São José dos Campos, SP, Brésil, Juin 1998
- [3] P.M. BARROS, "*Ground Station Specification – A-ETC-0019*", São José dos Campos, SP, Brésil, Juillet 1986
- [4] E. L. GRUENBERG, "*Handbook of Telemetry and Remote Control*", McGraw-Hill, New York, USA



**Título**

Station Multi-mission de Natal-Brésil/Concept et Architecture d'une Station TT&C bande S Faible Coût

MFN 10987

**Autor**

Jean Paul DUBUT, Romualdo Alves PEREIRA-JUNIOR, Maria de Fátima MATTIELLO-FRANCISCO, Manoel Jozeane Mafra de CARVALHO

**Tradutor**

**Editor**

INPE-9558 PRE/5226

Origem	Projeto	Série	No. de Páginas	No. de Fotos	No. de Mapas
ETE/DSS			8		

**Tipo**

RPQ  PRE  NTC  PRP  MAN  PUD  TAE

**Divulgação**

Externa  Interna  Reservada  Lista de Distribuição Anexa

**Periódico / Evento**

5th International Symposium "Small Satellite System and Services"

La Baule France / 19 - 23 junho 2000

**Convênio**

**Autorização Preliminar**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Data

Ednilso F. F. Orlando  
 Titular da Unidade  
 Chefe da Divisão de

**Revisão Técnica**

Desenv. de Sistemas de Solo

Solicitada

Dispensada

Recebida

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Devolvida

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do Revisor

Leonardo Fernando Perondi  
Engenheiro de Nível "A" Especial

**Revisão de Linguagem**

Solicitada

Dispensada

Recebida

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Devolvida

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura do Revisor

Leonardo Fernando Perondi  
Engenheiro de Nível "A" Especial

**Autorização Final**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
Data

Ednilso F. F. Orlando  
 Titular da Unidade  
 Chefe da Divisão de

**Palavras Chave**

Desenv. de Sistemas de Solo

station TT&C - multimission station - ground station architecture



Secretaria	
_ / _ / _ Data	Recebida _ / _ / _    Devolvida _ / _ / _
_____	_____
Encaminhado Por	Devolvido Por

Controle e Divulgação	
_ / _ / _ Data	Recebido Por: _____
	Devolvido Para: _____
Pronto Para Publicação em: _ / _ / _	_ / _ / _ Data
No. _____ Quant. _____	_____
	Assinatura

Observações