

(EE-380) ELECTRONIQUE, LABO

RAPPORT

Télécommande à 1 canal par infrarouge

Auteurs:

SPIELER Michael
ROUSSET Vianney

Professeur:

DÉCURNEX André

12 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 de N pulses de durée de $t_0 = 100\mu s$ avec une période de $T_0 = 1 ms$ espacées de $\tau = 100 ms$.
LED driver	Sortie de puissance qui contrôle la LED IR.
Récepteur	Récepteur IR avec amplification et filtrage. La sortie est le signal digital des pulses.
Décodeur	Circuit logique de décodage du nombre de pulses. La sortie est un pulse d'environ 5 ms pour chaque salve correcte reçue.
Sortie	Circuit de détection d'interruption du signal avec commutation et du relais optique.

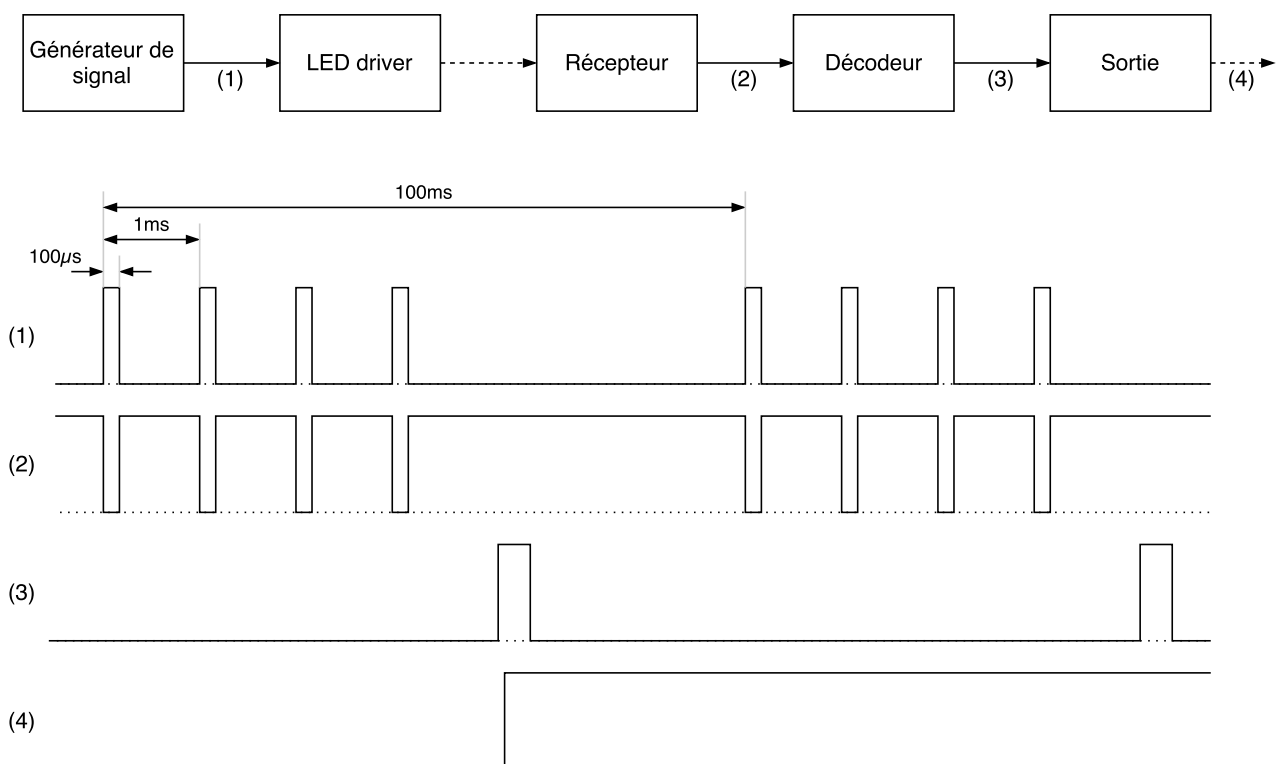


FIGURE 1 – Schéma bloc du système avec signaux

3 Notation et nomenclature

n_{pulse}	Nombre de pulses dans une salve (addressage)	13
t_0	Durée high d'un pulse	0.1 ms
T_0	Période des pulse	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 du pulse signal une salve correcte	

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} à une période τ en active high tant que celui-ci est alimenté à 3V. Les pulses dans les salves ont une durée high t_0 et une période T_0 . Le nombre de pulses 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 $C16$ choisie petite pour la simplicité et la limitation de la consommation.

$$\begin{cases} t_0 = 0.693(R20 + R23)C16 \\ T_0 = 0.693(R20 + 2R23)C16 \end{cases}$$

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} pulses ont été reçu. Il est formé d'un compteur HEF4526B [4].

Burst timer Réinitialise le down counter à une période $\tau = 0.1$ ms 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 $C10$ 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.

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

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 avec un duty-cycle de 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 $R14 = 1\Omega$ et une grande capacité de découplage $C7 = 470\mu F$ assure la puissance de l'émission.

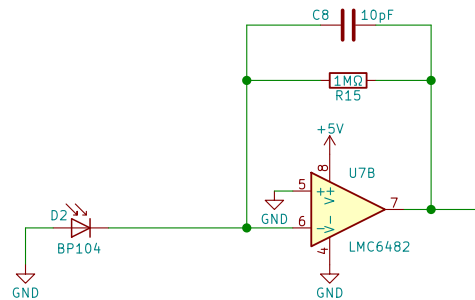
La tension au borne de la résistance $R14$ a été mesurée pour vérifié que le courant dans la LED ne dépasse pas 1 A.

4.4 Récepteur et filtrage

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

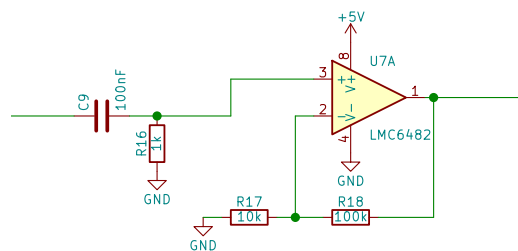
Conversion

La photodiode génère un petit courant qui est converti en une tension par l'amplificateur opérationnel LMC6482. 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 $C8$ de 10 pF filtre le bruit de haute fréquences d'ordre de 100 kHz .



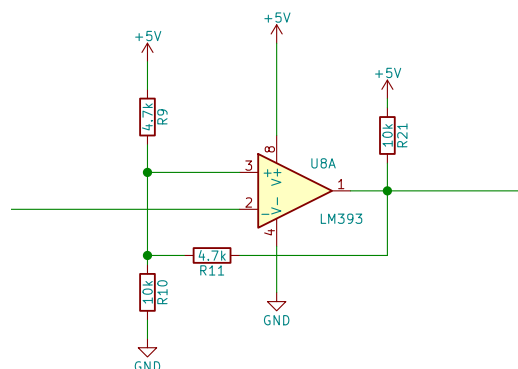
Amplification

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



Schmitt trigger

Génère un signal carré avec 2 seuils en tension : V_+ et V_-



4.5 Décodeur

Le décodeur à 3 fonctions :

Down counter

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

Missing pulse detector

Signal et reset le decounter après un certain délais si la tension d'entrée est maintenue *high* pendant au moins $t_{miss} = 1.8\text{ ms}$ après la fin d'un pulse. La durée

t_{miss} a été arbitrairement choisie pour être supérieur à $t_0 = 1$ ms mais inférieur 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.

$$t_{miss} = R7 * C3$$

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 :

$$\text{Sortie} = \text{"bon nombre de pulses"} \wedge \text{"fin de salve"} = \overline{\overline{\text{"bon nombre de pulses"}} \vee \overline{\text{"fin de salve"}}}$$

4.6 Sortie

pause = lâchement de bouton, comment on veut nommer cette partie ? -> Déclencheur ?

Déclencheur

kewurniwerjm

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 :

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

On choisit donc 150Ω.

4.7 Mesures

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

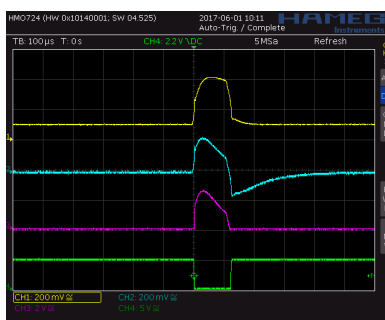
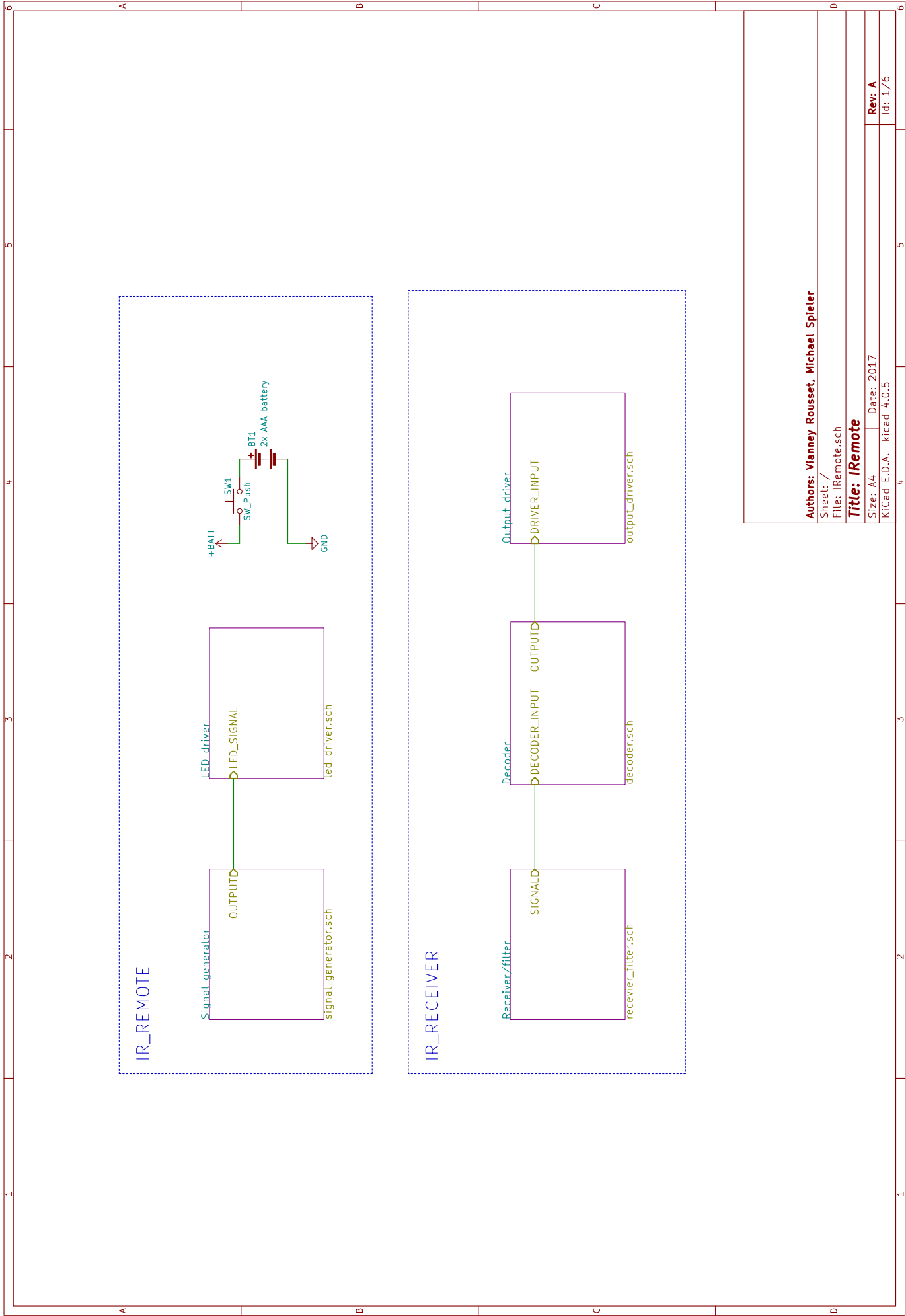
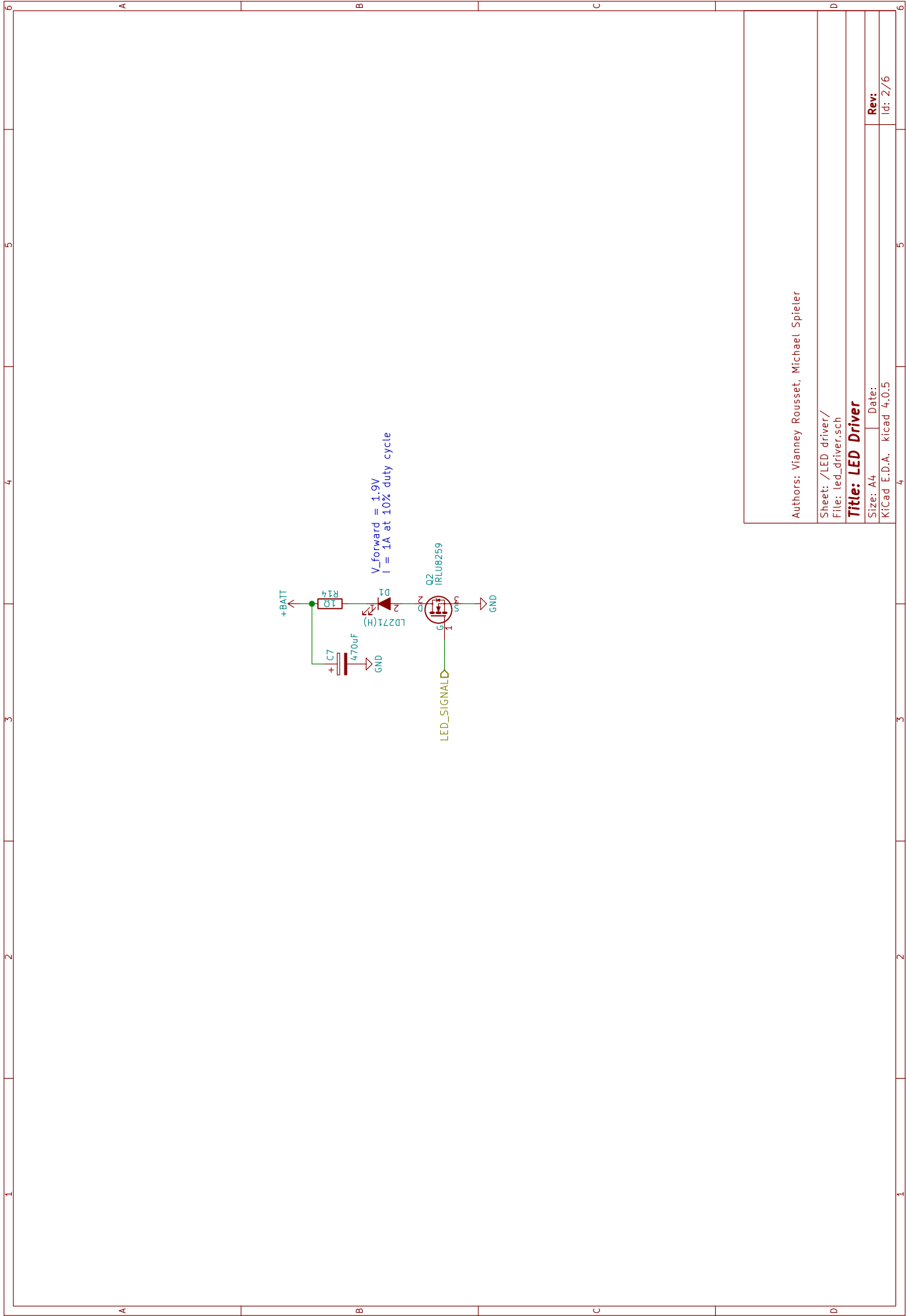


FIGURE 2 – ■ Conversion courant-tension, ■ Filtre passe-haut, ■ Signal 10x amplifié, ■ Schmitt trigger output

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>





Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

Sheet: /LED driver/
File: led_driver.sch

Title: LED Driver

Size: A4 Date:

KiCad E.D.A. kicad 4.0.5

4

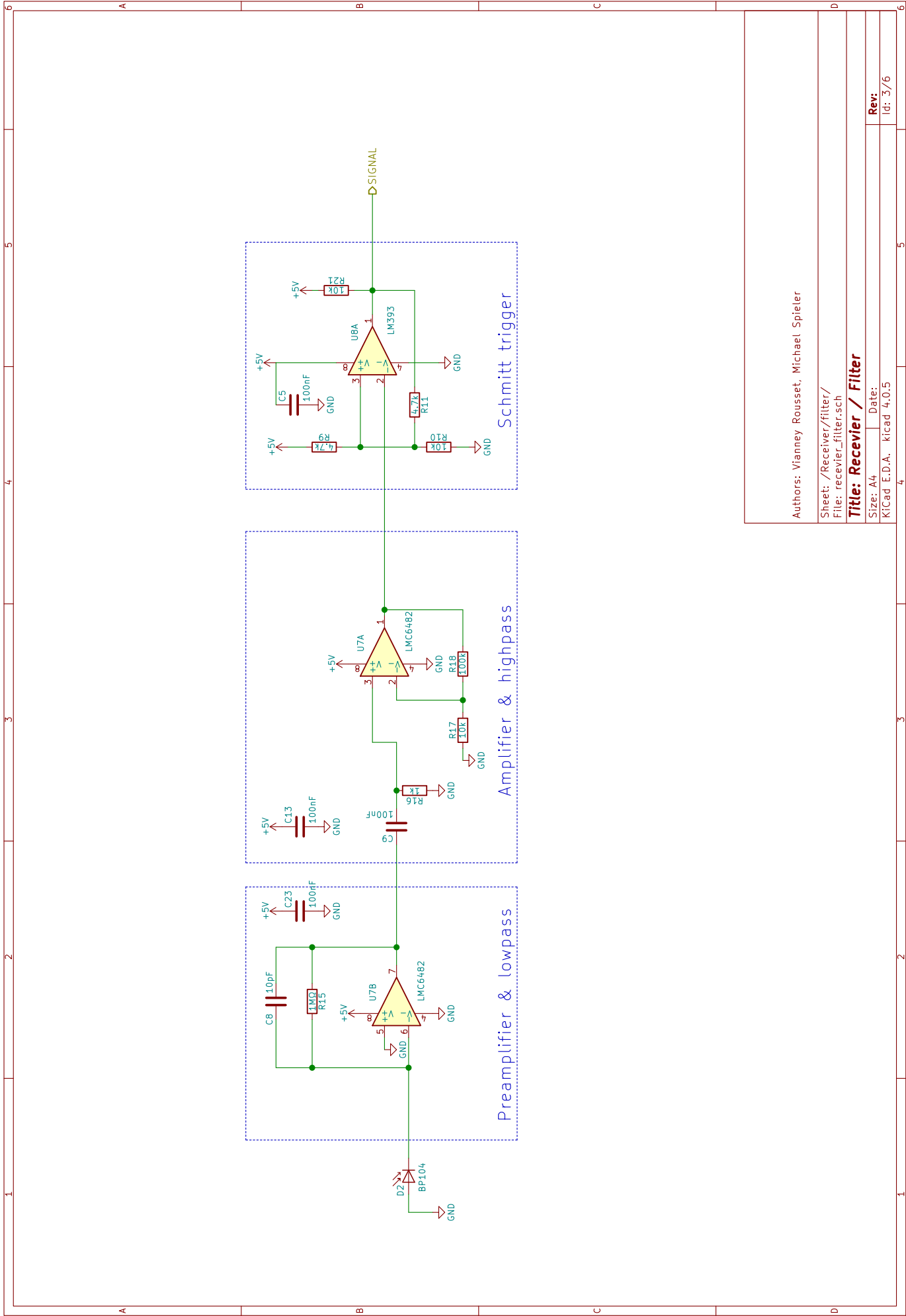
5

2

3

1

6

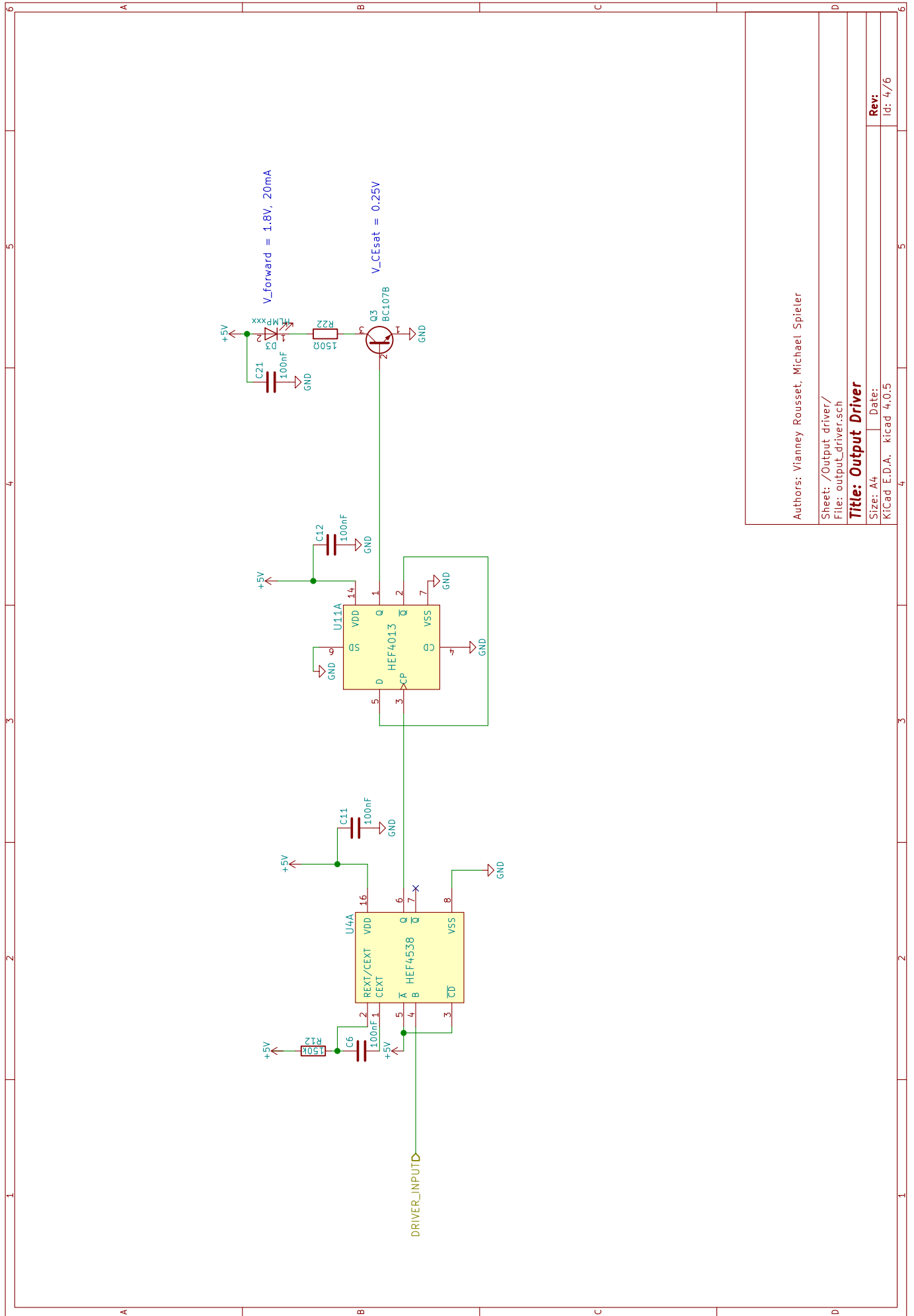


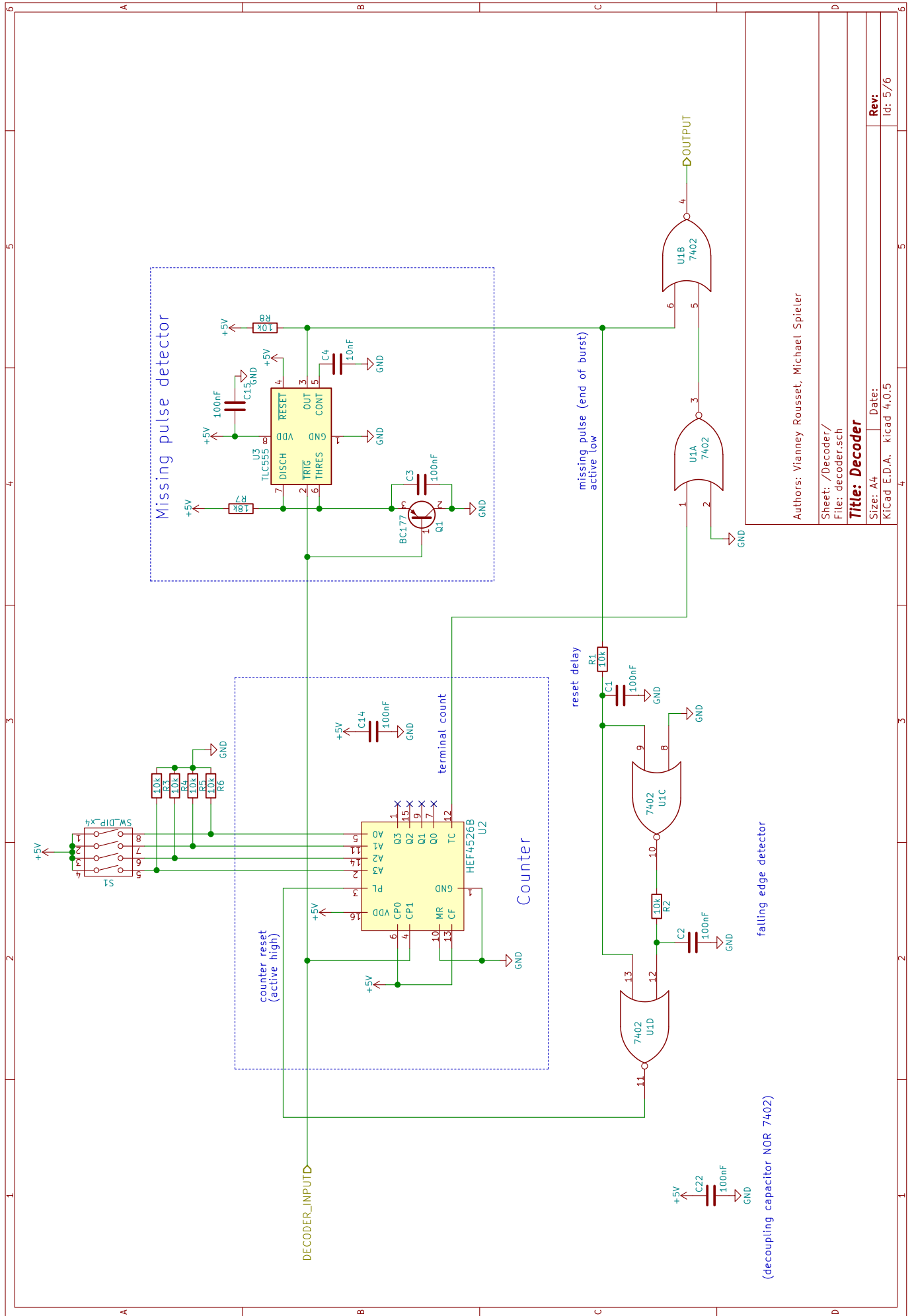
Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

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

Title: Receiver / Filter

Size: A4 Date: Rev: Id: 3/6
KiCad E.D.A. kicad 4.0.5





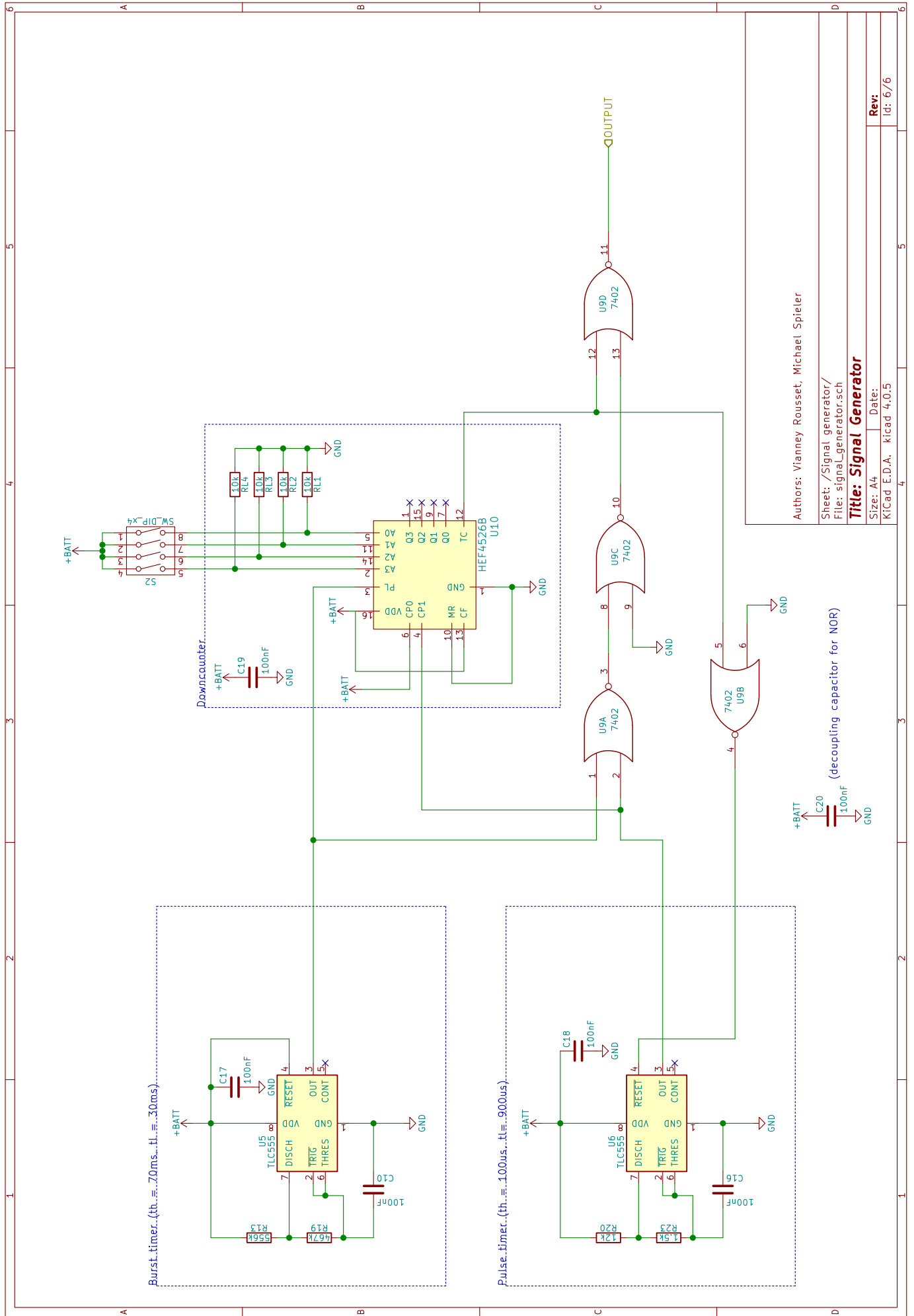
Authors: Vianney Rousset, Michael Spieler

Sheet: /Decoder/
File: decoder.sch

Title: Decoder

Size: A4 Date:

KiCad E.D.A. kicad 4.0.5



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: 6/6

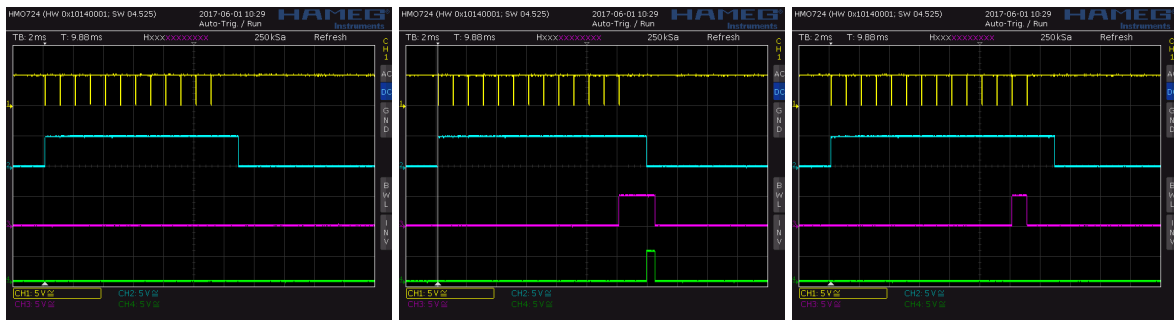


FIGURE 3 – ■ Signal d'entrée, ■ Détecteur de pulse manquant, ■ Compteur de pulse, ■ Sortie

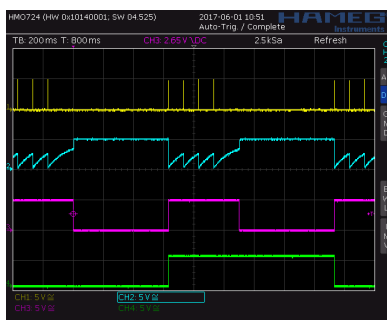


FIGURE 4 – ■ Signal d'entrée, ■ Capacité sur bascule monostable, ■ Sortie du détecteur de pause, ■ Sortie