

Conception et réalisation d'un Stylophone électronique

GEN-363-09 CAO ÉLECTRIQUE - H2026

YAO WILFRIED BROU



Introduction

Le stylophone est un instrument de musique électronique inventé en 1967 par Brian Jarvis, qui produit des notes lorsqu'un stylet entre en contact avec des surfaces métalliques. Dans ce projet, une version analogique a été conçue à l'aide d'un circuit reposant sur des amplificateurs opérationnels TL074 formant un oscillateur, alimenté par une source symétrique obtenue grâce au convertisseur TC7660. La génération des notes est assurée par un réseau de résistances fixes, tandis qu'un potentiomètre permet l'ajustement du signal. Le son est ensuite amplifié par un étage utilisant des transistors 2N3904 et 2N3906, puis transmis à un haut-parleur via un condensateur de couplage, permettant ainsi de reproduire le fonctionnement du stylophone à l'aide d'un circuit imprimé complet.

Objectifs

- Reproduire le schéma de référence électrique du Stylophone
- Réaliser un circuit imprimé à deux couches
- Calculer les valeurs des résistances pour chaque note.
- Implémenter un clavier de deux octaves
- Valider le fonctionnement du circuit
- Assigner les empreintes des composants
- Effectuer la revue de conception.

Problématique

Comment concevoir un stylophone électronique capable de produire des notes musicales précises à l'aide d'un oscillateur analogique et d'un réseau de résistances, tout en respectant les contraintes de conception d'un circuit imprimé (PCB) et l'intégration des composants ?

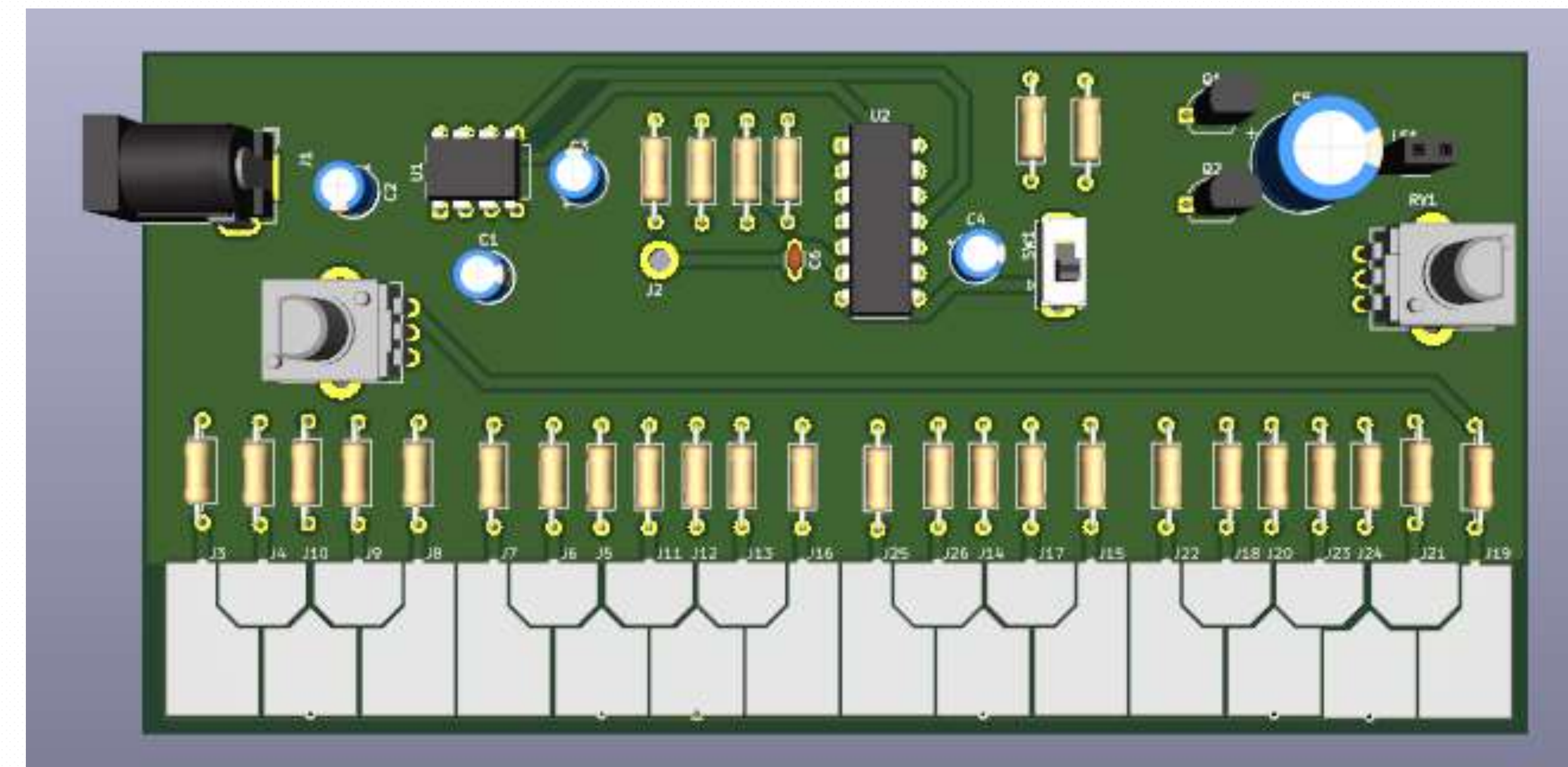


Figure 2: Schématisation 3D du PCB

Méthodologie et concepts développés

- Analyse du fonctionnement du stylophone analogique et des documents de référence.
- Étude des amplificateurs opérationnels TL074 utilisés pour réaliser un oscillateur (trigger de Schmitt et intégrateur).
- Analyse du convertisseur de tension TC7660 pour la génération de l'alimentation symétrique ± 5 V.
- Calcul des valeurs des résistances du clavier (2 octaves) à partir des fréquences musicales à l'aide d'un tableur Excel.
- Sélection des composants électroniques (résistances, condensateurs, transistors 2N3904/2N3906, potentiomètre, haut-parleur).
- Conception du schéma électrique dans KiCad avec vérification des règles électriques (ERC).
- Validation des empreintes et des modèles 3D des composants.
- Conception du circuit imprimé à deux couches : placement des composants, routage des pistes et respect des règles de conception (DRC).
- Génération des fichiers de fabrication (Gerber) et visualisation 3D du PCB.
- Assemblage du circuit et validation du fonctionnement du stylophone.
- Identification et correction d'une erreur de conception sur l'amplificateur U2B (TL074) : inversion des entrées (+/-), nécessitant la modification des connexions et l'ajustement du circuit de rétroaction avec le condensateur C8 (0.1 μ F).

Résultat

- Le circuit du stylophone a été conçu et validé avec succès.
- L'oscillateur génère un signal permettant la production de différentes notes musicales.
- Le clavier de deux octaves fonctionne correctement grâce au réseau de résistances calculé.
- Le signal est amplifié par l'étage push-pull à transistors 2N3904 et 2N3906.
- Le son est correctement transmis au haut-parleur via un condensateur de couplage.
- Les vérifications ERC et DRC du schéma et du PCB ont été complétées avec succès.
- La visualisation 3D du circuit confirme la bonne intégration des composants.

Suites à donner au projet:

- Ajouter un amplificateur audio dédié (ex: LM386) pour améliorer la qualité sonore
- Intégrer un potentiomètre de volume pour un meilleur contrôle du son
- Optimiser le circuit pour réduire les erreurs de conception et faciliter l'assemblage
- Ajouter des fonctionnalités supplémentaires (effets sonores, filtres ou modulation)
- Réaliser une version plus compacte et mieux intégrée du Stylophone

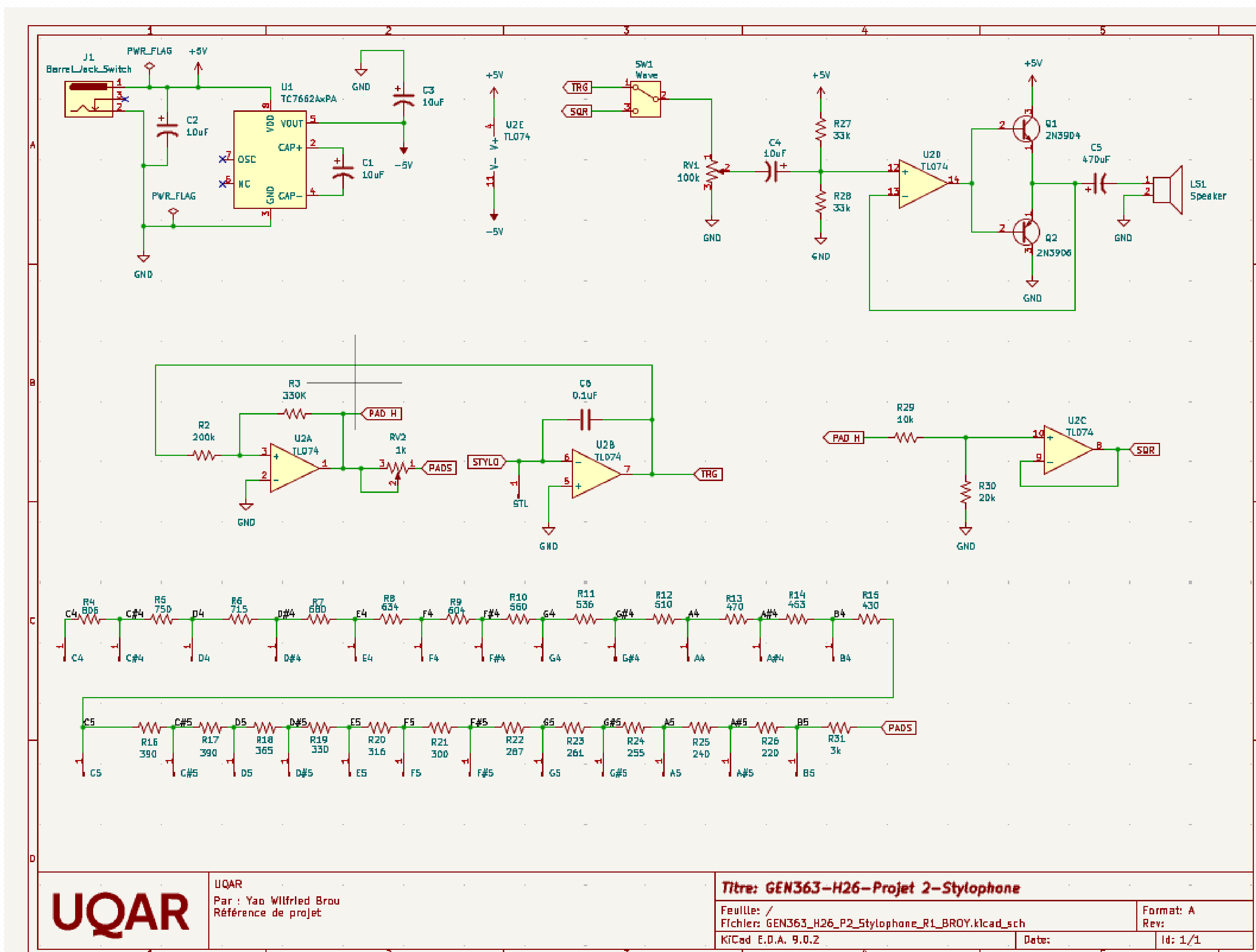


Figure 1: Circuit de conception

Bibliographie

- Notes de cours GEN363-CAO Électrique
- Datasheet TL074/TL071 (Amplificateur opérationnel)
- Datasheet TC7660 (convertisseur de tension)
- Tables des fréquences des notes musicales
- Documentation Kicad (schéma et PCB)