



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
AÉRONAUTIQUE
OPTION : MÉCANICIEN, SYSTÈMES-AVIONIQUE**

Session 2012

DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ÉPREUVE E2 – ÉPREUVE DE TECHNOLOGIE

SOUS-ÉPREUVE A (U21) – ÉTUDE D'UN SYSTÈME D'AÉRONEF

Ce dossier technique comporte **16** pages, numérotées de **1 / 16** à **16 / 16**.

Assurez-vous que cet exemplaire est complet.

S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

Baccalauréat professionnel Aéronautique Option : Mécanicien systèmes-avionique	Dossier technique E2 – Épreuve de technologie Sous-épreuve A (U21) – Étude d'un système d'aéronef	1 / 16
---	---	--------

I- Informations aérodynamiques (planche page 10).

- Présentation générale.

Les informations aérodynamiques sont fournies par 3 circuits indépendants:

➤ 2 circuits principaux:

- Circuit commandant de bord (CAPT)
- Circuit pilote (F/o)

➤ Un circuit secours.

- Circuits principaux (CAPT et F/o).

Chacun de ces 2 circuits comprend:

- 2 prises de pression statique, (situées de chaque côté de l'appareil)
- 1 tube Pitot de pression totale
- 1 sonde de température
- 1 sonde d'incidence

Ces détecteurs fournissent des informations aux 2 calculateurs d'informations aérodynamiques (ADC Air Data Computer) . Ces informations (données) permettent la génération des paramètres qui sont transmis aux différents indicateurs (altimètre, variomètre, PFD, ND...) et systèmes avion.

En cas de panne d'une ADC, le calculateur restant en service pourra prendre en charge tous les indicateurs et les boîtes de contrôle, à la suite d'une commutation manuelle.

- Circuit secours.

Ce circuit comprend:

- 2 prises de pression statique (situées de chaque côté de l'appareil),
- 1 tube Pitot

Ces prises de pression alimentent directement les 2 anémo-machmètres et l'altimètre de secours.

- Informations d'incidence.

3 sondes (AOAS) d'information d'incidence (2 à gauche et 1 à droite).

- Réchauffage des sondes.

Les sondes bénéficient d'un système de réchauffage.

Calculateur d'informations aérodynamiques (ADC).

Les pressions statique et totale sont transmises par des tuyauteries qui aboutissent sur la face avant des boîtiers ADC.

Les signaux électriques en entrée des ADC sont les suivants:

- La température totale en provenance de la sonde TAT (élément à résistance variable).
- L'angle d'incidence en provenance de la sonde AOA (signal resolver).
- Une correction barométrique transmise par les altimètres.
- Des signaux discrets.

Les sorties s'effectuent sur 4 bus numériques indépendants selon la norme ARINC 429.

- Informations aérodynamiques présentées sur les planches pilote.

La vitesse est affichée sur la partie gauche de l'écran du PFD (Primary Flight Display) sous forme d'un ruban défilant.

La "Vitesse Vraie" TAS (True Air Speed) est affichée en chiffres, en haut et à gauche de l'écran ND (Navigation Display), sous l'indication de vitesse sol GS (Ground Speed).

La température totale est indiquée sur le panneau TRP (Trust Rating Panel) ainsi que sur l'écran gauche de l'ECAM.

La température statique est affichée sur l'écran droit de l'ECAM.

Les indications d'altitude et de variomètre sont données par des indicateurs classiques situés sur la droite de chaque planche pilote.

Les anémomètres situés en haut à gauche des planches pilotes sont des instruments de secours.

L'altimètre de secours est situé sur le côté gauche de la planche centrale.

- Basculement des sources d'information.

En cas de défaut détecté dans une ADC, les indicateurs associés :

- Altimètre
- Indicateur de vitesse verticale (VSI/TCAS)
- PFD et ND (à travers le calculateur SGU associé) peuvent recevoir les informations de l'autre ADC à condition d'effectuer une commutation à partir des boutons-poussoirs situés sur les panneaux 402VU et 406VU.

En cas d'action effectuée par un des pilotes, toute action de l'autre pilote sera inhibée pour éviter une présentation croisée des informations.

Baccalauréat professionnel Aéronautique Option : Mécanicien systèmes-avionique	Dossier technique E2 – Épreuve de technologie Sous-épreuve A (U21) – Étude d'un système d'aéronef	3 /16
---	---	-------

II- Indicateur VSI/TCAS (planche page 11)

1) Connexion de l'indicateur.

L'information de vitesse verticale est fournie aux 2 indicateurs VSI/TCAS, soit par les IRS (Inertial Reference System) soit par les ADC (Air Data Computer), sous format numérique.

L'indicateur de vitesse verticale du commandant (CPT) reçoit les informations numériques par:

- Bus N°2 de l'IRS 1 en fonctionnement normal
- Bus N° 1 de ADC1 en cas de défaut de l'IRS 1
- Bus N°2 de ADC2 en secours, sans IRS 1 ni ADC 1.

L'indicateur de vitesse verticale du pilote (F/o) reçoit les informations numériques par:

- Bus N°2 de l'IRS 2 en fonctionnement normal,
- Bus N° 1 de ADC 2 en cas de défaut de l' IRS 2
- Bus N°2 de ADC1 en secours, sans IRS 2 ni ADC 2.

L'Information avertissement de trafic et de décision (Traffic Advisory and Resolution Advisory Information).

L'indicateur digital VSI/TCAS affiche le trafic tout autour de l'avion grâce à différents symboles correspondant à la distance et à l'azimut. C'est la fonction Traffic Advisory (TA).

Si un intrus devient une menace, l'indicateur affiche soit de monter, soit de descendre, soit de maintenir le niveau de vol. C'est la fonction Resolution Advisory (RA).

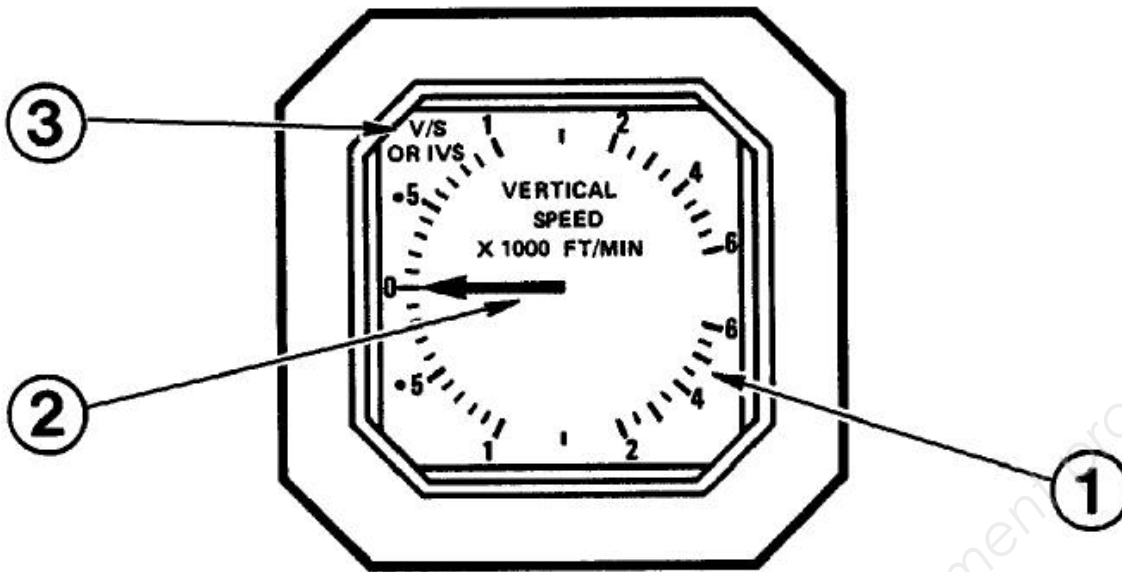
Ces informations sont fournies par le calculateur TCAS.

Son alimentation électrique s'effectue en 115 VAC/400Hz.

L'éclairage intégré s'effectue à partir du 5 VAC.

En cas de défaut, il transmet une information au calculateur central d'alarme (flight warning computer).

Description de l'indicateur VSI.



1 - L'échelle de l'indicateur est de ± 6000 ft/mn, l'indicateur est gradué en centaines de ft/mn jusqu'à 1000ft et en milliers au delà.

2 - L'indicateur est installé sur le panneau instrument, il est équipé d'un écran à cristaux liquides.

L'indicateur reproduit à l'aide de l'aiguille, les valeurs codées en ARINC 429 fournies par IRS.

Ces indications sont des valeurs instantanées. En l'absence de signal valide, l'aiguille se positionne automatiquement sur zéro.

La précision de l'affichage est de ± 30 ft/mn soit $\pm 2\%$.

3 - Si une anomalie est détectée dans le message IRS, le VSI est automatiquement raccordé au bus de données ADC et le drapeau jaune IVS (1) apparaît.

Si le message IRS redevient normal, le drapeau IVS (1) s'efface et le VSI se raccorde de nouveau à l'IRS au bout d'une seconde.

Le drapeau rouge V/S apparaît en cas de:

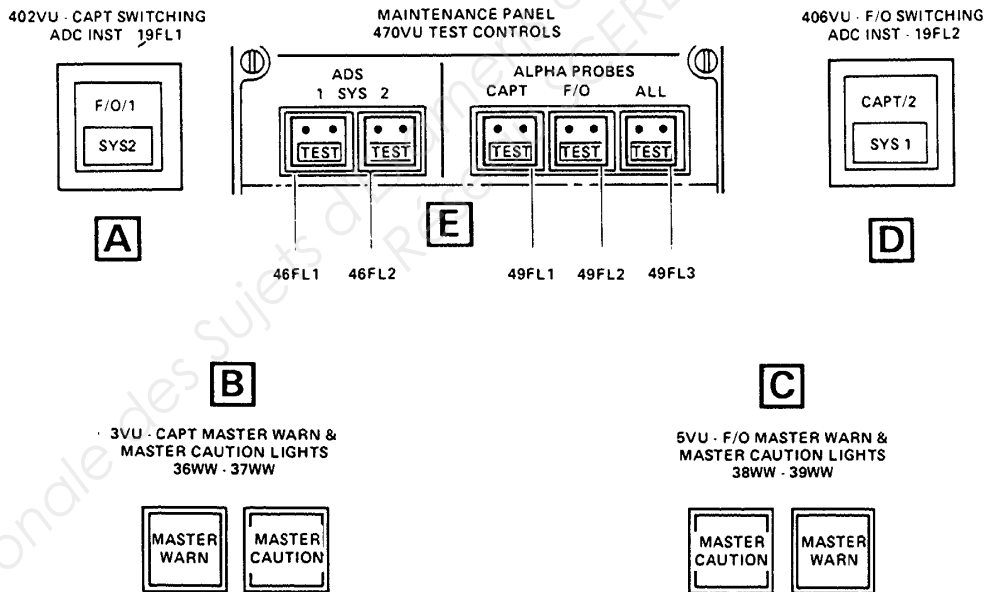
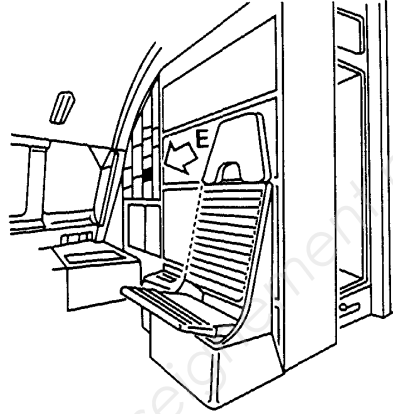
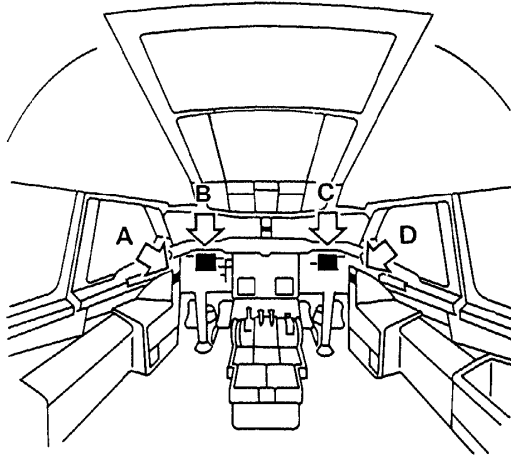
- Erreur de message ARINC
- Défaut d'alimentation de l'indicateur
- Panne interne.

Les informations de TCAS ne seront pas présentées dans ce chapitre.

III- Commutation des sources (planche page 12)

En cas de défaut :

Le bouton-poussoir ADC INST 19 FL1 situé sur le panneau 402VU permet de commuter le CAPTAIN'S VSI sur l'ADC2 et le bouton-poussoir ADC INST 19 FL2 situé sur le panneau 406VU, permet de commuter le FIRST OFFICER'S VSI sur l'ADC1.



BMS 34 10 00 0 SRLO 13 08
DMS

IV- Fonctionnement de l'indicateur (planche page 13).

1) Principe de fonctionnement du VSI.

L'indicateur reçoit les données de vitesse verticale de trois sources différentes:

- **L'INERTIAL REFERENCE SYSTEM (IRS)** transmet les données de vitesse verticale inertielle par un BUS « haute vitesse ».
- **L'AIR DATA COMPUTER (ADC)** transmet les données de vitesse verticale barométrique (taux d'altitude) sur un BUS « basse vitesse ». Le système est connecté automatiquement si IRS est en panne.
- Le second **ADC** transmet les données de vitesse verticale air sur un BUS « basse vitesse » en secours (STANDBY SYSTEM).

Les autres circuits associés au microprocesseur sont:

- Les mémoires PROM et RAM.
- Un circuit d'interface (PIA).
- Un convertisseur digital/analogique (CNA).

Description du synoptique.

Les spécifications de l'ARINC429 pour la vitesse verticale inertielle (**LABEL 365**) ou les données de vitesse verticale air (**LABEL 212**) sont réceptionnées sur les blocs INTERFACE et AHRS INTERFACE.

Les données sont multiplexées et adaptées par les circuits MULT et LSI 429 pour être traitées par le microprocesseur μ P6803.

L'information " ADC BUS switching " permet de sélectionner la source.

Un convertisseur digital/analogique (CNA) commande la rotation du moteur (M) qui entraîne l'aiguille indicateur et un RESOLVER (R). Le RESOLVER permet de connaître la position de l'aiguille sur 360° par les données COS et SIN.

Le circuit MULT délivre un signal DC qui est l'image des valeurs COS et SIN.

Ce signal est comparé au signal de commande fourni par le CNA (DAC) afin d'asservir la position de l'aiguille.

Un drapeau jaune d'avertissement marqué « IVS » apparaît lorsque l'information IRS est non conforme. L'information alors prise en compte est celle en provenance d'une ADC.

V- Circuit réception ARINC 429 (planche page 14).

Analyse du circuit électronique.

Les signaux "ARINC 429" arrivent sur les entrées "A" et "B". Les AOP (U21, U22) effectuent la mise en forme des signaux pour qu'ils soient compatibles avec les circuits et le microprocesseur.

Le circuit U23 permet la synchronisation entre les signaux ARINC et le microprocesseur.

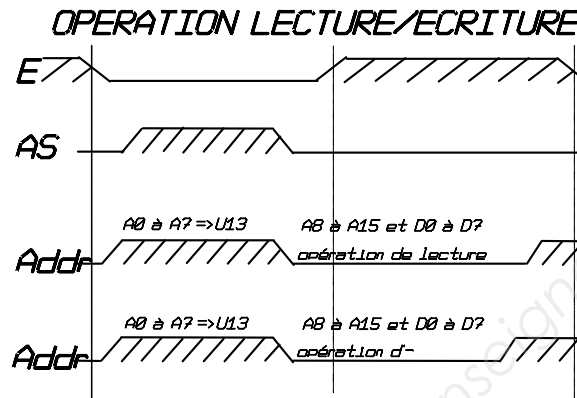
Le circuit U24 est un ensemble de 8 "BUFFER trois états" qui permettent la communication avec le bus de données du μ P.

Baccalauréat professionnel Aéronautique Option : Mécanicien systèmes-avionique	Dossier technique E2 – Épreuve de technologie Sous-épreuve A (U21) – Étude d'un système d'aéronef	7 /16
---	---	-------

VI- Circuit microprocesseur et mémoire (planche page 15).

Le circuit U1 est un microcontrôleur dont les broches PC0 à PC7 sont des adresses basses ou des données suivant les instructions. Dans le cas d'adresses basses, la bascule D U13 mémorise les adresses basses A0 à A7. L'adressage s'effectue en deux temps :

- **1^{er} temps E = 0** : les valeurs PC0 à PC7 présentes sur les entrées D de U13 sont transférées sur les sorties Q0 à Q7 par le signal de AS et deviennent les adresses basses A0 à A7
- **2^{ème} temps E = 1** : les adresses A8 à A15 et D0 à D7 sont présentes et le μ P effectue la lecture ou l'écriture. Ce système permet d'avoir des broches qui fonctionnent indifféremment en entrées/sorties.



VII- RESOLVER, MOTEUR, DAC et PIA (planche page 16).

Le circuit CNA (U35) convertit les données du μ P en une tension analogique. Cette tension analogique permet la commande de la rotation du moteur M1 par l'intermédiaire de U33 et U34, ce qui positionne l'aiguille indicateur du VSI.

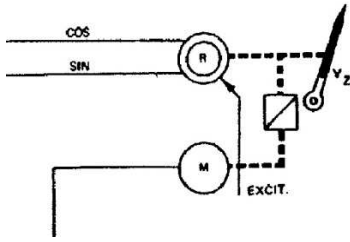
Le circuit CNA (DAC) fabrique la tension qui entre sur l'entrée "+" de U36 pour permettre la comparaison avec le signal "cos" et "sin" de R1.

La sélection de la comparaison des tensions cos et sin ou de la rotation du moteur est commandée par le PIA (U31) et le multiplexeur (U33).

Les tensions issues de R1 (cos, sin) déterminent la position de l'aiguille sur 360°.

L'enroulement principal du resolver, ainsi que la broche NMI (Interruption non masquable du μ P) sont synchronisés par un générateur 400 Hz (Planche page 13).

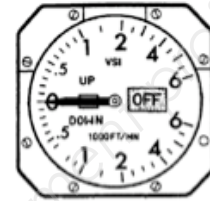
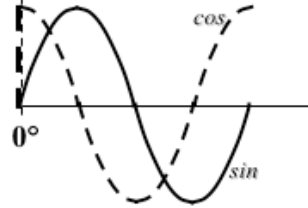
Particularité du Resolver:



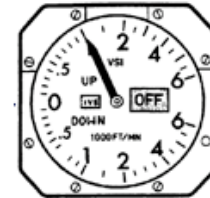
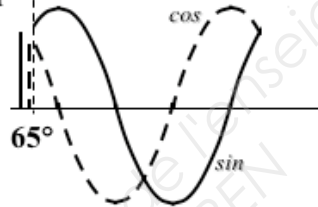
Le RESOLVER (R) est constitué d'un enroulement inducteur (EXCIT.) et de deux enroulements induits (COS, SIN).

La tension d'excitation 115V/400Hz, induit dans les enroulements COS et SIN, un signal qui se déphase suivant la position du ROTOR (Aiguille indicateur), si l'on prélève la tension COS et SIN au début du signal sur EXCIT (400Hz), on connaît la position angulaire de l'aiguille indicateur.

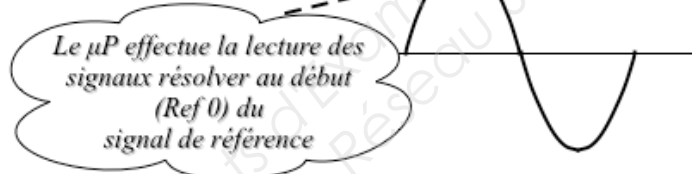
Signal RESOLVER pour la position 0° de l'indicateur



Signal RESOLVER pour la position "up 1" de l'indicateur



Signal de référence 400 Hz EXIT

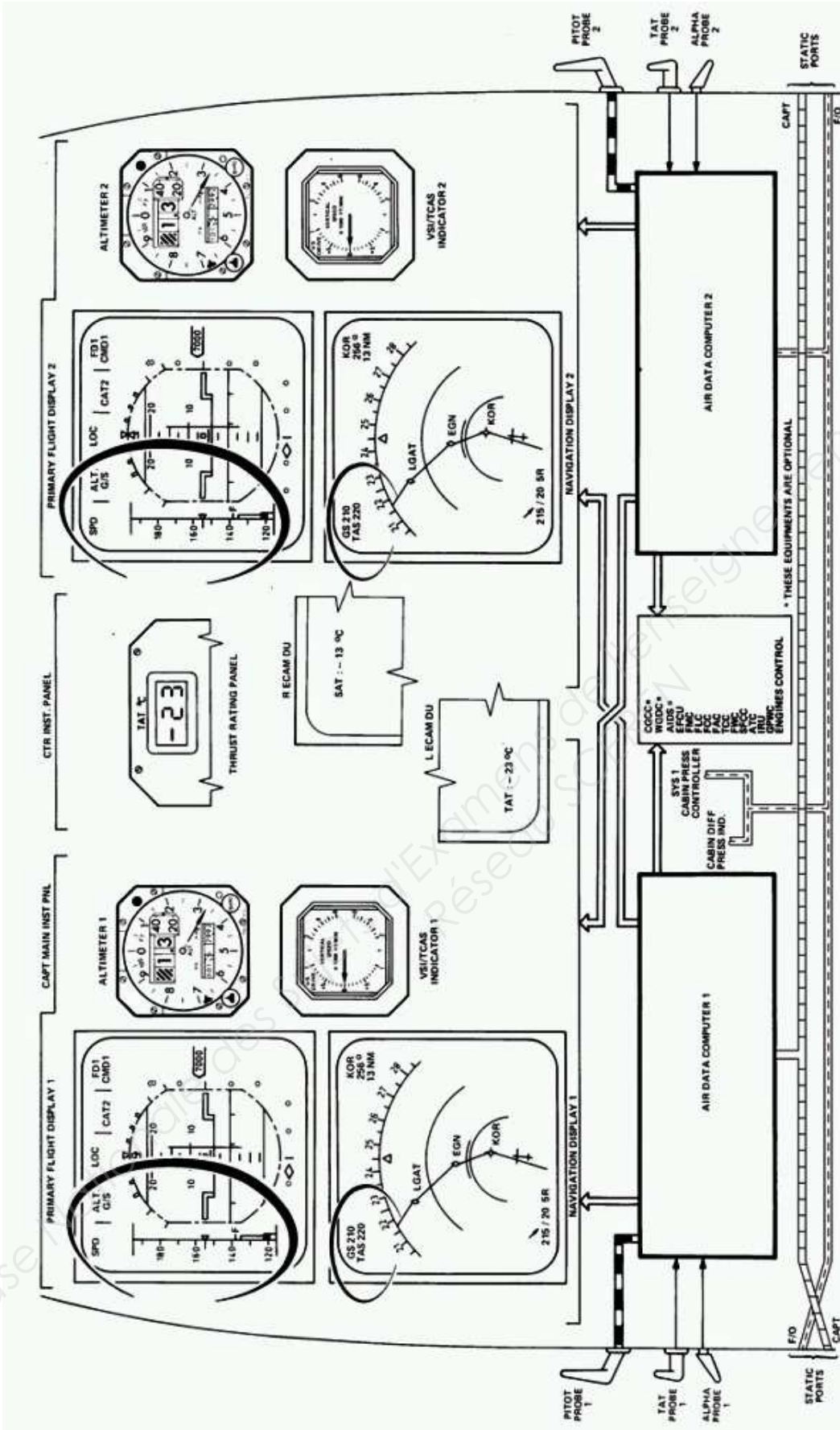


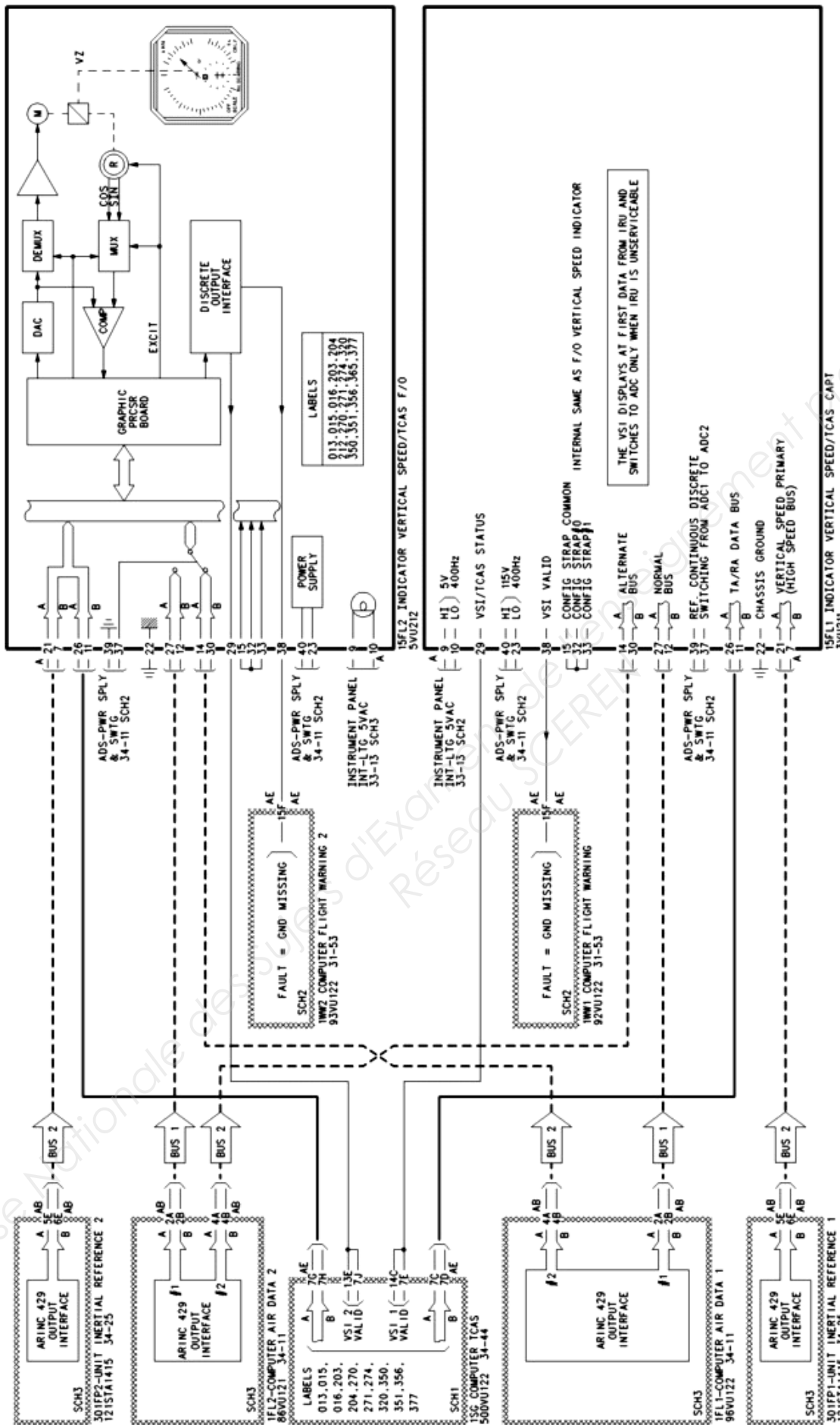
Dans les exemples ci-dessus, pour la position 0° de l'aiguille de l'indicateur, nous avons :

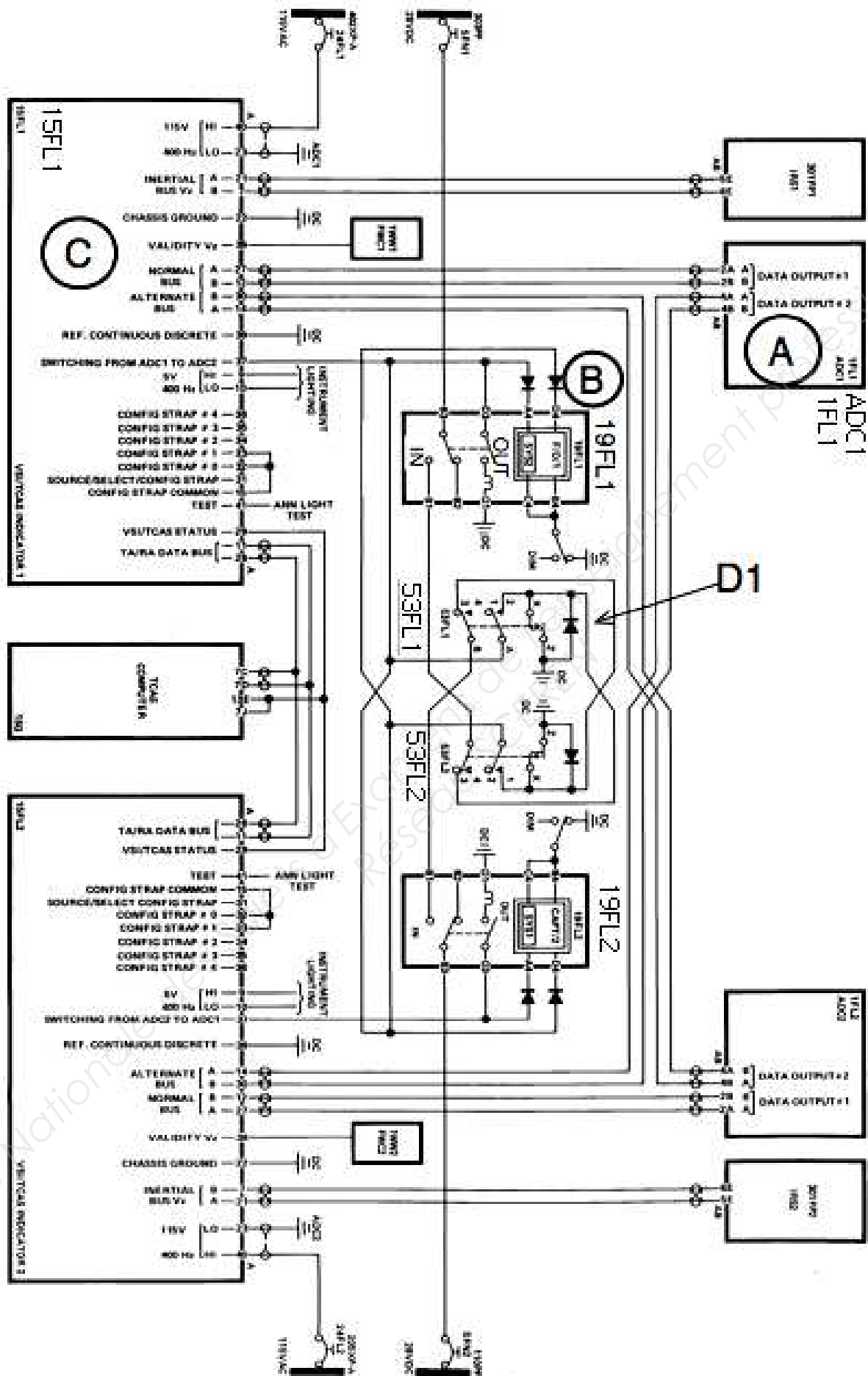
$$\begin{aligned} \text{COS} &= 5\text{V} \times \cos 0^\circ = 5\text{V} \\ \text{SIN} &= 5\text{V} \times \sin 0^\circ = 0\text{V} \end{aligned}$$

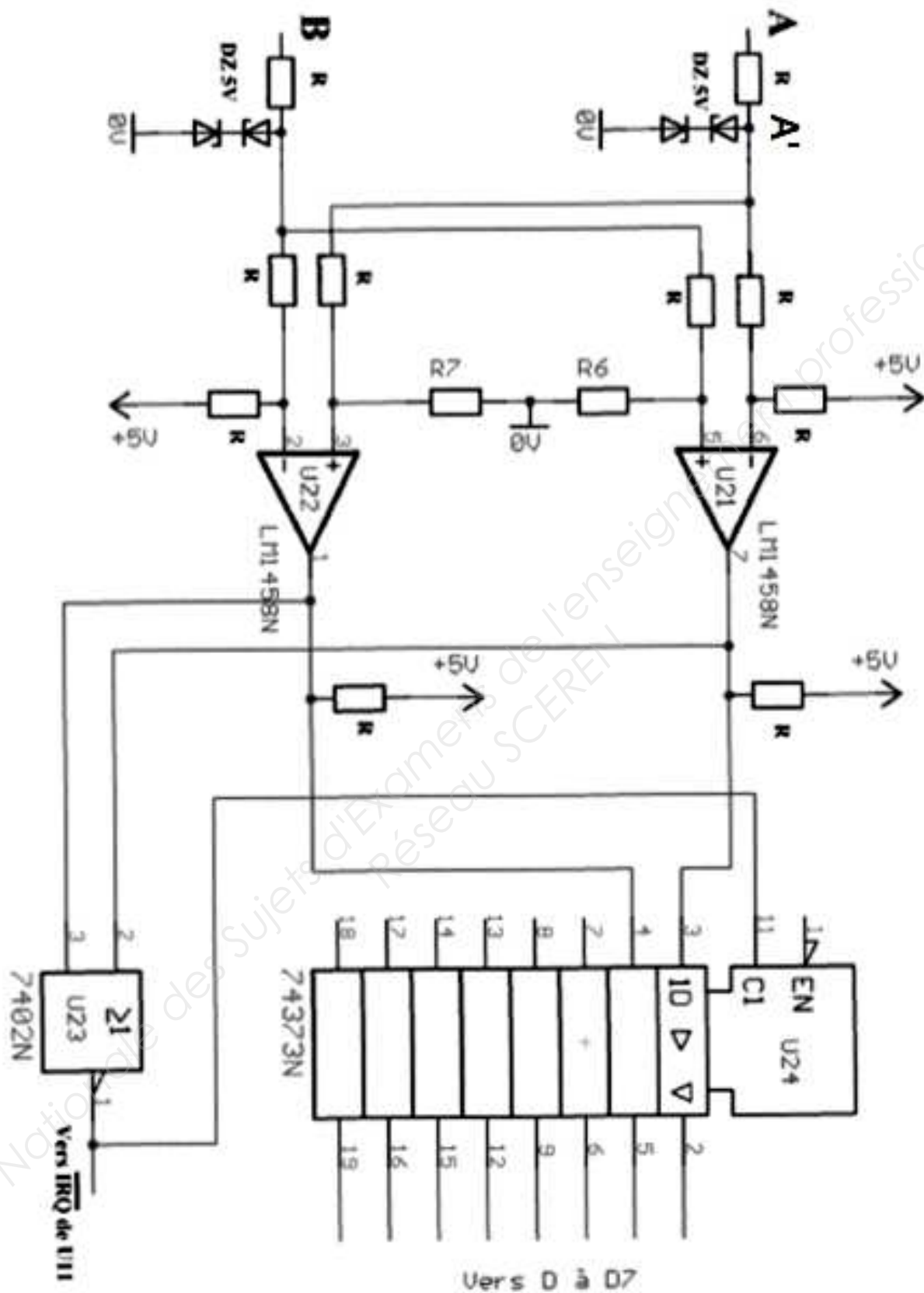
Pour la position "1" qui correspond à un angle de 65° nous avons :

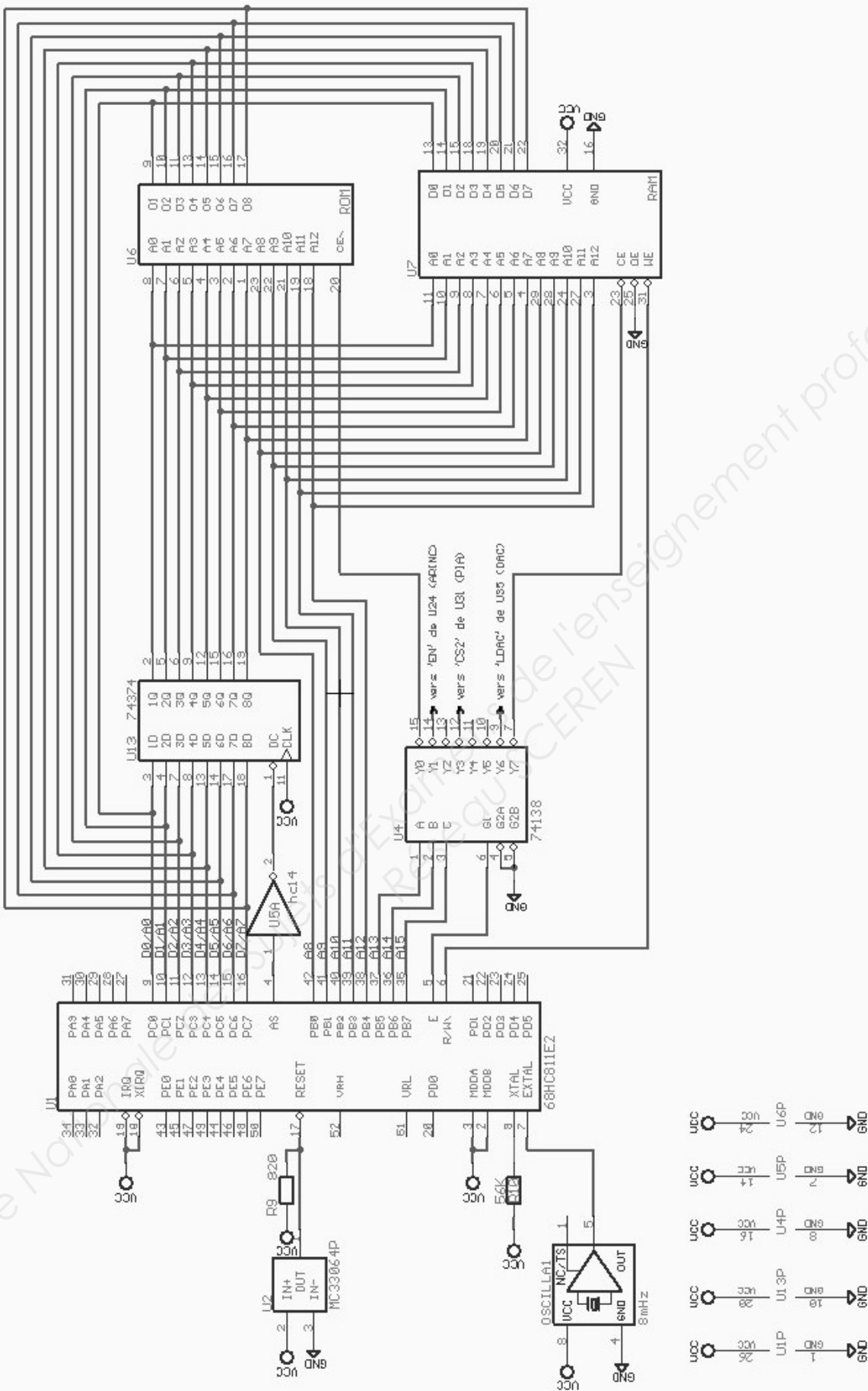
$$\begin{aligned} \text{COS} &= 5\text{V} \times \cos 65^\circ = 2,11 \text{ V} \\ \text{SIN} &= 5\text{V} \times \sin 65^\circ = 4.53 \text{ V} \end{aligned}$$



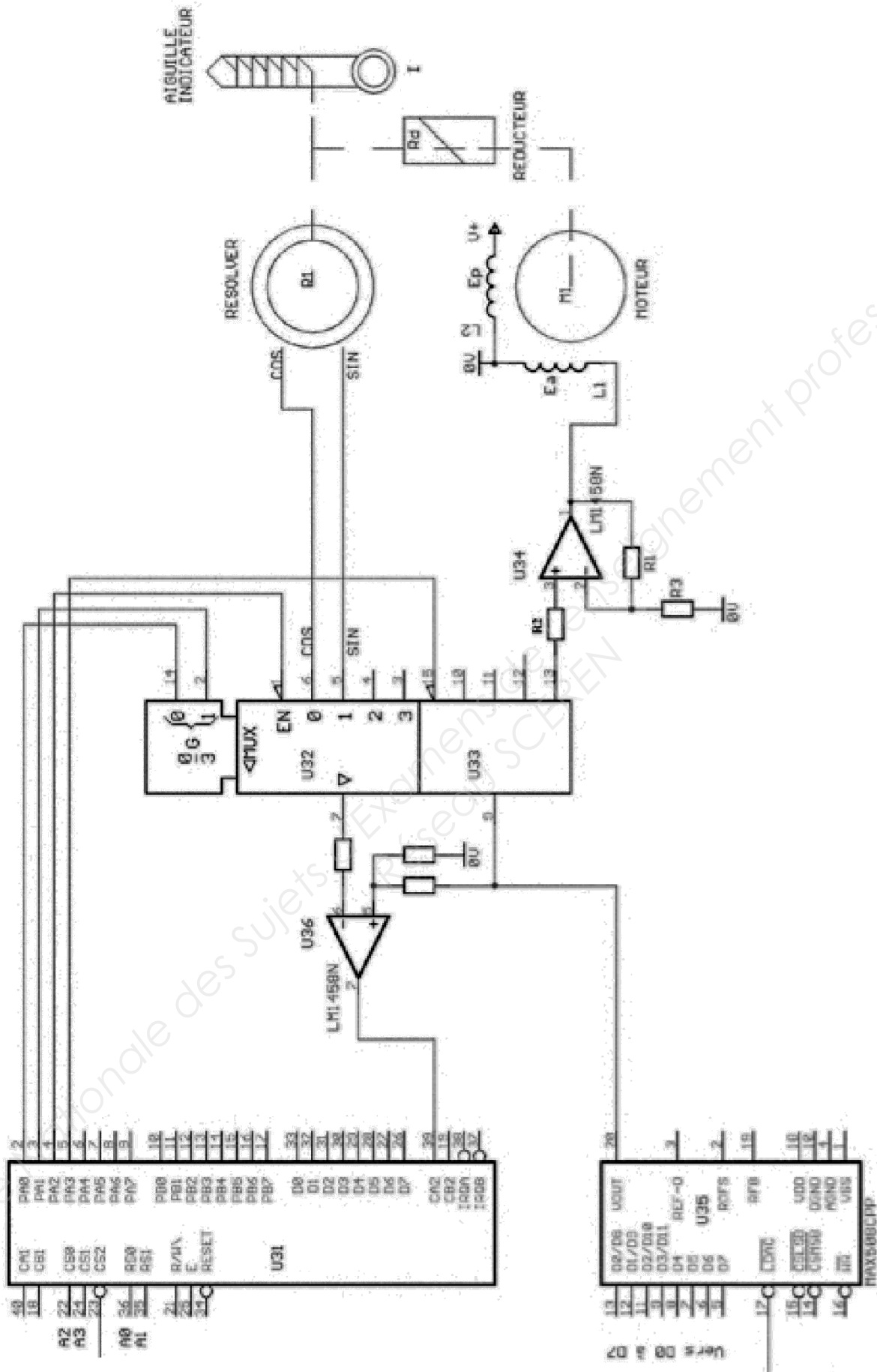








Base Nationale de l'Enseignement Professionnel de l'Université de l'Air et de l'Espace de Clermont-Ferrand (UNIVERSITÉ DE L'AIR ET DE L'ESPACE DE CLERMONT-FERRAND)



Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement professionnel