

CY IUT – GEII Neuville

# Procédure et Rapport de Test

Projet tutoré Mixeur Sous-système Entrées

## Historique des modifications et révisions de ce document :

N° de version	Date	Auteur	Description et circonstances de la modification
V 0		MUHAMMAD Asad	Brouillon : première version, modèle fourni.
V 1.0	05/02/2025	MUHAMMAD Asad	Première rédaction du document.

## Grilles d'évaluations

Pour un ss-système élec				
Critères	Étudiant(s)	Binome 1	Binome ...	Binome n
Présentation du document	5	0	0	0
Document pdf	0,5			
Maîtrise du traitement de texte	1			
Langage technique	1			
Référencement des figures et tableaux	1			
Gestion des versions	0,5			
Qualité de l'introduction (rappel système et fonctions)	1			
[AC32.03] : Produire une procédure d'essai pour valider [...] un syst	20	0	0	0
Explication de la démarche générique du protocole de test	4			
Présence des tests structurels (visuels, élec: continuité, valeurs, CC)	3			
Présence des tests fonctionnels	3			
Conclusion sur le bon fonctionnement du système	2			
Explication de chaque procédure d'essai (struc ou fonct)	6			
Synthèses sous forme de tableaux	2			
[AC32.01] : Evaluer la cause racine d'un dysfonctionnement	20	0	0	0
Explication de la cause en cas de dysfonctionnement	10			
Appui sur des mesures	10			
[AC32.02] : Proposer une solution corrective à un dysfonctionnement	20	0	0	0
Conclusion sur potentielle action corrective	10			
Suivi de ces actions correctives selon les versions	10			
Total	20	0	0	0

Ramené sur 20 et coeff 1

Coeff 2 sur la note

Pour un système complet				
Critères	Étudiant(s)	Binome 1	Binome ...	Binome n
Présentation du document	5	0	0	0
Document pdf	0,5			
Maîtrise du traitement de texte	1			
Langage technique	1			
Référencement des figures et tableaux	1			
Gestion des versions	0,5			
Qualité de l'introduction (rappel système et fonctions)	1			
[AC32.03] : Produire une procédure d'essai pour valider [...] un syst	20	0	0	0
Explication de la démarche générique du protocole de test	4			
Présence des tests d'intégrité structurels	1			
Présence des tests électriques (pas de CC)	1			
Rappel de la bonne validation des ss-systèmes	2			
Présence des tests fonctionnels	5			
Explication et résultat de chaque procédure d'essai	5			
Synthèses sous forme de tableaux	2			
[AC32.01] : Evaluer la cause racine d'un dysfonctionnement	20	0	0	0
Explication de la cause en cas de dysfonctionnement	10			
Appui sur des mesures	10			
[AC32.02] : Proposer une solution corrective à un dysfonctionnement	20	0	0	0
Conclusion sur potentielle action corrective	10			
Suivi de ces actions correctives selon les versions	10			
Total	20	0	0	0

Ramené sur 20 et coeff 1

Coeff 2 sur la note

## Avant-propos<sup>1</sup>

Ce document de test a pour objectif de détailler les procédures et résultats associés aux tests réalisés sur le sous-système d'entrée de la table de mixage audio, développé dans le cadre du projet SAE. Il constitue un guide technique permettant de vérifier le bon fonctionnement du système, conformément aux spécifications établies dans le document de conception.

Ce rapport regroupe les différentes étapes de validation des modules, les critères de validation ainsi que les observations effectuées lors des tests. L'objectif est de garantir que les composants du sous-système respectent les exigences de performance et de fiabilité, en vue de leur intégration dans le projet global.

Dans un 1er lieu, le document présentera une synthèse des tests. Puis en deuxième partie tout la procédure de test et rapport de chaque test détaillé.

<sup>1</sup> Référence : Gestion de projet, 50 outils pour agir ; F. Bouchaoui, Y. Dentinger, O. Englender ; Vuibert ; 2014. Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel ; J. Bernard-Bousières ; AFNOR ; 2012.

## Table des matières

Avant-propos.....	1
I. Contexte du projet .....	4
A. <i>Situation et description</i> .....	4
B. Besoins et objectifs.....	4
II. Rappel des fonctions .....	5
<b>Synthèse Globale des Tests</b> .....	6
<b>Procédure et Synthèse détaillé des Tests</b> .....	7
III. Liste des équipements pour les tests .....	7
IV. Vérification Électrique générale .....	8
A. Tests Visuelles .....	8
B. Tests de Continuité et courtes circuits.....	8
A. Tests Alimentation.....	8
V. Carte Mère : Système modulaire (FT9-0 & FT9-1).....	9
A. Tests fonctionnement .....	9
VI. Module : Entrée haute impédance et filtrage (FT2-0).....	10
A. Tests fonctionnement .....	10
VII. Module : Régulation du gain (FT2-1).....	12
A. Tests fonctionnement .....	12
VIII. Module : Offset et protection surtension (FT2-1).....	14
A. Tests fonctionnement .....	14
IX. Module : Conversion analogique-numérique (FT3) .....	16
A. Tests fonctionnement .....	16
X. Sous-système d'entrée analogique, Complet.....	17
A. Tests fonctionnement .....	17
XI. Gestion de l'entrée audio numérique MIDI (FT1, FT6).....	18
A. Procédure d'essai .....	18
1. Vérification de l'activation des UARTs .....	18
2. Vérification de la réception des données MIDI.....	18
XII. Gestion de l'ADC.....	20
A. Tests activation des SPI .....	20
B. Tests fonctionnement .....	20
XIII. Sous-système Raspberry Pi 4, Complet .....	21
A. Tests fonctionnement .....	21

## Table des Figures

Figure 1 Pinout module haute impédance .....	10
Figure 2 Filtre : Signal entrée sortie à 20kHz .....	10
Figure 3 Filtre : Signal entrée sortie à 44kHz .....	11
Figure 4 Pinout module Gain .....	12
Figure 5 Gain : Signal entrée sorti, gain 0 .....	12
Figure 6 Gain : Signal entrée sorti, gain ~33 .....	13
Figure 7 Pinout module Offset .....	14
Figure 8 Offset : Signal entrée Offset 1.65V .....	14

## Liste des Tableaux:

Tableau 1 Synthèse globale des tests .....	6
Tableau 2 Synthèse des tests carte Mère .....	9
Tableau 3 Cause et Solutions : dysfonctionnement Carte Mère .....	9
Tableau 4 Synthèse des tests Module Suiveur + Filtre .....	11
Tableau 5 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Suiveur + Filtre .....	11
Tableau 6 Synthèse des tests Module Gain .....	13
Tableau 7 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Gain .....	13
Tableau 8 Synthèse des tests Module Offset .....	15
Tableau 9 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Offset .....	15
Tableau 10 Synthèse des tests sous-système analogique .....	17
Tableau 11 Synthèse des tests Info : Entrée numérique MIDI .....	18
Tableau 12 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Offset .....	19

## I. Contexte du projet

### A. *Situation et description*

Le projet consiste à concevoir et réaliser une table de mixage audio automatique capable de traiter et de synchroniser plusieurs flux audios provenant d'instruments de musique. Ce dispositif sera intégré à l'Orchestrion, un système automatisé conçu pour reproduire les performances d'un orchestre en combinant différents instruments.

Développé dans le cadre de la SAE (Situation d'Apprentissage et d'Évaluation), ce projet sera présenté lors des Journées Portes Ouvertes de l'IUT de Cergy-Pontoise. Il met en avant la conception d'un dispositif électronique physique tout en respectant des contraintes écologiques et économiques.

### B. Besoins et objectifs

L'objectif principal de ce projet est de valoriser les enseignements du BUT GEII (Bachelor Universitaire de Technologie en Génie Électrique et Informatique Industrielle) à travers la création d'une unité de contrôle audio automatisée.

Ce mixeur audio doit permettre :

- Le traitement et la synchronisation de plusieurs sources sonores en temps réel.
- Une intégration optimisée au sein de l'Orchestrion, garantissant une interaction fluide avec les instruments automatisés.
- Une gestion efficace du signal audio tout en maintenant une faible consommation énergétique.

En plus des contraintes techniques, le projet répond également à des enjeux écologiques et économiques, en favorisant l'utilisation de composants optimisés et durables.

## II. Rappel des fonctions

- FT9 : Assurer la fiabilité et la maintenance
    - FT9-0 : Concevoir un système modulaire avec des sous-systèmes indépendants (entrée audio, traitement, interface utilisateur, alimentation).
    - FT9-1 : Garantir la sécurité électrique grâce à une protection contre les surtensions et courts-circuits sur les entrées Analogiques et Numériques.
    - ~~FT9-2 : Garantir la sécurité électrique grâce à une protection contre les surtensions et courts-circuits sur les Alimentations.~~
  - FT2, FT3 : Gérer l'entrée audio analogique
    - FT2-0 : Conditionner le signal analogique via pré amplification et filtrage.
    - FT2-1 : Réguler le gain du signal d'entrée.
    - FT2-2 : Appliquer un décalage (offset) sur le signal analogique AC.
    - FT3 : Convertir le signal analogique en numérique (ADC) avec une résolution minimale de 12 à 16 bits et une fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz.
  - FT1, FT6 : Gérer l'entrée audio numérique
    - FT1-0 : Réceptionner les signaux MIDI.
    - FT6 : Synchroniser les horloges MIDI avec le traitement audio interne.
    - FT1-1 : Convertir les données MIDI en audio grâce à une synthèse numérique.
  - ~~FT5, FT6, FT7, FS1, FS2 : Assurer le traitement numérique du signal et produire un signal sonore~~
    - ~~FT5-0 : Appliquer des algorithmes de filtrage numérique (IIR/FIR) et de mixage pour ajuster les niveaux sonores et ajouter des effets.~~
    - ~~FT5-1 : Gérer le mixage audio en temps réel avec une allocation dynamique des canaux.~~
    - ~~FT7, FS1, FS2 : Fournir une IHM pour la gestion des paramètres de mixage et effets.~~
    - ~~FT6-0 : Restituer le signal audio~~
    - ~~FT6-1 : Fournir une sortie stéréo pour deux haut-parleurs intégrés ou une sortie ligne (non amplifiée).~~
  - ~~FT6-2 : Amplifier le signal audio~~
    - ~~Assurer l'amplification en tension et en courant du signal audio pour une restitution optimale.~~
  - ~~FT8 : Gérer l'alimentation électrique~~
    - ~~Assurer une alimentation via une batterie rechargeable.~~
    - ~~Permettre la recharge via un adaptateur secteur, une alimentation DC.~~
  - ~~FC6, FT9 : Garantir un format compact et une bonne ergonomie~~
    - ~~Concevoir un boîtier robuste et léger, en matériaux résistants aux chocs et adaptés aux manipulations fréquentes.~~
- ~~Optimiser les dimensions pour faciliter le transport et l'intégration dans un setup mobile.<sup>1</sup>~~

---

<sup>1</sup> Les Fonction barrées seront rédigées dans le document de fabrication de sous système

# Synthèse Globale des Tests

Tableau 1 Synthèse globale des tests

Sous-système	Modules Testés	Type de Test	Critères de Validation	Résultats	Actions Correctives
<b>Carte Mère</b>	FT9-0 & FT9-1	Tests de fonctionnement	Bonne modularité et absence de court-circuit	Fonctionnel	Aucune
<b>Entrée Audio Analogique</b>	FT2-0	Test de pré-amplification et filtrage	Amplification correcte, atténuation bruit	Fonctionnel	Aucune
	FT2-1	Test de régulation du gain	Variation du gain conforme aux attentes	Fonctionnel	Aucune
	FT2-2	Test de décalage (offset)	Offset réglable et stable	Fonctionnel	Aucune
	FT3-0	Conversion analogique-numérique (ADC)	Résolution entre 12 et 24 bits, échantillonnage à 44,1 kHz	Non-disponible ou en cours	Aucune
<b>Entrée Audio Numérique</b>	FT1-0	Test de réception MIDI	Réception des messages MIDI sans erreur	Fonctionnel	Aucune
	FT6	Synchronisation horloge MIDI		Non-disponible ou en cours	Aucune
	FT3 -1	Programme Conversion Analogique Numérique		Non-disponible ou en cours	Aucune

Au final, le système est [Fonctionnel / non-fonctionnel / fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].

Le Système est : **Fonctionne en mode dégradé**

# Procédure et Synthèse détaillé des Tests

## III. Liste des équipements pour les tests

### Matériel pour les tests :

- Oscilloscope : Mesure et visualisation des signaux analogiques et numériques.
- Multimètre : Mesure de tensions, courants et résistances.
- Alimentation : Sources de tension stabilisées (+12V, -12V, 5V, 3.3V).
- Générateur de fonctions (GBF) : Génération de signaux test (sinusoïdal, carré, triangulaire).
- Analyseur logique : Capture et analyse des signaux logiques.
- ESP32 : Simulation des instruments numériques.
- Pince brucelle : Manipulation précise de composants électroniques.
- Sondes d'oscilloscope : Connexion des circuits pour visualisation des signaux.
- Câbles pour les alimentations : Connexions entre les équipements de test et le circuit.

### Matériel pour actions correctives :

- Plaque de prototypage (Plaque lab) : Montage rapide de circuits pour corrections.
- Pince à couper : Coupe précise des fils et composants.
- Cutter de précision : Ajustements fins et modifications de circuit.
- Fer à souder : Assemblage de composants électroniques.
- Etain : Matériau pour la soudure des connexions.
- Tresse à dessouder : Retrait de soudure pour corrections.
- Pompe à dessouder : Extraction de l'étain en excès.



## IV. Vérification Électrique générale

Cette vérification doit être réalisée sur tous les circuits de la table de mixage pour garantir leur bon fonctionnement avant l'assemblage final.

### A. Tests Visuelles

#### Procédure d'essai :

- Inspection visuelle détaillée de la carte mère sous lumière directe.
- Vérification des soudures des composants pour détecter toute anomalie (fissures, soudures froides, etc.).
- Vérification de la présence et de l'intégrité des connecteurs et composants montés sur la carte (résistances, condensateurs, CI, etc.).
- Vérification des marquages et des références des composants pour s'assurer qu'ils correspondent aux spécifications du circuit.

#### Critères de validation :

- Aucune soudure défectueuse.
- Connecteurs et composants en bon état et correctement positionnés.

### B. Tests de Continuité et courtes circuits

#### Procédure d'essai :

- Utiliser un multimètre en mode test de continuité pour vérifier que toutes les liaisons électriques entre les différents composants sont intactes.
- Tester les points d'alimentation pour vérifier qu'il n'y a pas de court-circuit entre les rails d'alimentation (GND, +12V, -12V, 5V et 3.3V).
- Vérifier qu'il n'y a pas de connexions inattendues entre les différentes pistes ou composants.

#### Critères de validation :

- Aucune continuité n'est détectée sur les pistes qui ne devraient pas être connectées.
- Aucune présence de court-circuit entre les différents rails d'alimentation.

### A. Tests Alimentation

Vérifier les tensions aux différents points de mesure sur la carte (points de test : -12V, +12V, 5V, 3.3V).

## V. Carte Mère : Système modulaire (FT9-0 & FT9-1)

La carte mère sert de base pour interconnecter les différents modules du mixeur audio et fournir les connecteurs d'entrée pour les signaux. Elle assure la liaison entre les modules tout en garantissant la protection contre les surtensions et courts-circuits.

### A. Tests fonctionnement

#### Procédure d'essai :

- Simuler des signaux analogiques de 1Vpp sur les connecteurs analogiques et des signaux numériques de 0-3.3V sur les connecteurs d'entrée numériques.
- Vérifier les signaux aux points clés du circuit pour s'assurer que les modules interagissent correctement (les entrées et sorties des connecteurs sont bien connectées entre elles).
- Augmenter la tension du signal analogique jusqu'à 4Vpp en entrée, puis tester les sorties des protections pour vérifier que la tension en sortie ne dépasse pas 3.3V.

#### Critères de validation :

- Les signaux doivent être conformes aux attentes à chaque point de test.
- Aucun dysfonctionnement ne doit être détecté dans l'interaction entre les modules et la carte mère.

Tableau 2 Synthèse des tests carte Mère

Type de Test	Précision	Etat
Structurelle	Vérification Électrique générale	Non-disponible ou en cours
Fonctionnel	Test réception des signaux d'entrées	Non-disponible ou en cours
Fonctionnel	Test Protection électriques	Non-disponible ou en cours

Au final, le circuit est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].

Le Système est : Non-disponible ou en cours = Non-fonctionnel

Tableau 3 Cause et Solutions : dysfonctionnement Carte Mère

Cause racine d'un dysfonctionnement	Solution corrective à un dysfonctionnement
Une cause fréquente de dysfonctionnement sur la carte mère peut être l'absence de via pour relier les pistes d'un côté de la carte à l'autre.	Souder un fil à la place des vias manquants pour établir correctement la connexion entre les pistes.

## VI. Module : Entrée haute impédance et filtrage (FT2-0)

Le module Entrée haute impédance et filtrage est conçu pour fournir une entrée à haute impédance tout en filtrant ou atténuant les fréquences indésirables ou parasites.

### A. Tests fonctionnement

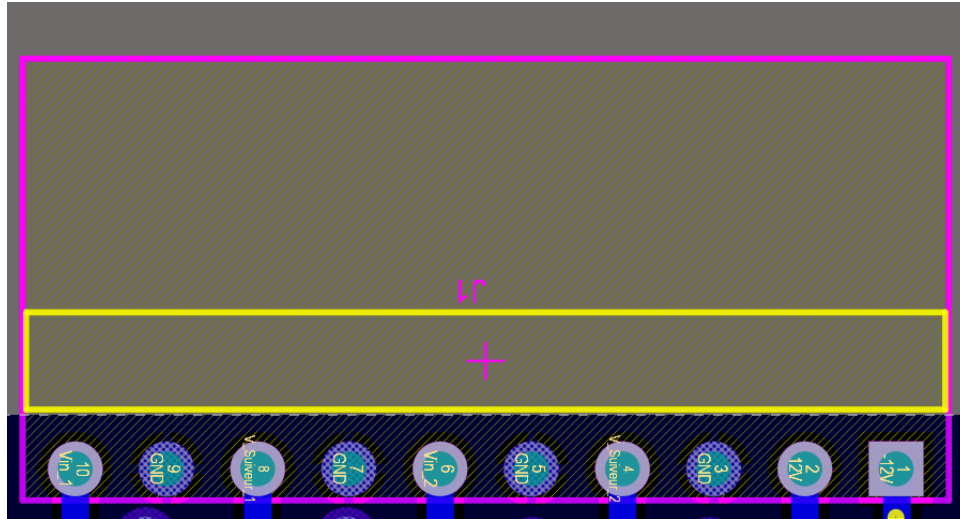


Figure 1 Pinout module haute impédance

### Alimentation et Configuration de Test :

Sur une plaque lab alimenter la carte en +12V, -12V et GND sur les pins correspondants.

### Procédure de Test :

- Appliquer un signal de 1Vpp avec une fréquence de 1 kHz sur l'entrée Vin\_1 à l'aide d'un Générateur de Basse Fréquence (GBF).
- Mesurer le signal à la sortie avec un oscilloscope. Le signal de sortie doit être identique au signal d'entrée, avec un léger déphasage.
- Varier la fréquence jusqu'à 20 kHz. L'atténuation doit être de -1 dB.



Figure 2 Filtre : Signal entrée sortie à 20kHz

- Augmenter la fréquence jusqu'à 44 kHz. L'atténuation doit être supérieure ou égale à -6 dB.

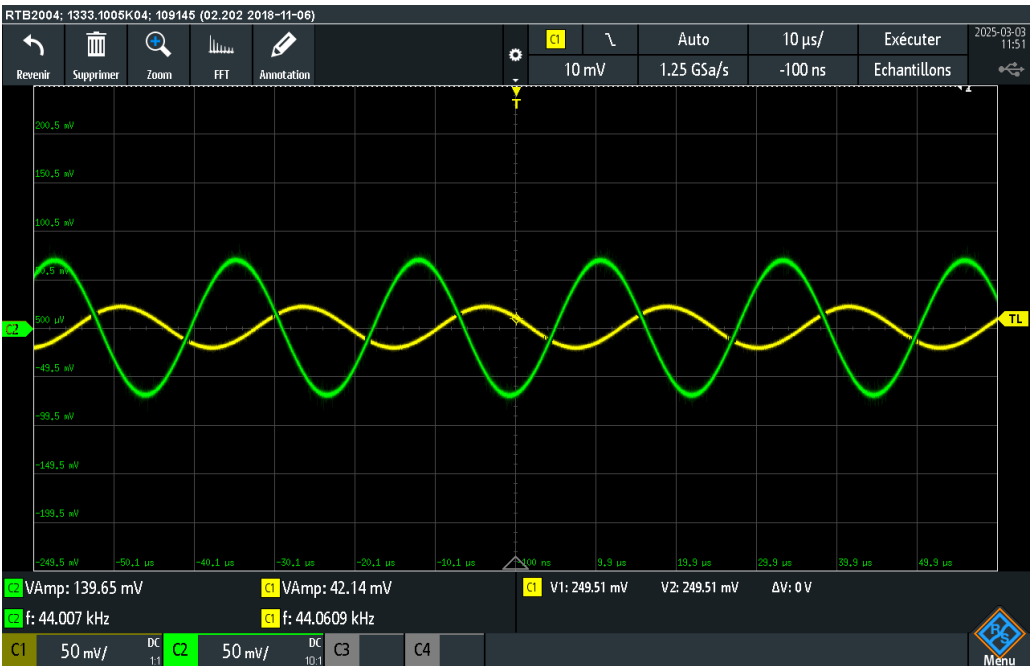


Figure 3 Filtre : Signal entrée sortie à 44kHz

Répétez la même procédure avec voie 2.

Tableau 4 Synthèse des tests Module Suiveur + Filtre

Type de Test	Précision	Etat
Structurelle	Vérification Electrique générale :	Fonctionnel
Fonctionnel	Test avec fréquence 20kHz, petite atténuation (-1dB)	Fonctionnel
Fonctionnel	Test avec fréquence 44kHz, petite attenuation (-6dB)	Fonctionnel

Au final, le circuit est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].

Le Système est : **Fonctionnel**

Tableau 5 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Suiveur + Filtre

Cause racine d'un dysfonctionnement	Solution corrective à un dysfonctionnement
AOP défectueux affectant la gestion du signal et la réponse en fréquence	Remplacer l'AOP défectueux par un nouveau composant fonctionnel. Tester à nouveau le module pour vérifier la performance du signal.

## VII. Module : Régulation du gain (FT2-1)

Le module de filtrage gain est conçu pour pouvoir régler l'amplitude de notre signal manuellement à l'aide d'un potentiomètre.

### A. Tests fonctionnement

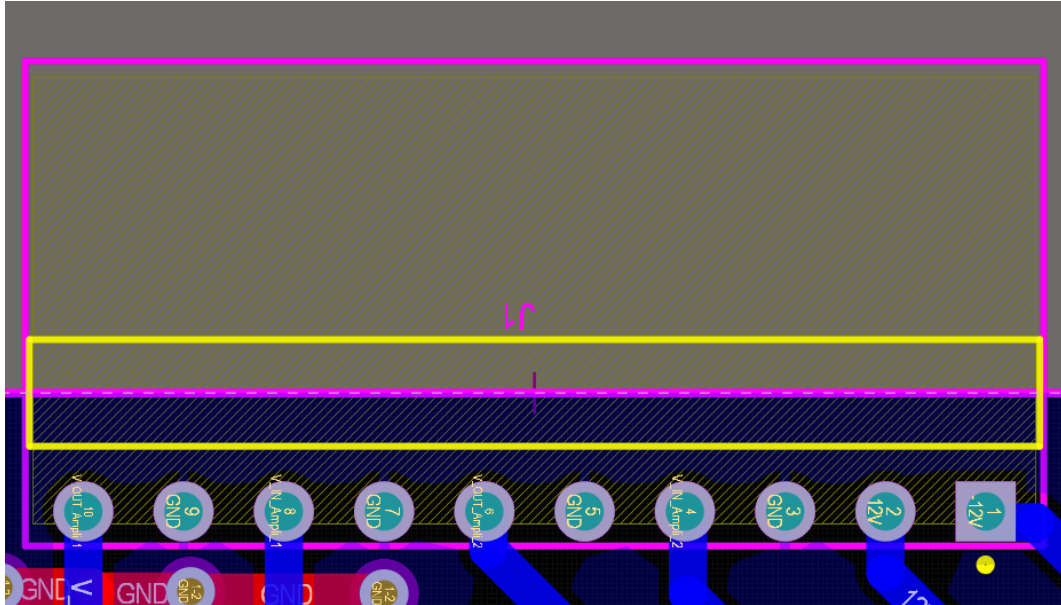


Figure 4 Pinout module Gain

#### Alimentation et Configuration de Test :

- Sur une plaque lab alimenter la carte en +12V, -12V et GND sur les pins correspondants.

#### Procédure de Test :

- Appliquer un signal de 100 mVpp sur l'entrée V\_IN\_Ampli\_1 à l'aide d'un Générateur de Basse Fréquence (GBF).
- Mesurer le signal à la sortie sur le pin V\_OUT\_Ampli\_1 avec un oscilloscope.
- Régler le potentiomètre de la voie 1 à son minimum, la valeur en sortie doit être de 0V.



Figure 5 Gain : Signal entrée sorti, gain 0.

- Tourner progressivement le potentiomètre pour faire varier le gain et suivre l'amplitude du signal sur l'oscilloscope.
- Lorsque le potentiomètre est réglé à son maximum, l'amplitude en sortie doit être de 3.3Vpp, ce qui correspond à un gain d'environ 33.

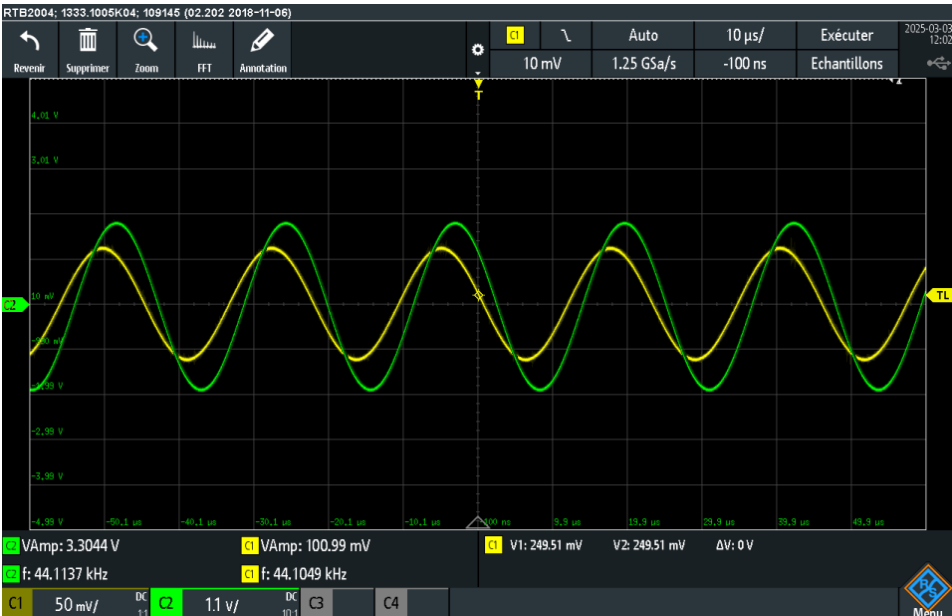


Figure 6 Gain : Signal entrée sorti, gain ~33

Répéter la même procédure pour la voie 2.

Tableau 6 Synthèse des tests Module Gain

Type de Test	Précision	Etat
Structurelle	Vérification Electrique générale :	Fonctionnel
Fonctionnel	Gain minimum de 0	Fonctionnel
Fonctionnel	Gain maximum de 33	Fonctionnel

Au final, le circuit est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].

Le Système est : Fonctionnel

Tableau 7 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Gain

Cause racine d'un dysfonctionnement	Solution corrective à un dysfonctionnement
AOP défectueux affectant la gestion du signal et la réponse en fréquence	Remplacer l'AOP défectueux par un nouveau composant fonctionnel. Tester à nouveau le module pour vérifier la performance du signal.
Potentiomètres dysfonctionnels ou mal branchés	Vérifier les connexions des potentiomètres et les tester. Si nécessaire, remplacer les potentiomètres défectueux.

## VIII. Module : Offset et protection surtension (FT2-1)

Le module d'offset et de protection surtension permet d'ajouter un offset au signal et de limiter la tension maximale de sortie à 3.3V.

### A. Tests fonctionnement

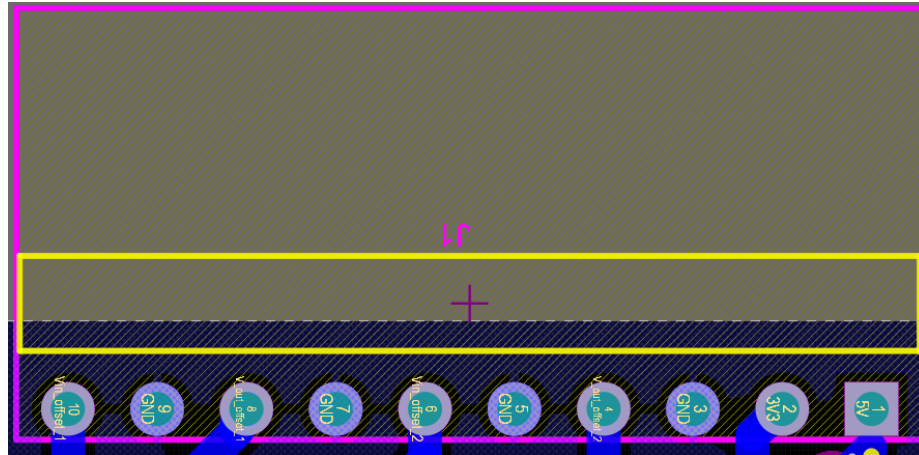


Figure 7 Pinout module Offset

#### Alimentation et Configuration de Test :

- Sur une plaque lab, alimenter la carte en +5V, +3.3V et GND sur les pins correspondants.

#### Procédure de Test :

- Appliquer un signal de 100 mVpp sur l'entrée Vin\_offset\_1 à l'aide d'un Générateur de Basse Fréquence (GBF).
- Mesurer le signal à la sortie sur le pin Vout\_offset\_1 avec un oscilloscope.
- Le signal doit être centré sur 1.65V. Si nécessaire, ajuster le potentiomètre pour atteindre 1.65V.
- Faire varier le signal d'entrée jusqu'à 4Vpp. En sortie, la tension doit être clampée entre 0V et 3.3V.



Figure 8 Offset : Signal entrée Offset 1.65V.

Répéter la même procédure pour la voie 2.

Tableau 8 Synthèse des tests Module Offset

Type de Test	Précision	Etat
Structurelle	Vérification Electrique générale :	Fonctionnel
Fonctionnel	Signal centré sur 1.65V	Fonctionnel
Fonctionnel	Signal d'entrée varié jusqu'à 4Vpp, tension clampée entre 0V et 3.3V	Fonctionnel

Au final, le circuit est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].

Le Système est : **Fonctionnel**

Tableau 9 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Offset

Cause racine d'un dysfonctionnement	Solution corrective à un dysfonctionnement
AOP défectueux affectant la gestion du signal et la réponse en fréquence	Remplacer l'AOP défectueux par un nouveau composant fonctionnel. Tester à nouveau le module pour vérifier la performance du signal.
Régulateur de tension ou montage diviseur de tension dysfonctionnels ou mal branchés	Vérifier les connexions des régulateurs de tension ou du diviseur de tension. Si nécessaire, remplacer les composants défectueux.



## IX. Module : Conversion analogique-numérique (FT3)

### A. Tests fonctionnement

Module en  
development

## X. Sous-système d'entrée analogique, Complet

### A. Tests fonctionnement

#### Procédure d'essai :

- **Alimentation des modules** : Vérifier que tous les modules sont alimentés avec les bonnes tensions (+12V, -12V, 5V, 3.3V, GND).
- Appliquer un signal d'entrée de **100 mVpp à 2 kHz** sur l'entrée du module Suiveur.
- Connecter la sortie du module Suiveur à l'entrée du module Gain.
- Régler le gain du module Gain au maximum (le gain doit être d'environ 33).
- Connecter la sortie du module Gain à l'entrée du module Offset.
- Vérifier les caractéristiques du signal en sortie du module Offset.
- Faites varier la fréquence jusqu'à que  $f > 44\text{kHz}$ . En sortie le signal doit être atténué.

#### Critères de validation pour le module Offset :

- **Amplitude de 3.3 Vpp.**
- **Signal positif**, centré autour de 1.65V (avec offset).
- **Tension clampée entre 0V et 3.3V** lorsque le signal d'entrée varie jusqu'à 4Vpp.

Tableau 10 Synthèse des tests sous-système analogique

Type de Test	Précision	Etat
Structurelle	Vérification Electrique générale :	Fonctionnel
Fonctionnel	Amplitude 3.3V	Fonctionnel
Fonctionnel	Signal positif centré sur 1.65V	Fonctionnel
Fonctionnel	Tension clampée entre 0V et 3.3V	Fonctionnel
Fonctionnel	Atténuation du signal à $f > 20\text{kHz}$	Fonctionnel
Fonctionnel	Module ADC	Non-disponible ou en cours

- Au final, le circuit est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].
- Le Système est : Fonctionnel en mode dégradé

## XI. Gestion de l'entrée audio numérique MIDI (FT1, FT6)

### A. Procédure d'essai

#### 1. Vérification de l'activation des UARTs

- Allumer la Raspberry Pi.
- Brancher un clavier et une souris.
- Ouvrir un terminal et entrer les commandes suivantes :

```
raspi-gpio get | grep -i "TX"
raspi-gpio get | grep -i "RX"
```

- Analyser la sortie pour vérifier si les UARTs requis sont activés.

```
admin@raspberrypi:~ $ raspi-gpio get | grep -i "RX"
GPIO 1: level=1 alt=4 func=RXD2 pull=UP
GPIO 5: level=1 alt=4 func=RXD3 pull=UP
GPIO 9: level=1 alt=4 func=RXD4 pull=UP
GPIO 13: level=1 alt=4 func=RXD5 pull=UP
GPIO 15: level=1 alt=5 func=RXD1 pull=UP
admin@raspberrypi:~ $ raspi-gpio get | grep -i "TX"
GPIO 0: level=1 alt=4 func=TXD2 pull=NONE
GPIO 4: level=1 alt=4 func=TXD3 pull=NONE
GPIO 8: level=1 alt=4 func=TXD4 pull=NONE
GPIO 12: level=1 alt=4 func=TXD5 pull=NONE
GPIO 14: level=1 alt=5 func=TXD1 pull=NONE
```

#### 2. Vérification de la réception des données MIDI

Deux méthodes sont disponibles :

- Bouclage TX/RX : Brancher le TX d'un UART sur le RX du même UART, envoyer des données sur TX et vérifier leur réception sur RX.
- Simulation d'un instrument MIDI avec ESP32 (Méthode retenue) :
  - Utiliser une carte ESP32 ou toute carte compatible Arduino avec un niveau logique de 3.3V et un UART.
  - Brancher le TX de l'ESP32 sur le RX de la Raspberry Pi sur le port désiré.
  - Télécharger le programme ESP32MIDI disponible sur GitHub (sera prochainement publié sur GitLab) :
    - [https://github.com/A-s-a-d/MIDI\\_and\\_audio\\_Keypad](https://github.com/A-s-a-d/MIDI_and_audio_Keypad)
  - Flasher le programme sur l'ESP32 et le démarrer.
  - Lancer le programme de réception des données sur l'UART de la Raspberry Pi en utilisant le même port que l'ESP32.
  - Vérifier la réception des données envoyées depuis l'ESP32 en utilisant un logiciel de terminal série (Tera Term, Putty ou Screen).

Tableau 11 Synthèse des tests Info : Entrée numérique MIDI

Type de Test	Précision	Etat
Fonctionnel	Activation des UARTs et vérification des signaux TX/RX	Fonctionnel
Fonctionnel	Transmission et réception des données MIDI via ESP32	Fonctionnel
Fonctionnel	Intégration et communication avec logiciel de test	Non-disponible ou en cours

- Au final, le système est [Fonctionnel / Non-fonctionnel / Fonctionne en mode dégradé / Non-disponible ou en cours].
- Le Système est : Fonctionnel en mode dégradé

Tableau 12 Cause et Solutions : dysfonctionnement Module Offset

Cause racine d'un dysfonctionnement	Solution corrective à un dysfonctionnement
Problème de communication sur UART1	UART0 est activé, modifier le fichier /boot/firmware/config.txt et désactiver UART0 si nécessaire
Données corrompues	Vérifier la configuration de la vitesse de transmission (baud rate)
Aucun signal MIDI reçu	Utiliser un logiciel de surveillance série pour diagnostiquer

## XII. Gestion de l'ADC

### A. Tests activation des SPI

Vérification de la communication SPI

Test de l'initialisation des périphériques ADC

### B. Tests fonctionnement

Vérification des conversions analogique-numérique

Validation de l'acquisition des signaux

En développement

### XIII. Sous-système Raspberry Pi 4, Complet

#### A. Tests fonctionnement

Validation de l'exécution des programmes

Vérification de la communication avec les autres modules

En développement