

(EE-380) ELECTRONIQUE, LABO

RAPPORT

Télécommande à 1 canal par infrarouge

Auteurs:

SPIELER Michael
ROUSSET Vianney

Professeur:

DÉCURNEX André

13 juin 2017

1 Introduction

Le but est de concevoir un système d'émission - réception infrarouge avec adressage permettant d'enclencher et déclencher un relais optique.

2 Structure générale et principe

Le système est divisé en 5 étages pour faciliter le développement et la testabilité :

Générateur de signal	Générateur de salves espacées de $\tau = 100\text{ms}$ formée par n_{pulse} impulsions de durée $t_0 = 100\mu\text{s}$ avec une période $T_0 = 1\text{ms}$.
LED driver	Sortie de puissance qui contrôle la LED IR.
Récepteur	Récepteur IR avec amplification et filtrage. La sortie est le signal digital des impulsions.
Décodeur	Circuit logique de décodage du nombre d'impulsions. La sortie est une impulsion de $t_{true} = 5\text{ms}$ pour chaque salve correcte reçue.
Sortie	Circuit de détection d'interruption du signal avec commutation et du relais optique.

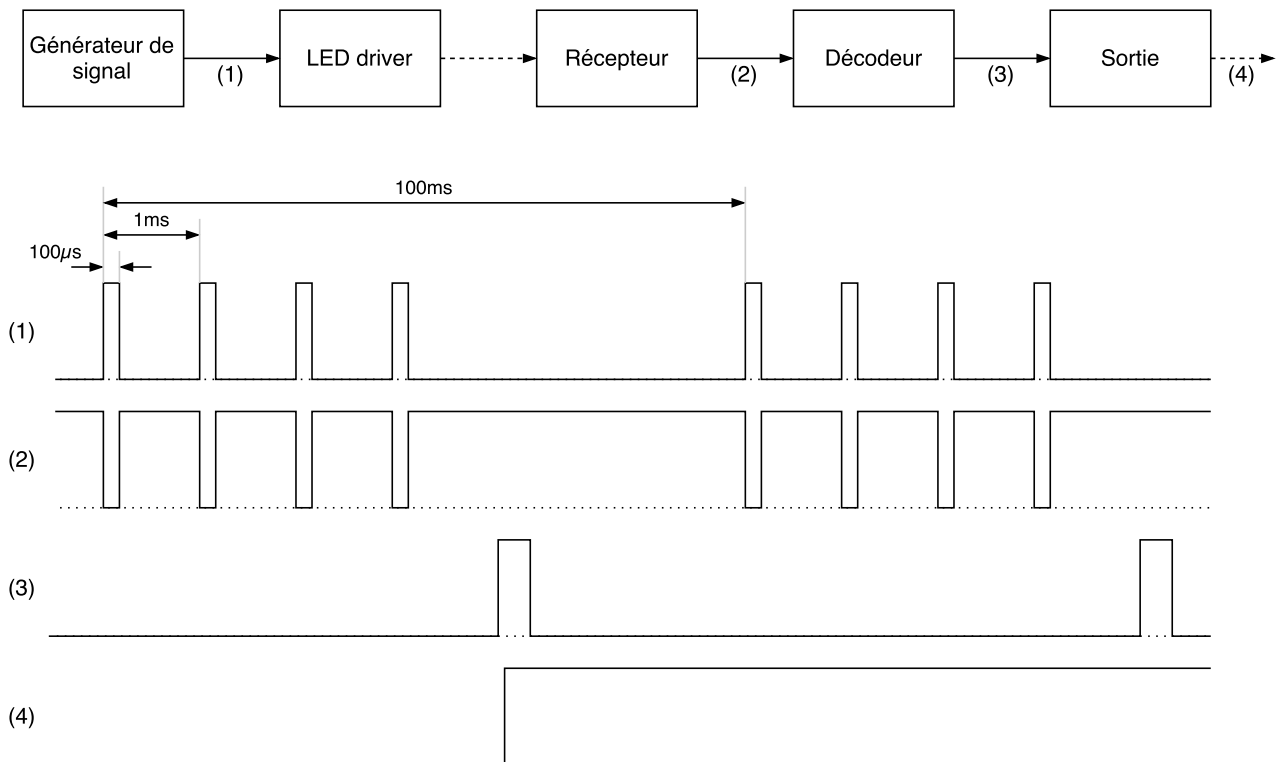


FIGURE 1 – Schéma bloc du système avec signaux

3 Notation et nomenclature

n_{pulse}	Nombre d'impulsion dans une salve (addressage)	13
t_0	Durée high d'une impulsion	0.1 ms
T_0	Période des impulsions	1.0 ms
D_0	Duty cycle dans une salve	10%
τ	Période des slaves	0.1 s
t_{miss}	Durée pour la détection d'une impulsion manquante	1.8 ms
t_{true}	Durée signal une salve correcte	5 ms

4 Dimensionnements

4.1 Signal

Le nombre d'impulsions n_{pulse} a été fixé arbitrairement à 13. La période et le duty-cycle des impulsions sont dictés par ce que la LED infrarouge peut supporter (c.f. 4.3).

4.2 Générateur de signal

Le générateur de signal génère dans OUTPUT des salves de $n_{pulses} = 13$ à une période $\tau = 0.1$ s en active high tant que celui-ci est alimenté à 3V. Les impulsions dans les salves ont une durée high $t_0 = 0.1$ ms et une période $T_0 = 1.0$ ms. Le nombre d'impulsions et les durées ne sont pas garanties lorsque l'alimentation est retirée.

Pulse timer

Génère des impulsions à hautes fréquences tant qu'il n'est pas RESET. Il est formé d'un timer TLC555 en configuration bascule astable. Les dimensionnements sont fait selon le datasheet [3] avec une capacité $C16 = 100$ nF choisie petite pour la simplicité et la limitation de la consommation.

$$\begin{cases} t_0 = 0.693(R20 + R23)C16 \\ T_0 = 0.693(R20 + 2R23)C16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R20 = 12 \text{ k}\Omega \\ R23 = 1.5 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

fig/pulse_timer.pdf

Down counter

Compte le nombre d'impulsions reçues depuis son dernier RESET et maintient le RESET du pulse timer le bloquant ainsi lorsque n_{pulse} impulsions ont été reçues. Il est formé d'un compteur HEF4526B [4].

Burst timer

Réinitialise le down counter à une période $\tau = 0.1$ s pour recommencer une salve. Il est formé d'un timer TLC555 en configuration bascule astable. Les dimensionnements sont fait selon le datasheet [3] avec une capacité $C10 = 100$ nF choisie petite pour la simplicité et la limitation de la consommation. La durée high doit être plus grand que la durée durée d'une salve.

$$\begin{cases} \tau = 0.693(R13 + 2R19)C10 \\ n_{pulse} * \frac{T_0}{\tau} < \frac{R13 + R19}{R13 + 2R19} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R13 = 556 \text{ k}\Omega \\ R19 = 467 \text{ k}\Omega \end{cases}$$

fig/burst_timer.pdf

Logic

Assure les conditions logiques sur les signaux. Il est formée d'un quadruple 2-input NOR HEF4001 [5].

4.3 LED driver

Le LED driver allume la LED infrarouge lorsque LED_SIGNAL est high. Il assure une bonne émission de la LED sans l'endommager si le signal de 3V a une période $T_0 = 1$ ms avec un duty-cycle $D_0 = 10\%$.

La LED est une LD271(H). Selon son datasheet [1], celle-ci accepte 1 A durant 0.1 ms toutes les 1.0 ms. Ce sont ses valeurs qui ont dicté le choix du signal. Le courant est limité par la résistance $R14 = 1 \Omega$. La tension au borne de la résistance $R14$ a été mesurée pour vérifier que le courant dans la LED ne dépasse pas 1 A. L'alimentation se fait par le transistor NMOS IRLU8259[6] avec une faible tension Drain-Source.

La capacité de découplage est dimensionnée pour limiter la baisse de tension à 0.3V pendant une impulsion de durée $t_0 = 0.1$ ms pour assurer la puissance de l'émission.

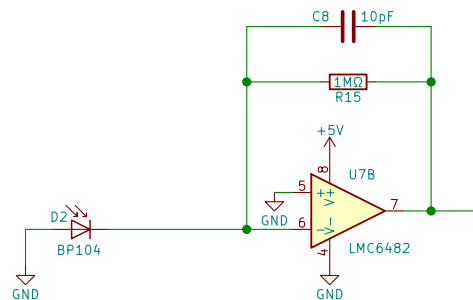
$$C7 \geq \frac{I_{max} * t_0}{\Delta V_{max}} = \frac{1 \text{ A} * 100 \mu\text{s}}{0.3 \text{ V}} = 333 \mu\text{F} \Rightarrow 470 \mu\text{F}$$

4.4 Récepteur et filtrage

Cet étage est composé de 3 sous-étages en série.

Convertisseur

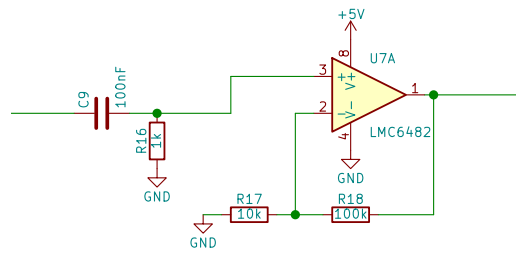
La photodiode génère un petit courant qui est converti en une tension par l'amplificateur opérationnel LMC6482[7]. La résistance $R15$ définit le gain et est assez élevée car le courant est relativement faible. Dans les conditions de test, une valeur de $1 \text{ M}\Omega$ donnait les meilleurs résultats. En outre, la capacité $C8 = 10 \text{ pF}$ filtre le bruit de haute fréquences d'ordre de 100 kHz.



Amplificateur

Convertit le petit courant de la diode en tension tout en appliquant un filtre passe-bas.

wrong text at "Amplificateur"



Schmitt trigger

Génère un signal carré avec 2 seuils : $V_+ = 4.05\text{ V}$ et $V_- = 2.02\text{ V}$. Les valeurs de ces seuils ont été choisis arbitrairement pour être comprises entre 0 V et 5 V et supérieures au bruit. Le choix des résistances ayant un degré de liberté, celles-ci ont été choisies relativement grandes pour diminuer la consommation. La résistance $R21$ n'est qu'une résistance de pull-up choisie à $10\text{ k}\Omega$.

R21 vraiment utiles ?

$$\begin{cases} V_+ = \frac{1}{1 + \frac{R9 \cdot R11}{R10 \cdot (R9 + R11)}} \\ V_- = \frac{1}{1 + \frac{R9 \cdot (R10 + R11)}{R10 \cdot R11}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R9 = 4.7\text{ k}\Omega \\ R10 = 10.0\text{ k}\Omega \\ R11 = 4.7\text{ k}\Omega \end{cases}$$

fig/pulse_timer.pdf

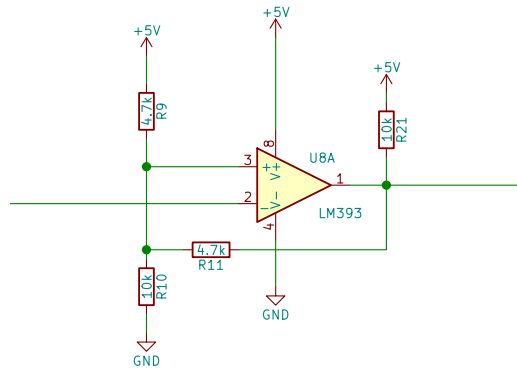
Down counter

Compte le nombre d'impulsions reçues depuis son dernier RESET et maintient le RESET du pulse timer le bloquant ainsi lorsque n_{pulse} impulsions ont été reçues. Il est formé d'un compteur HEF4526B [4].

Burst timer

Réinitialise le down counter à une période $\tau = 0.1\text{ s}$ pour recommencer une salve. Il est formé d'un timer TLC555 en configuration bascule astable. Les dimensionnements sont fait selon le datasheet [3] avec une capacité $C10 = 100\text{ nF}$ choisie petite pour la simplicité et la limitation de la consommation. La durée high doit être plus grand que la durée durée d'une salve.

$$\begin{cases} \tau = 0.693(R13 + 2R19)C10 \\ n_{pulse} * \frac{T_0}{\tau} < \frac{R13 + R19}{R13 + 2R19} \end{cases}$$



4.5 Décodeur

Le décodeur à 3 fonctions :

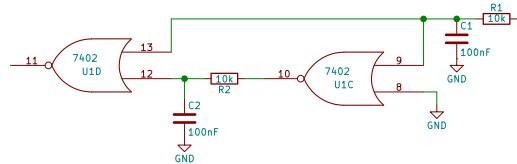
Down counter

Signal si n_{pulse} impulsions ont été reçues par la tension d'entrée depuis son dernier RESET.

Missing pulse detector

Signal et reset le down counter après un certain $t_{true} = 5$ ms délais si la tension d'entrée est maintenue *high* pendant au moins $t_{miss} = 1.8$ ms après la fin d'une impulsion. La durée t_{miss} a été arbitrairement choisie pour être supérieure à $t_0 = 1$ ms mais inférieure à $2t_0$. Les dimensionnements sont fait selon le datasheet [3] avec une capacité $C3 = 100$ nF choisie petite pour la simplicité et la limitation de la consommation.

$$t_{miss} = R7 * C3 \Rightarrow R7 = 18k\Omega$$



Logic

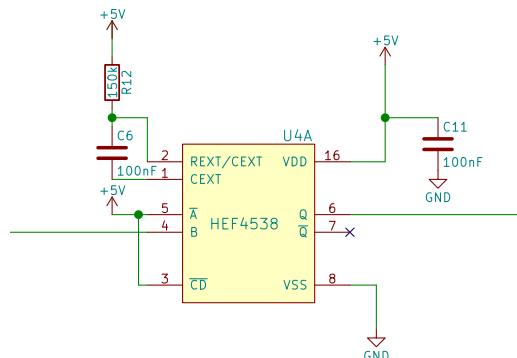
Met OUTPUT à high si les conditions d'une salve correcte sont remplies. Si n_{pulse} impulsions ont été reçues et que une impulsion manquante est signalée, alors OUTPUT est mis à high.

La logique de sortie est réalisée en NOR gate comme suivant:

$$\begin{aligned} \text{Sortie} &= \text{"bon nombre d'impulsions"} \wedge \text{"fin de salve"} \\ &= \overline{\overline{\text{"bon nombre d'impulsions"}} \vee \overline{\text{"fin de salve"}}} \end{aligned}$$

4.6 Sortie

Détecteur d'interruption TODO: valeurs de R et C



Commutateur

TODO: Ce D-flip-flop qui toggle la LED chaque flanc montant...

Relais

Le relais optique est simulé par une LED rouge standard avec un courant de 20 mA et une tension directe d'environ 1.8 V. Pour alimenter la LED on a choisi le transistor bipolaire NPN BC107 avec une résistance en série pour limiter le courant. Le BC107 a une tension V_{CEsat} de 0.25 V pour un courant de 10 mA. En estimant une V_{CEsat} de 0.30 V pour un courant de 20 mA:

$$R_{LED} = (5V - V_{CEsat} - V_{forward}) / 20mA = 145 \Omega \Rightarrow 150 \Omega$$

4.7 Mesures

Dans figure 3 on voit le fonctionnement du détecteur avec différent nombres d'impulsions. Dans la mesure au milieu le décodeur détecté correctement les 13 impulsions et la combinaison logique du signal du détecteur d'impulsion manquant et du compteur d'impulsion donne un signal de sortie (en vert). Dans le cas où le mauvais nombre d'impulsions (12 impulsions dans la mesure à gauche et 14 impulsions à droite) arrive à l'entrée il n'y a pas de signal à la sortie.

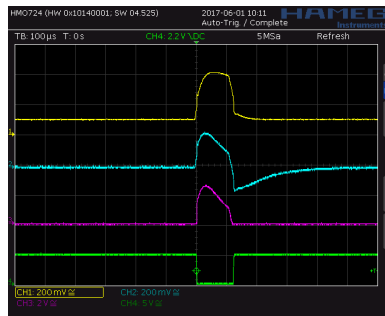


FIGURE 2 – ■ Conversion courant-tension, ■ Filtre passe-haut, ■ Signal 10x amplifié, ■ Schmitt trigger output

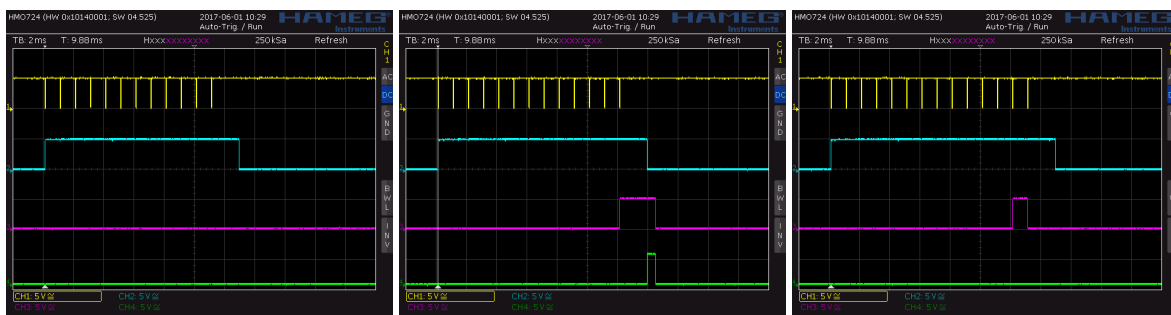


FIGURE 3 – ■ Signal d'entrée, ■ Détecteur d'impulsion manquant, ■ Compteur d'impulsions, ■ Sortie

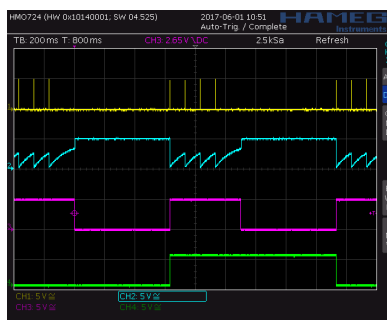
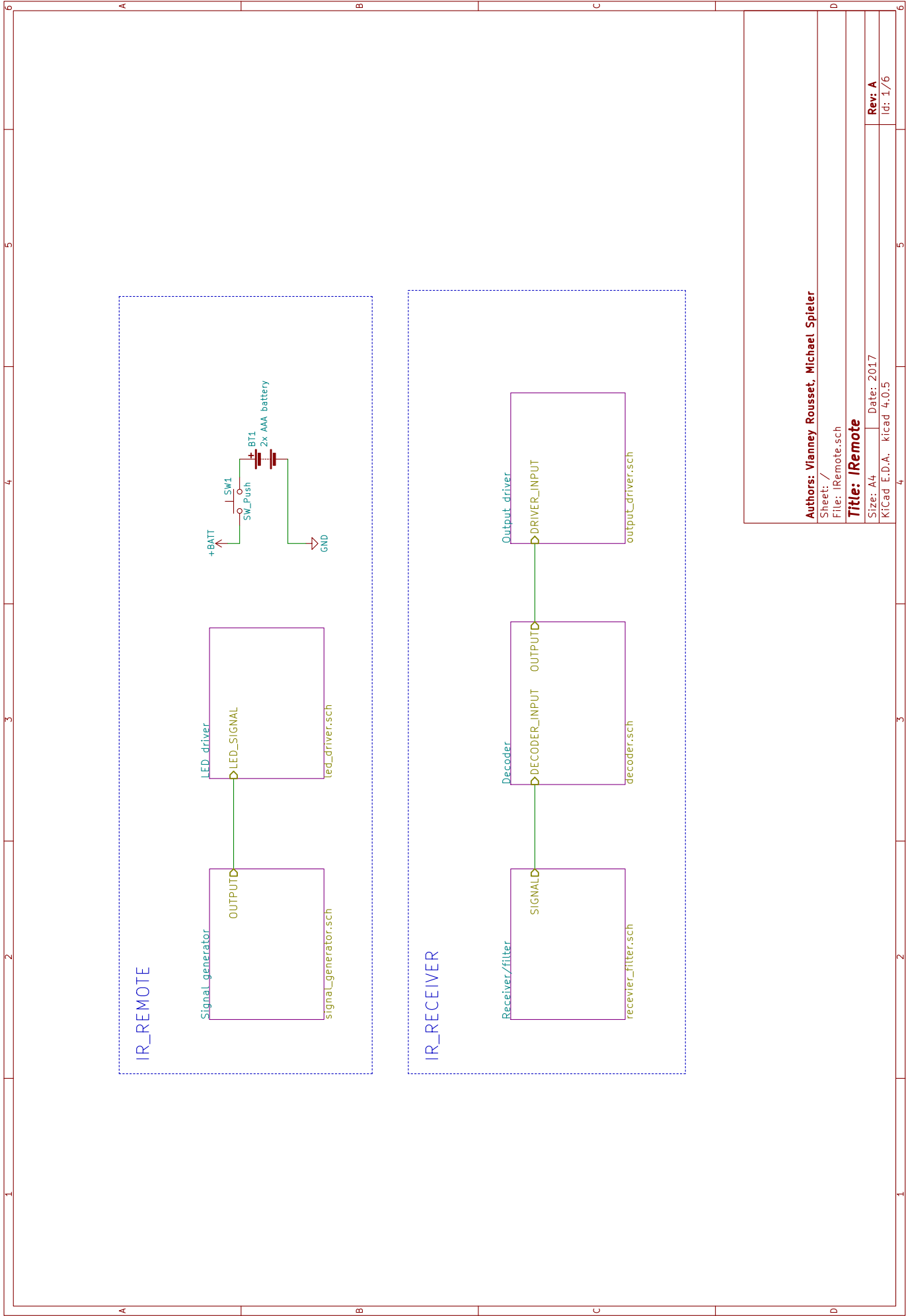
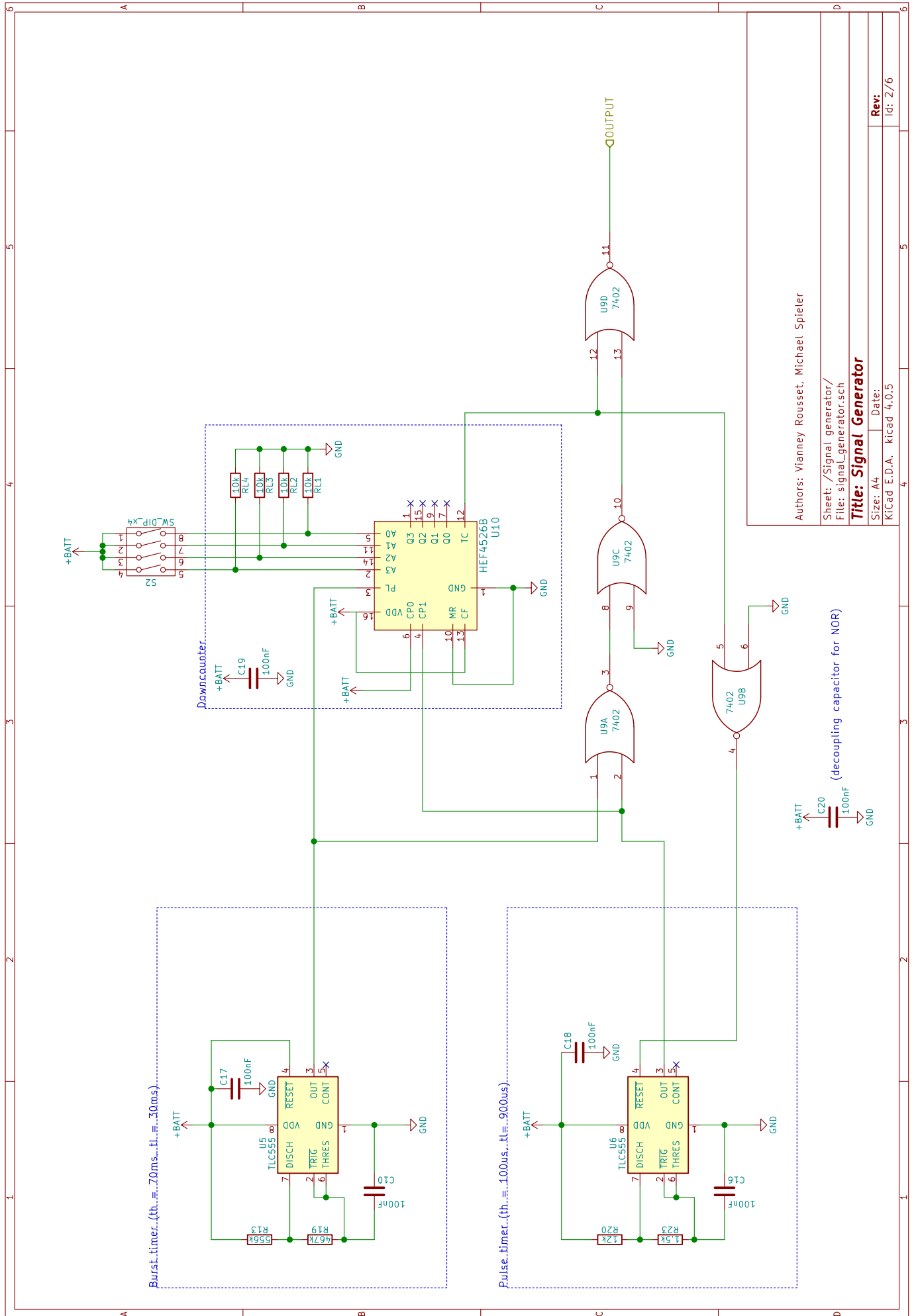


FIGURE 4 – ■ Signal d'entrée, ■ Capacité sur bascule monostable, ■ Sortie du détecteur de pause, ■ Sortie

Références

- [1] OSRAM, *LD271 - HGaAs Infrared Emitter*, Version 1.0, 4 Avril 2007, [http://www.osram-os.com/Graphics/XPic5/00082753_0.pdf/LD%20271,%20Lead%20\(Pb\)%20Free%20Product%20-%20RoHS%20Compliant.pdf](http://www.osram-os.com/Graphics/XPic5/00082753_0.pdf/LD%20271,%20Lead%20(Pb)%20Free%20Product%20-%20RoHS%20Compliant.pdf)
- [2] VISHAY, *BP104 - Silicon PIN Photodiode*, Revision: 08-Feb-17, <http://www.vishay.com/docs/81500/81500.pdf>
- [3] TEXAS INSTRUMENTS, *TLC555 LinCMOS™Timer*, REVISED AUGUST 2016, SEPTEMBER 1983, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlc555.pdf>
- [4] NXP, *HEF4526B - Programmable 4-bit binary down counter - Product data sheet*, Rev. 5, 22 November 2011, http://www.nxp.com/documents/data_sheet/HEF4526B.pdf.
- [5] NXP, *HEF4001B - Quad 2-input NOR gate - Product data sheet*, Rev. 10, 10 December 2015, <https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/HEF4001B.pdf>
- [6] International Rectifier, *IRLU8259PbF - HEXFET®Power MOSFET, PD - 97360*, 16 December 2008, <http://www.infineon.com/dgdl/irlr8259pbf.pdf?fileId=5546d462533600a40153566e1ebe26e9>
- [7] Texas Instruments, *LMC6482 CMOS Dual Rail-to-Rail Input and Output Operational Amplifier*, SNOS674E, April 2015, <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmc6482.pdf>





Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

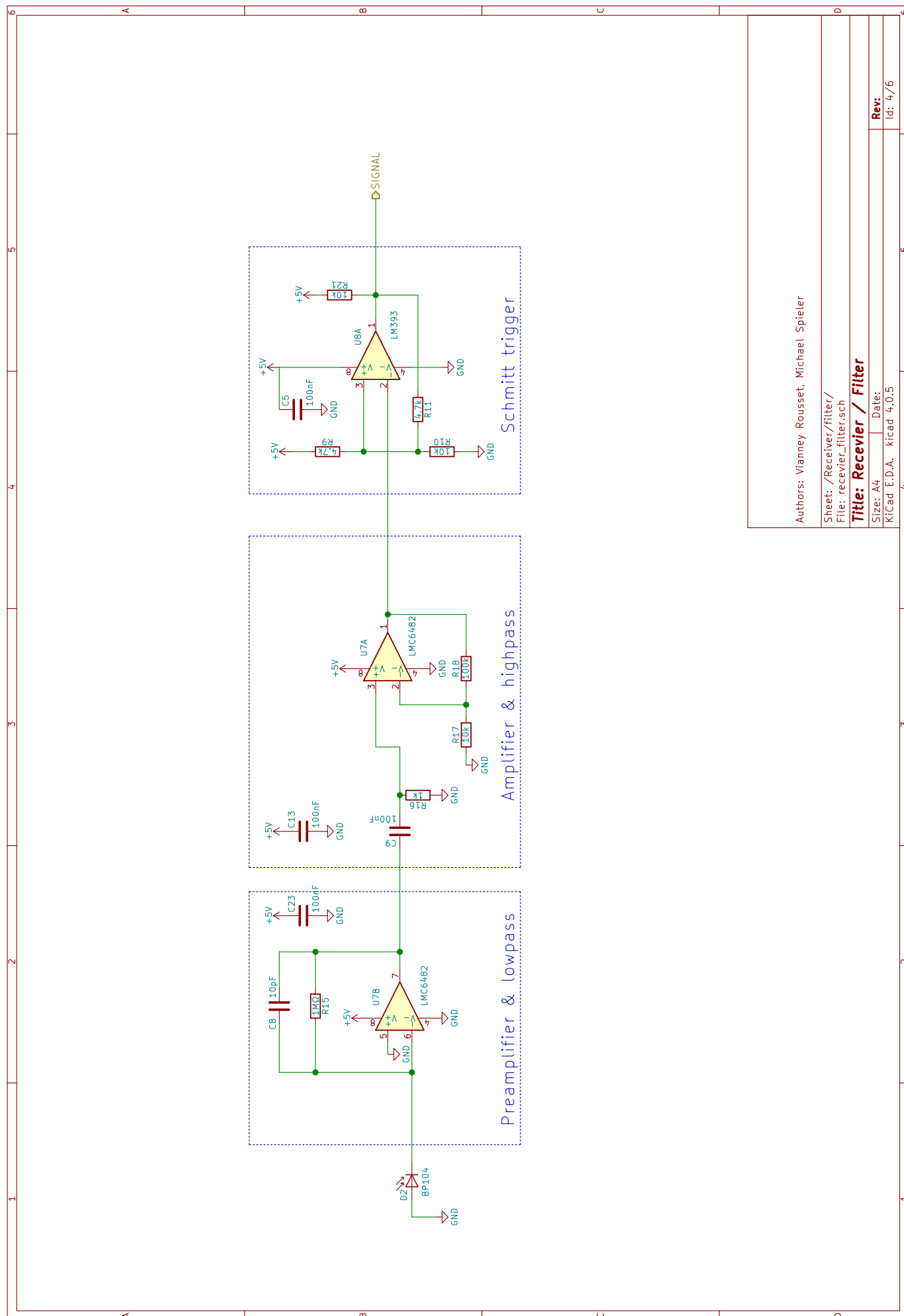
Sheet: /Signal generator/
File: signal_generator.sch

Title: Signal Generator

Size: A4 Date:

KiCad E.D.A. kicad 4.0.5

Rev:
Id: 2/6

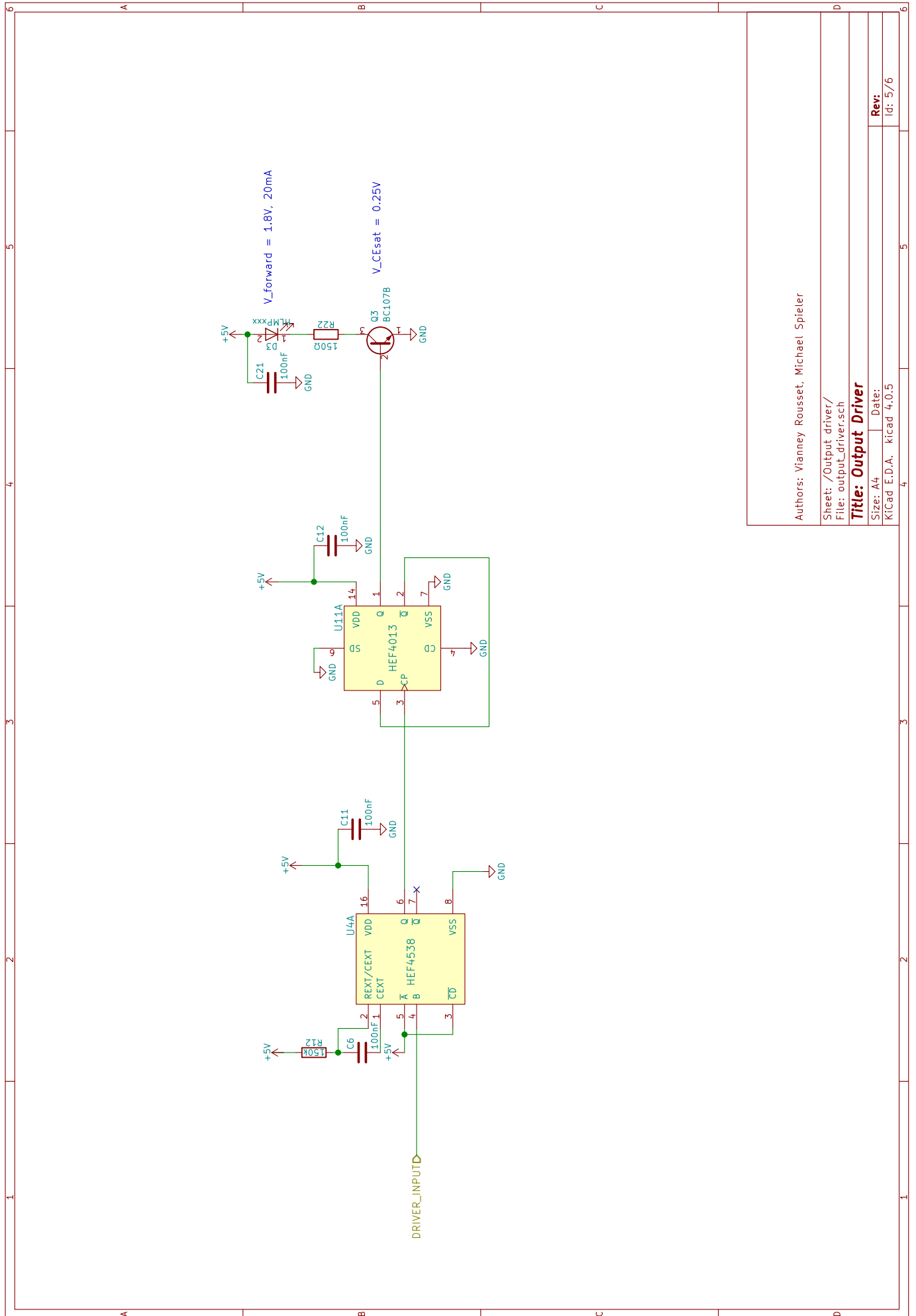


Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

Sheet: /Receiver/filter/
File: receiver_filter.sch

Title: Receiver / Filter

Size: A4 Date: Rev: Id: 4/6
Kicad E.D.A. kicad 4.0.5



Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

Sheet: /Output driver/
File: output_driver.sch

Title: Output Driver

Size: A4 Date:

KiCad E.D.A. kicad 4.0.5

