

### Liste des structures

- 1** **E1** Détection de luminosité  
ALI en comparateur + LED + Photorésistance
- 1** **C1** Capteur de force et conditionnement  
ALI + capteur
- 1** **2** **C2** Capteur de température  
ALI + capteur + Zener
- 2** **C3** Mise en forme d'un signal sonore  
ALI + Zener
- 1** **P1** Photodétection montage simple  
ALI + LED + Photodiode
- 1** **2** **P2** Photodétection transimpédance  
ALI + LED + Photodiode
- 1** **2** **F2** Filtres universels  
ALI
- 2** **F3** Filtres à capacités commutées  
ALI + Transistor
- 1** **2** **N2** Num / Gradateur d'intensité  
Microcontrôleur + PWM + Transistor + LED
- 1** **2** **N3** Num / Contrôle de vitesse d'un moteur  
Microcontrôleur + PWM + Pont en H + Moteur
- 2** **L4** Driver de LED  
Transistor + LED
- 2** **N4** Num / Pilotage d'une barrette CCD  
Microcontrôleur + PWM + CCD

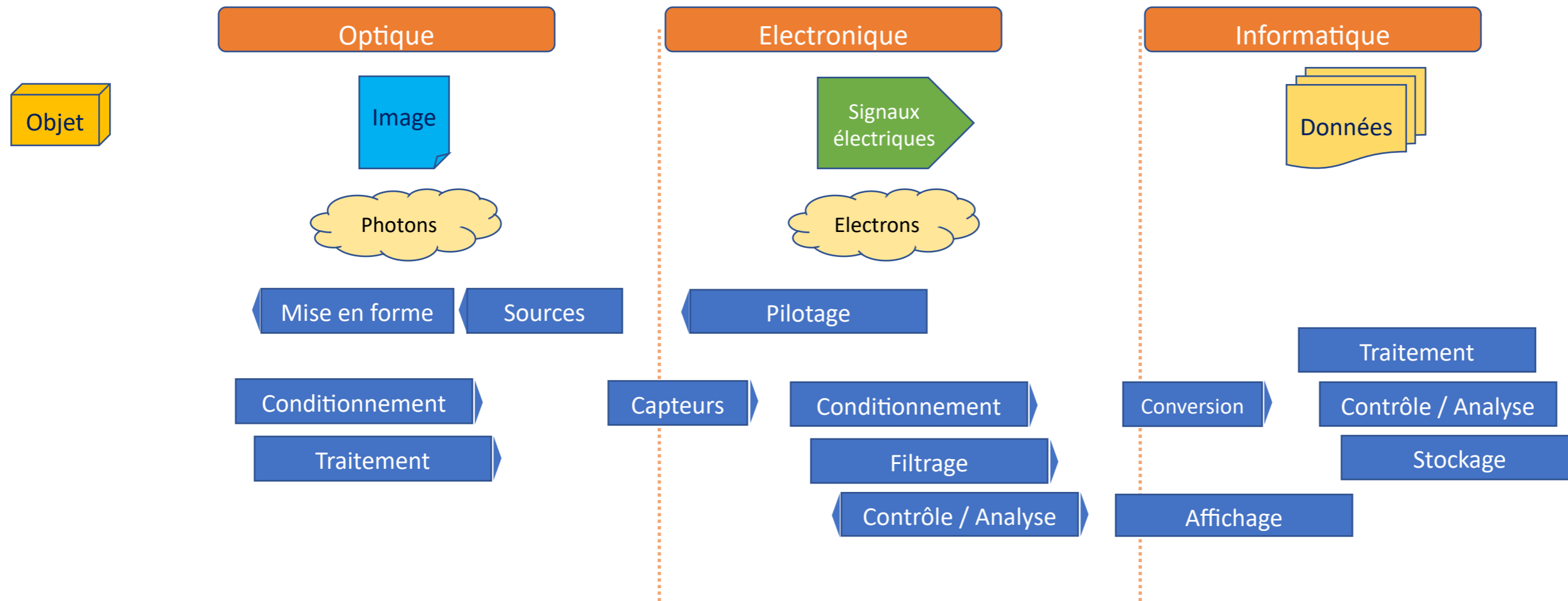
### Déroulement des séances

- Séance 1** Travail en groupe sur la structure (4/5 étudiant.es)  
• Définition des mots-clefs  
• Fonctionnement des composants  
• Découpage en fonction  
• Fonctions de transfert
- Séance 2** Préparation de la présentation
- Séance 3** Présentation / 10 min  
• Pédagogie / Composants / Fonctions
- Séance 4** Retour sur les notions principales

J. VILLEMEJANE

# Systeme imageant

## Structure



MOTS-CLEFS

- + Collecteur ouvert
- + Comparateur
- + Photorésistance

COMPOSANTS

- + Amplificateur linéaire intégré (LM339 - doc) à collecteur ouvert
- + LED (rouge par exemple)
- + Photorésistance CdS (cadmium-sulfide)
- + Choix de RLED (en fonction de VCC)

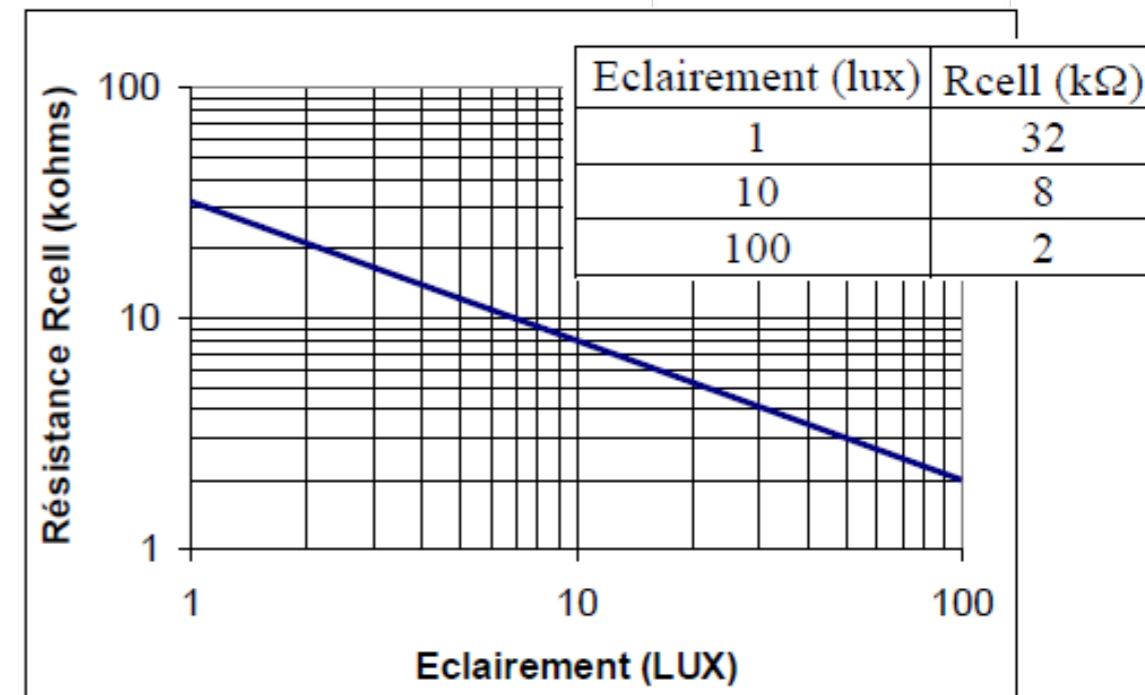
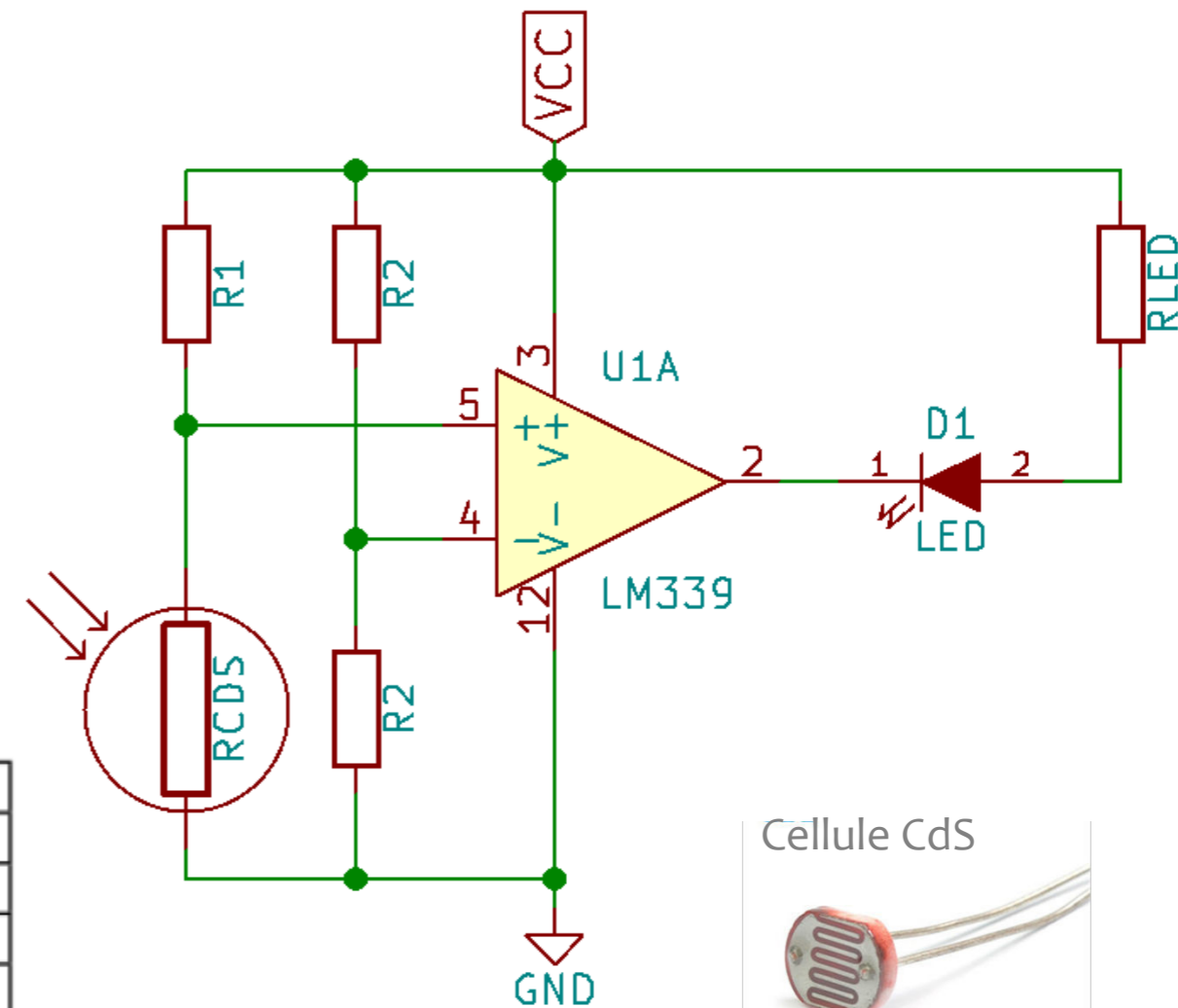
Absolute Maximum Ratings at Ta=25°C

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Power Dissipation	P <sub>D</sub>	66	mW
Reverse Voltage	V <sub>R</sub>	4	V
D.C. Forward Current	I <sub>f</sub>	30	mA
Reverse (Leakage) Current	I <sub>r</sub>	100	μA
Peak Current (1 / 10 Duty Cycle, 0.1ms Pulse Width)	I <sub>f</sub> (Peak)	100	mA
Operating Temperature Range	T <sub>opr</sub>	-25 to + 85	°C
Storage Temperature Range	T <sub>stg</sub>	-40 to +100	°C
Soldering Temperature (1.6mm from body)	T <sub>sol</sub>	Dip Soldering: 260°C for 5sec. Hand Soldering: 350°C for 3sec.	

Electrical & Optical Characteristics:

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Luminous Intensity	I <sub>v</sub>	I <sub>f</sub> = 20mA	200	400		mcd
Forward Voltage	V <sub>f</sub>	I <sub>f</sub> = 20mA		1.8	2.2	V
Peak Wavelength	λ <sub>p</sub>	I <sub>f</sub> = 20mA		660		nm
Dominant Wavelength	λ <sub>d</sub>	I <sub>f</sub> = 20mA		643		nm
Reverse (Leakage) Current	I <sub>r</sub>	V <sub>r</sub> = 5V			100	μA
Viewing Angle	2 θ ½	I <sub>f</sub> = 20mA		15		deg
Spectrum Line Halfwidth	Δλ	I <sub>f</sub> = 20mA		20		nm

LED rouge



Evolution de la résistance en fonction de l'éclairissement

## C1 / Capteur de force et conditionnement

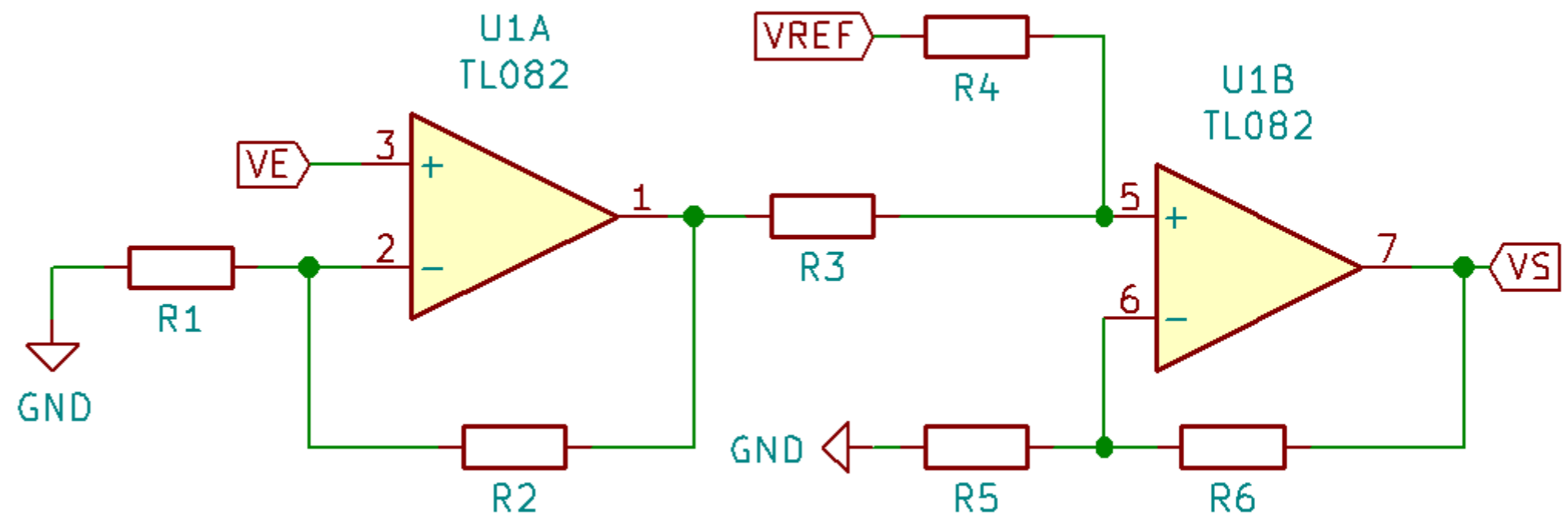
### MOTS-CLEFS

- + Amplificateur Linéaire Intégré
- + Montage Amplificateur
- + Plages de fonctionnement d'un capteur
- + Sensibilité
- + Linéarité

### COMPOSANTS

- + Amplificateur linéaire intégré (TL071 - doc)
- + Capteur de force (FN3000 - doc) - entrée VE

Structure à analyser



## C2 / Capteur de température

### MOTS-CLEFS

- + Amplificateur Linéaire Intégré
- + Montage Suiveur / Amplificateur
- + Diode Zener
- + Sensibilité
- + Linéarité

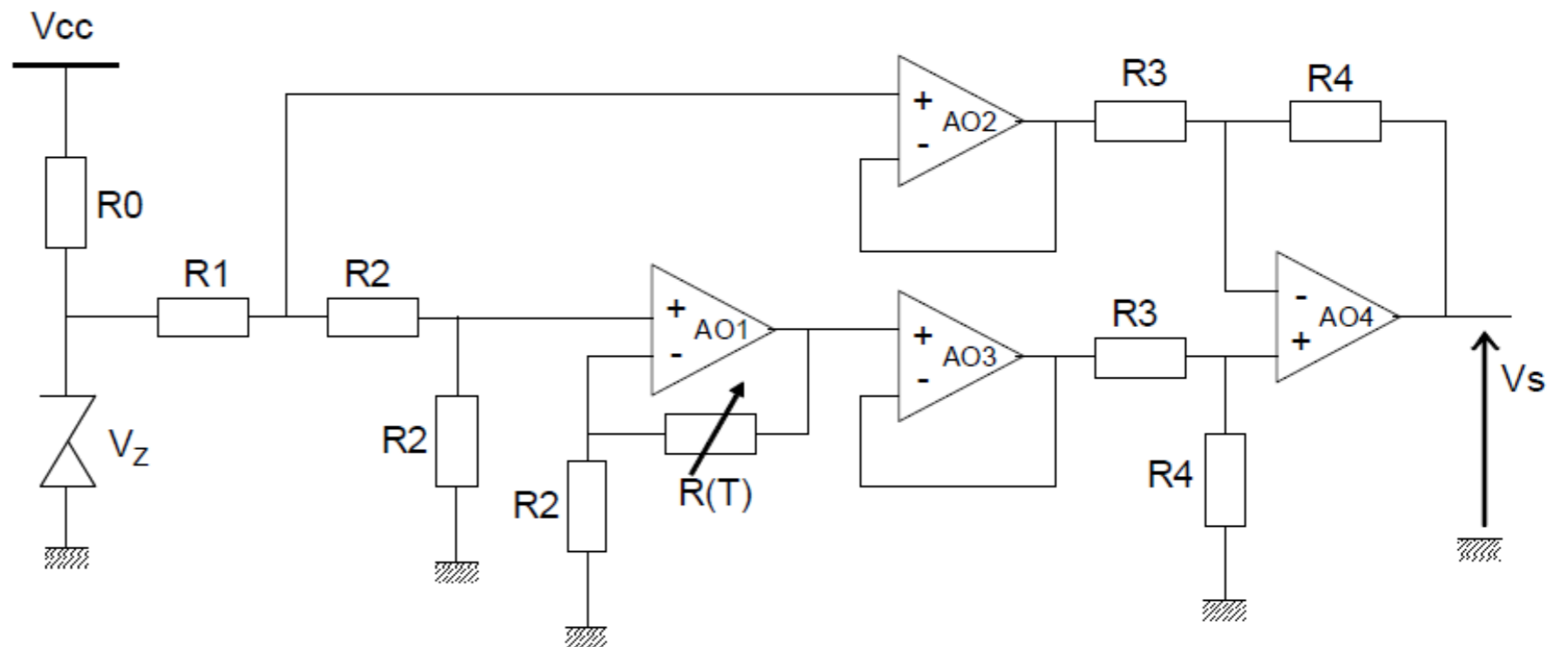
### COMPOSANTS

- + Amplificateur linéaire intégré (TL071 - doc)
- + Capteur de température (PT100)
- + Diode Zener (voir structure C3)

Evolution de la résistance R en fonction de la température T

$$R(T) = 100 (1 + 3.90810^{-3}T - 5.80210^{-7}T^2)$$

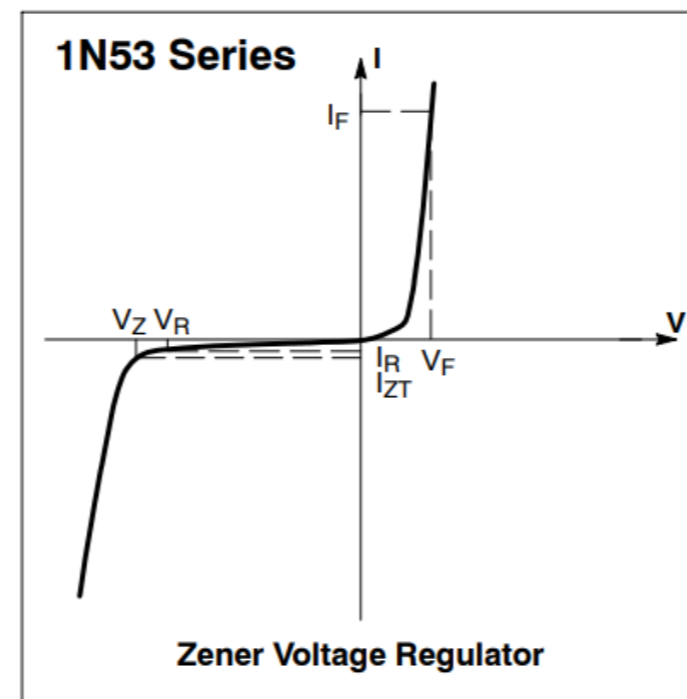
Structure à analyser



Zener - 1N53

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted,  $V_F = 1.2\text{ V Max @ } I_F = 1.0\text{ A}$  for all types)

Symbol	Parameter
$V_Z$	Reverse Zener Voltage @ $I_{ZT}$
$I_{ZT}$	Reverse Current
$Z_{ZT}$	Maximum Zener Impedance @ $I_{ZT}$
$I_{ZK}$	Reverse Current
$Z_{ZK}$	Maximum Zener Impedance @ $I_{ZK}$
$I_R$	Reverse Leakage Current @ $V_R$
$V_R$	Breakdown Voltage
$I_F$	Forward Current
$V_F$	Forward Voltage @ $I_F$
$I_R$	Maximum Surge Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$
$\Delta V_Z$	Reverse Zener Voltage Change
$I_{ZM}$	Maximum DC Zener Current



## C3 / Mise en forme d'un signal sonore

### MOTS-CLEFS

- + Filtre passif
- + Diode Zener
- + Écrêteur à diode

### COMPOSANTS

- + Amplificateur Linéaire Intégré (type TL071 - doc)
- + Diode Zener (voir structure C2)

### POUR COMMENCER

- Identifier les différents blocs de cette structure
- Calculer les fonctions de transfert de chacun de ces blocs

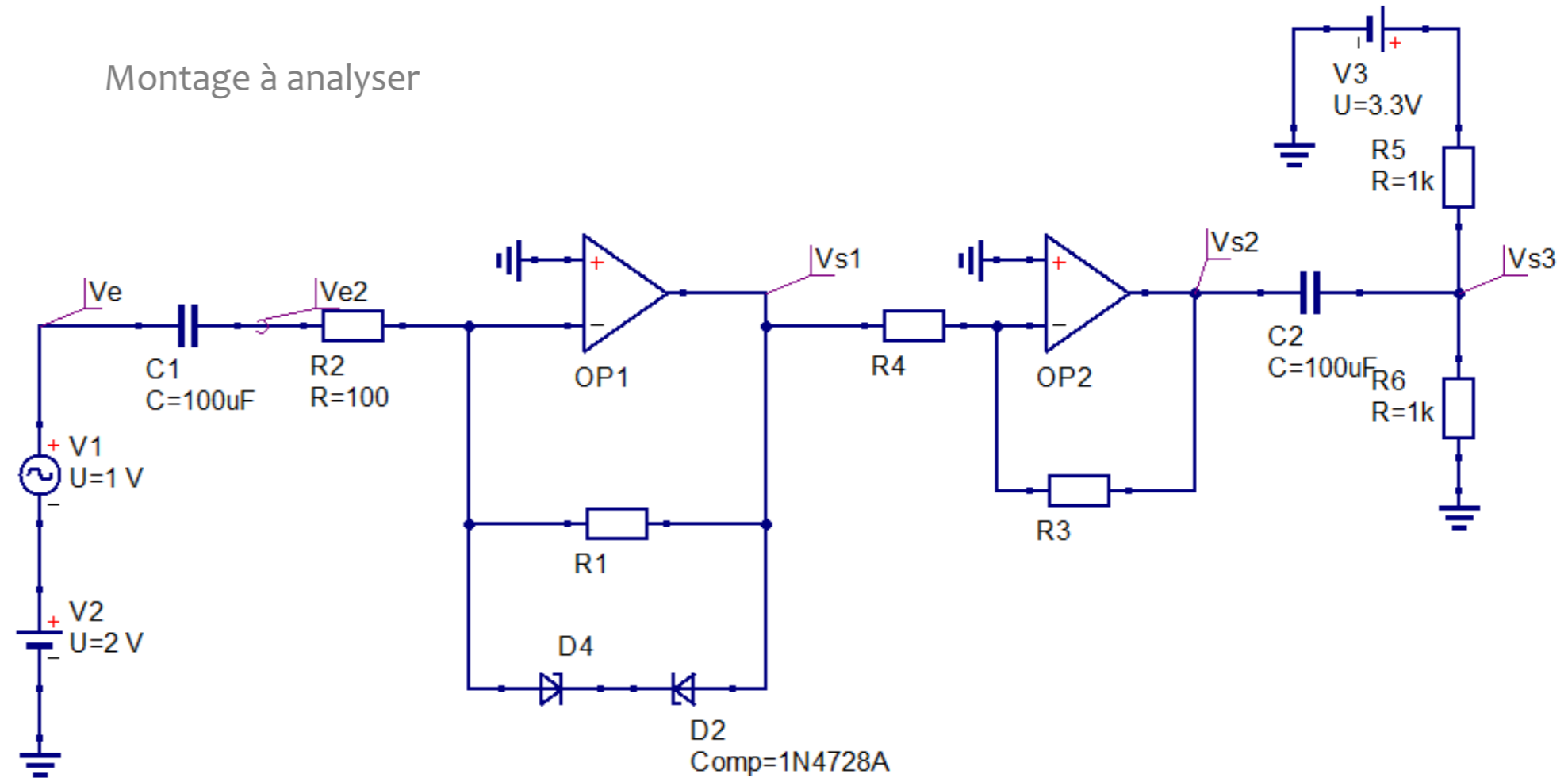
#### Cahier des charges :

Signal d'entrée d'amplitude 0,2V – valeur moyenne entre -5V et +5V

Signal de sortie avec une amplitude maximale de 1,65V et une valeur moyenne de 1,65V

Déterminer les valeurs des résistances.

Montage à analyser



#### ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T<sub>amb</sub> = 25 °C, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Power dissipation	Valid provided that leads at a distance of 4 mm from case are kept at ambient temperature	P <sub>tot</sub>	1300	mW
Zener current		I <sub>Z</sub>	P <sub>V</sub> /V <sub>Z</sub>	mA
Forward voltage (max.)	I <sub>F</sub> = 200 mA	V <sub>F</sub>	1.2	V

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T<sub>amb</sub> = 25 °C, unless otherwise specified)

PART NUMBER	ZENER VOLTAGE RANGE (1)	TEST CURRENT		REVERSE LEAKAGE CURRENT		DYNAMIC RESISTANCE f = 1 kHz		SURGE CURRENT (3)	REGULATOR CURRENT (2)
	V <sub>Z</sub> at I <sub>ZT1</sub>	I <sub>ZT1</sub>	I <sub>ZT2</sub>	I <sub>R</sub> at V <sub>R</sub>		Z <sub>ZT</sub> at I <sub>ZT1</sub>	Z <sub>ZK</sub> at I <sub>ZT2</sub>	I <sub>R</sub>	I <sub>ZM</sub>
	V	mA	mA	μA	V	Ω		mA	mA
	NOM.			MAX.		TYP.	MAX.		MAX.
1N4728A	3.3	76	1	100	1	10	400	1380	276
1N4729A	3.6	69	1	100	1	10	400	1260	252
1N4730A	3.9	64	1	50	1	9	400	1190	234

#### 1N4728A to 1N4761A

Vishay Semiconductors

#### Zener Diodes

##### FEATURES

- Silicon planar power Zener diodes
- For use in stabilizing and clipping circuits with high power rating

# P1 / Photodétection / Montage simple

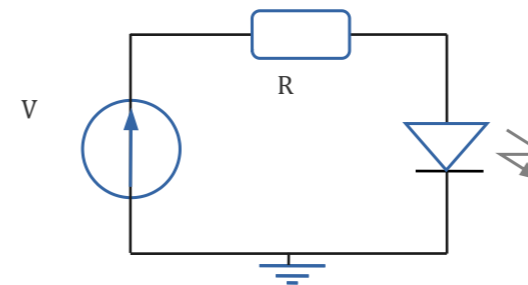
## MOTS-CLEFS

- + Photodiode
- + Système de photodétection
- + Polarisation
- + Modèle du système de photodétection

## COMPOSANTS

- + LED (rouge par exemple - voir structure E1)
- + Photodiode (SFH 206 K par exemple - voir structure P2)

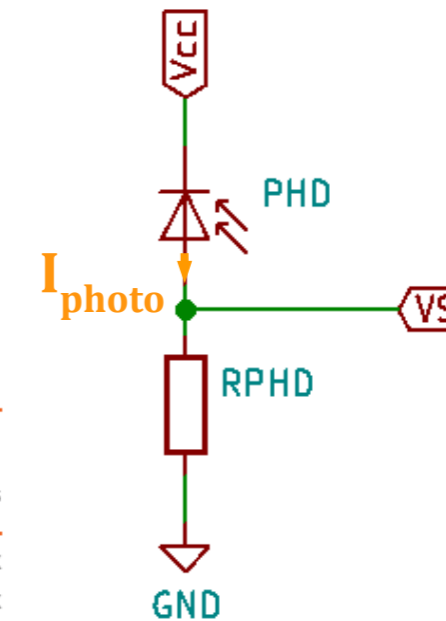
Montage à analyser



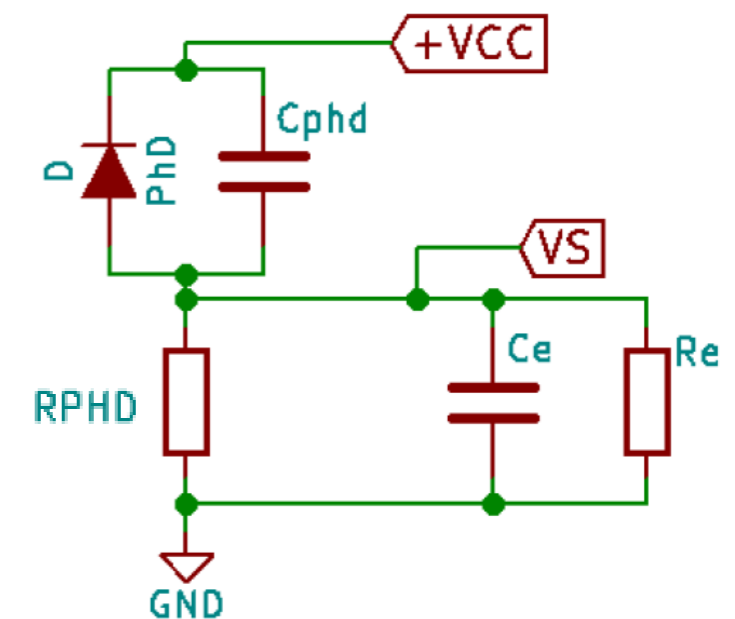
### SFH 206 K

#### Characteristics

Parameter	Symbol	$T_A = 25\text{ °C}$	
			Values
Spectral sensitivity $V_R = 5\text{ V}$ ; Std. Light A; $T = 2856\text{ K}$	S	min.	50 nA/lx
		typ.	80 nA/lx
Wavelength of max sensitivity	$\lambda_{S\text{ max}}$	typ.	920 nm
Spectral range of sensitivity	$\lambda_{10\%}$	typ.	420 ... 1120 nm
Radiant sensitive area	A	typ.	7.02 mm <sup>2</sup>
Dimensions of active chip area	L x W	typ.	2.65 x 2.65 mm x mm
Half angle	$\phi$	typ.	60 °
Dark current $V_R = 10\text{ V}$	$I_R$	typ.	2 nA
		max.	30 nA
Spectral sensitivity of the chip $\lambda = 850\text{ nm}$	$S_\lambda$	typ.	0.62 A / W
Quantum yield of the chip $\lambda = 850\text{ nm}$	$\eta$	typ.	0.90 Electrons / Photon
Open-circuit voltage $E_v = 1000\text{ lx}$ ; Std. Light A; $V_R = 0\text{ V}$	$V_o$	min.	310 mV
		typ.	365 mV
Short-circuit current $E_v = 1000\text{ lx}$ ; Std. Light A; $V_R = 0\text{ V}$	$I_{sc}$	typ.	80 $\mu\text{A}$
Rise time $V_R = 5\text{ V}$ ; $R_L = 50\ \Omega$ ; $\lambda = 850\text{ nm}$ ; $I_p = 800\ \mu\text{A}$	$t_r$	typ.	0.02 $\mu\text{s}$
Fall time $V_R = 5\text{ V}$ ; $R_L = 50\ \Omega$ ; $\lambda = 850\text{ nm}$ ; $I_p = 800\ \mu\text{A}$	$t_f$	typ.	0.02 $\mu\text{s}$
Forward voltage $I_F = 100\text{ mA}$ ; $E = 0$	$V_F$	typ.	1.3 V
Capacitance $V_R = 0\text{ V}$ ; $f = 1\text{ MHz}$ ; $E = 0$	$C_0$	typ.	72 pF



Montage 2



### SFH 206 K

#### Maximum Ratings

Parameter	Symbol	$T_A = 25\text{ °C}$	
			Values
Operating Temperature	$T_{op}$	min.	-40 °C
		max.	100 °C
Storage temperature	$T_{stg}$	min.	-40 °C
		max.	100 °C
Reverse voltage	$V_R$	max.	32 V
Total power dissipation	$P_{tot}$	max.	150 mW

# P2 / Photodétection / Montage transimpédance

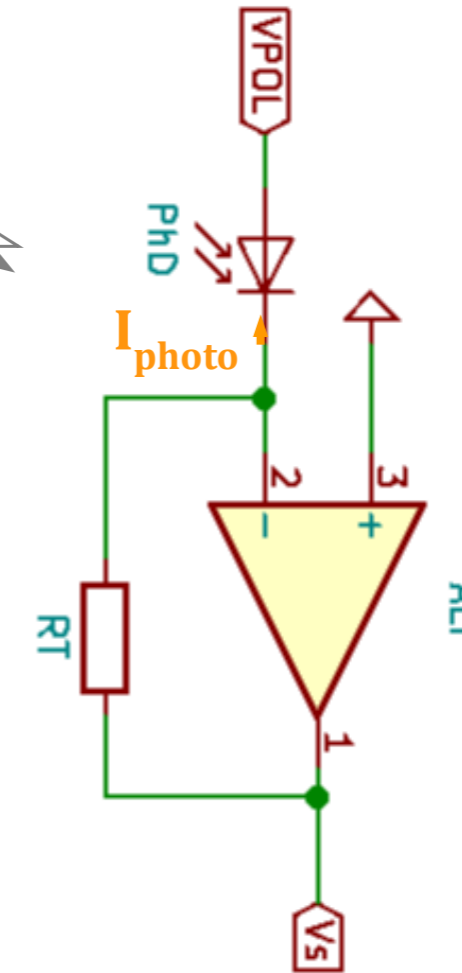
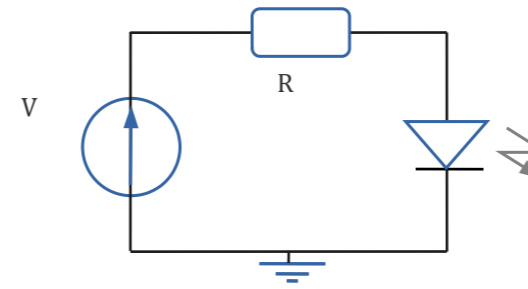
## MOTS-CLEFS

- + Photodiode
- + Système de photodétection
- + Montage transimpédance
- + Modèle du système de photodétection

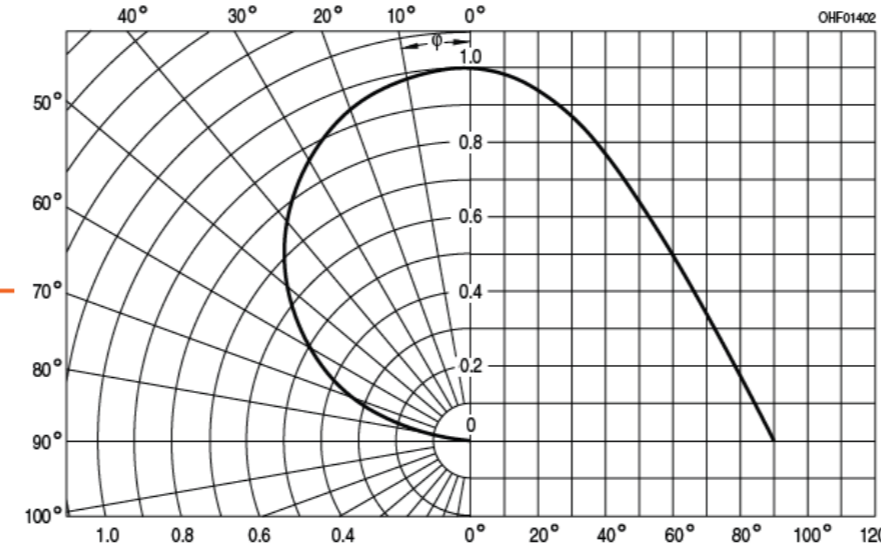
## COMPOSANTS

- + LED (rouge par exemple - voir structure E1)
- + Photodiode (SFH 206 K par exemple - voir structure P1)
- + ALI de type TL071

Montage à analyser

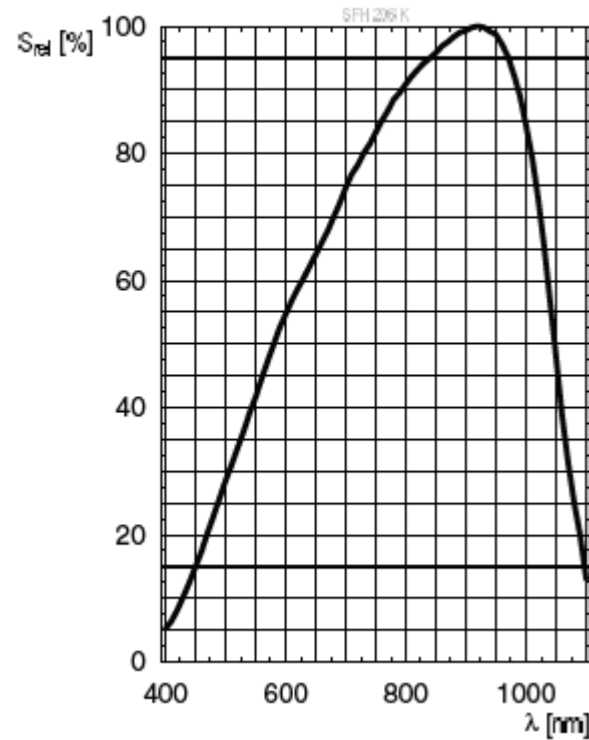


Directional Characteristics



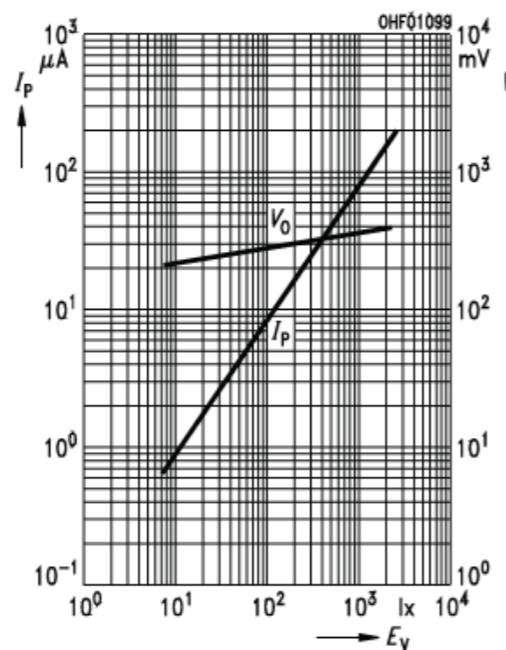
SFH 206 K

### Relative Spectral Sensitivity



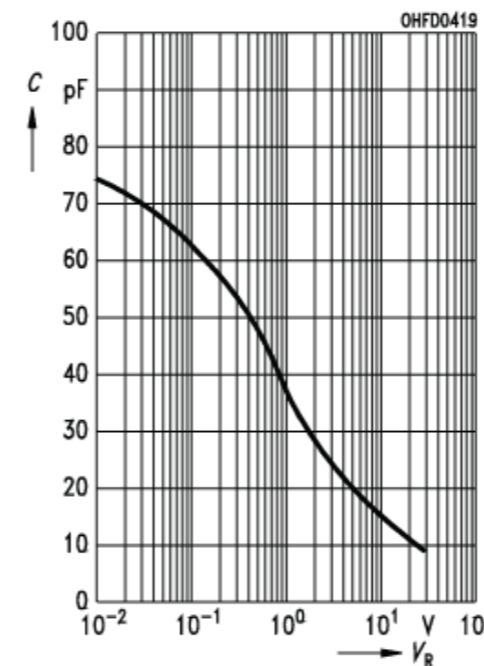
### Photocurrent/Open-Circuit Voltage

$$I_p (V_R = 5 V) / V_o = f(E_v)$$

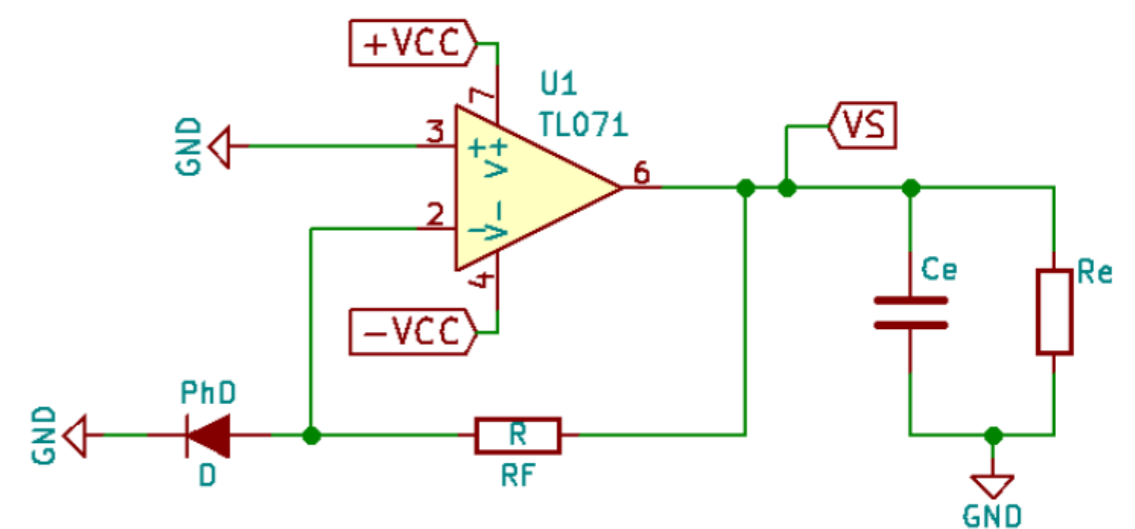


### Capacitance

$$C = f(V_R); f = 1 \text{ MHz}; E = 0; T_A = 25^\circ\text{C}$$



Montage 2





## F2 / Filtrés universels

### MOTS-CLEFS

- + Filtre actif
- + Intégrateur
- + Additionneur
- + Structure universelle

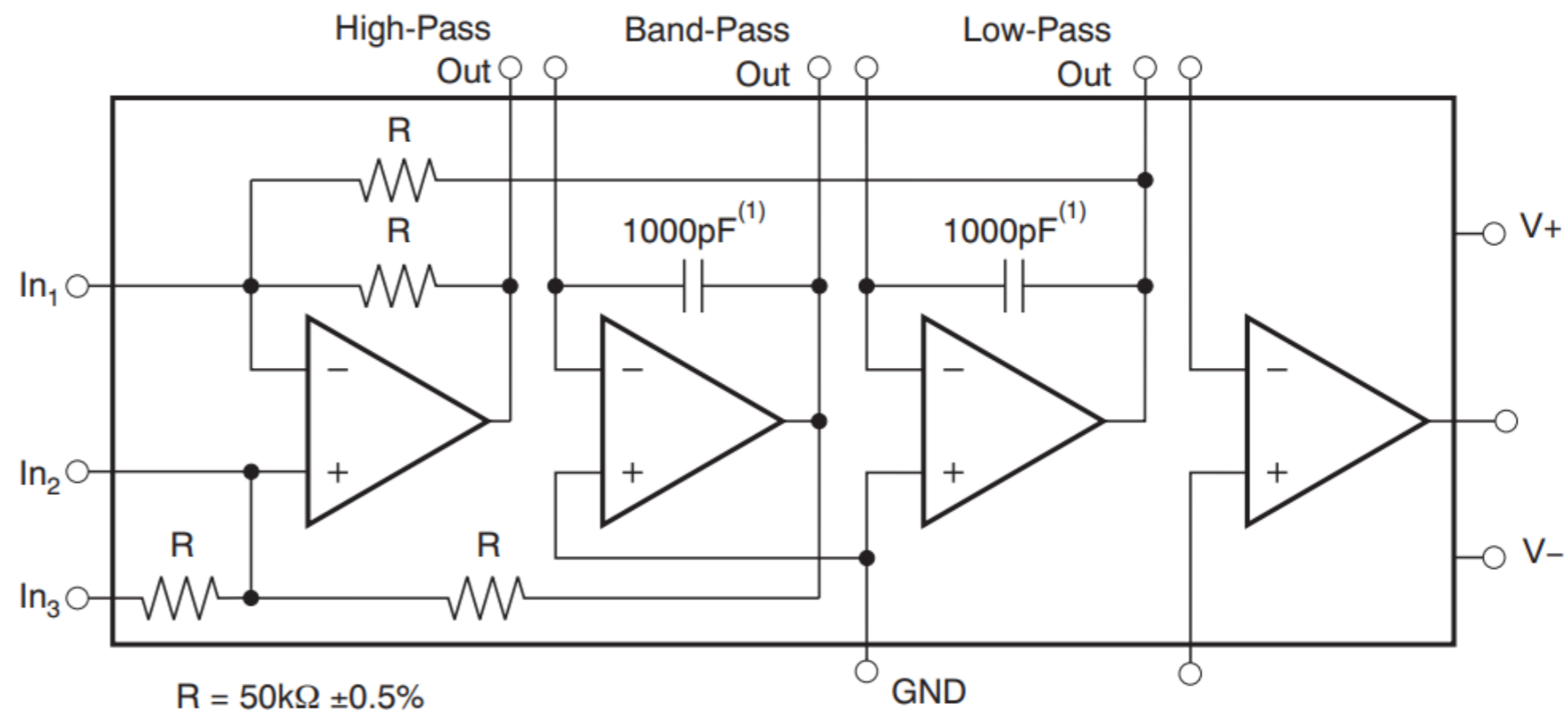
### COMPOSANTS

- + Amplificateur Linéaire Intégré
- + Filtre universel type MF10 ou UAF42 (doc)

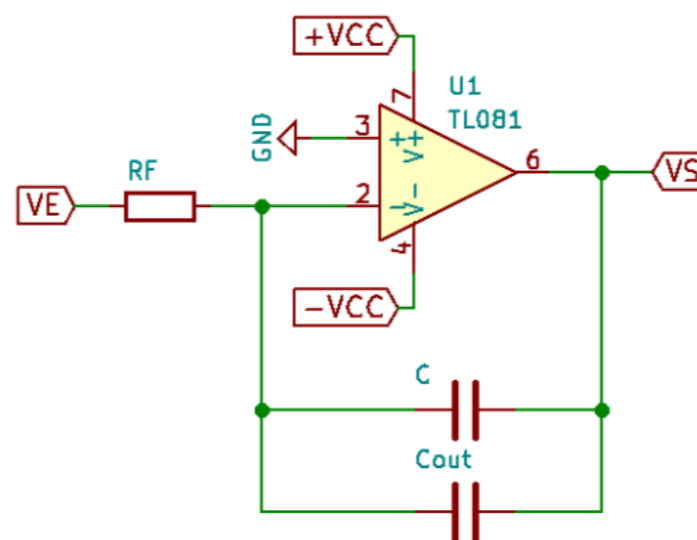
### POUR COMMENCER

- Calculer la fonction de transfert de chacun des blocs (intégrateur et additionneur)
- Identifier ces montages dans la structure interne de l'UAF42
- Donner les fonctions de transfert de l'UAF42 pour les 3 sorties (HP, BP, LP)

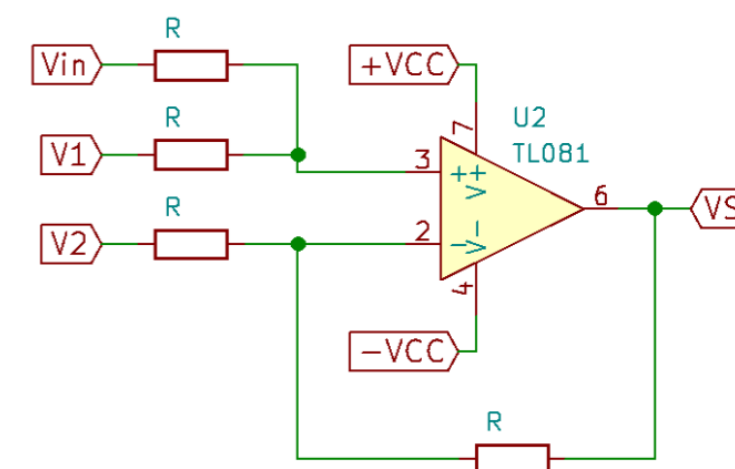
Structure interne UAF42



Intégrateur



Additionneur



MOTS-CLEFS

- + Transistor
- + Capacité commutée

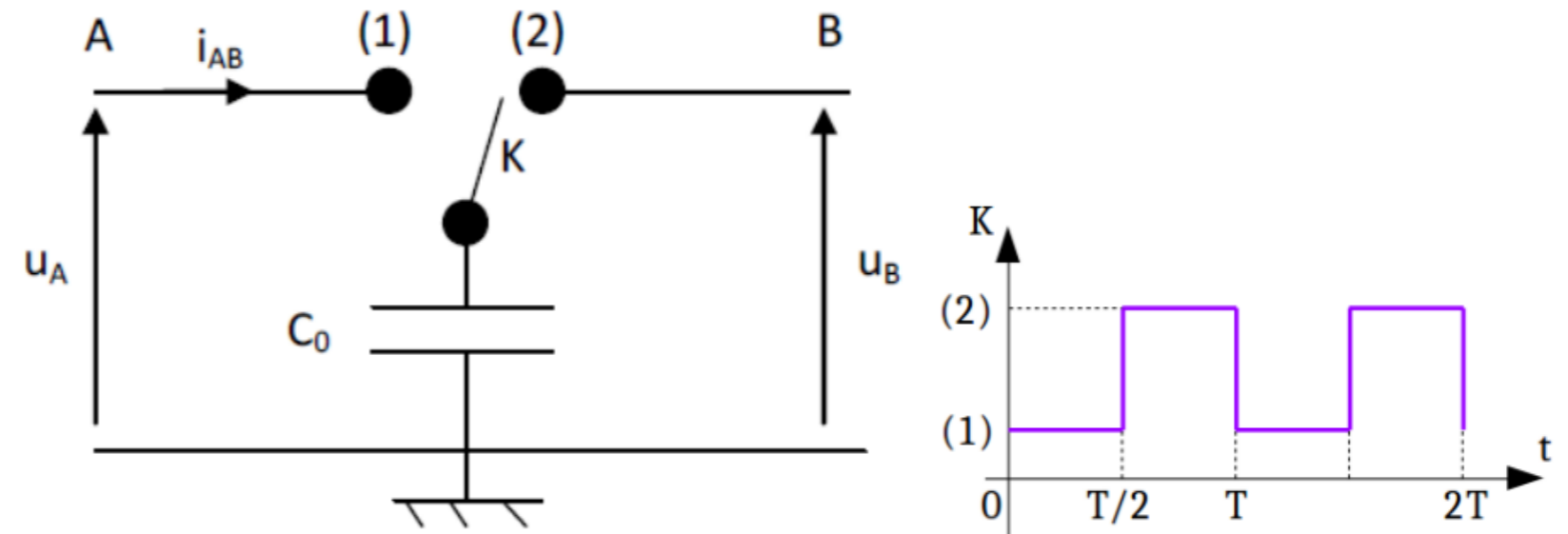
COMPOSANTS

- + Amplificateur Linéaire Intégré
- + Filtre à capacité commutée MAX292 ou MF4

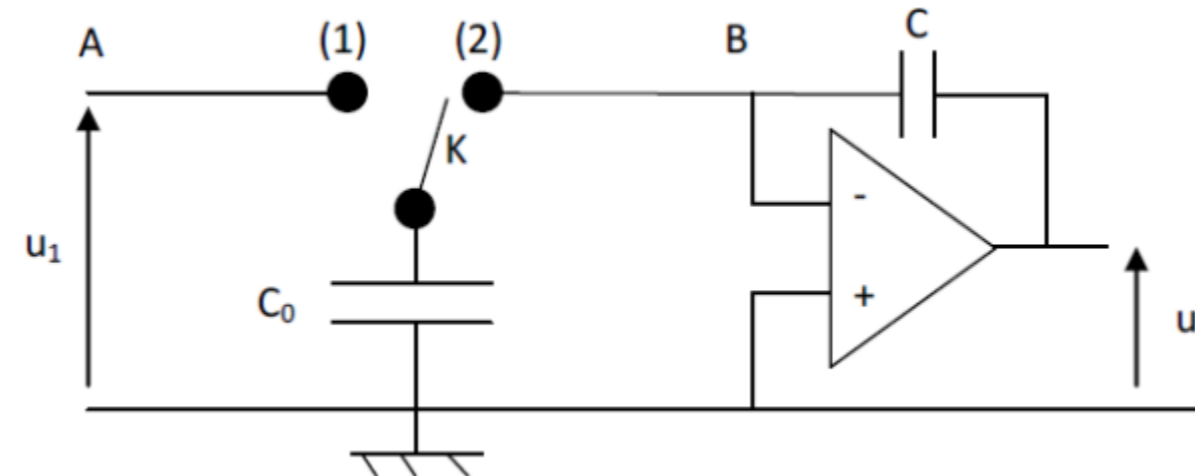
POUR COMMENCER

- Calculer la charge accumulée dans  $C_0$  à chaque demi-période
- Calculer le transfert de charges en une période  $T$
- Donner l'expression de la résistance équivalente  $R_{AB}$  vue entre les bornes A et B
- Calculer alors la fonction de transfert de l'intégrateur

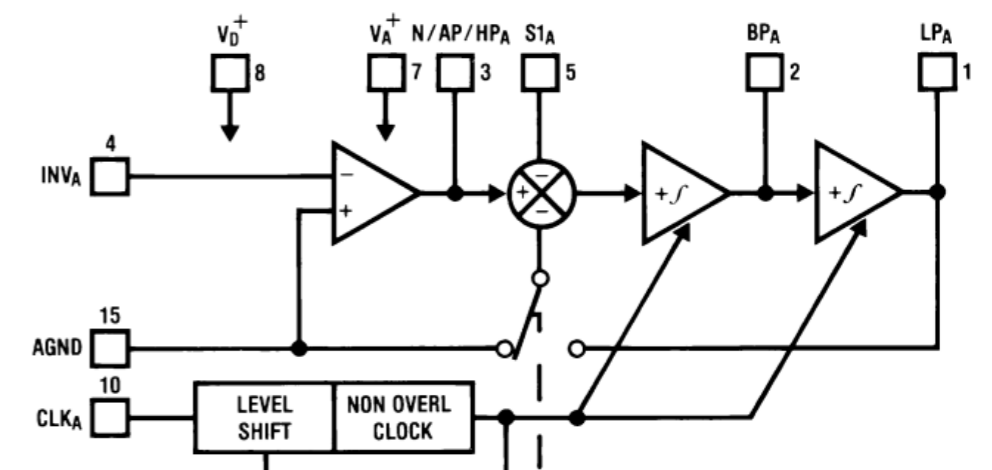
Capacité commutée



Intégrateur



Structure interne MF10



## N2 / Gradateur d'intensité (1/2)

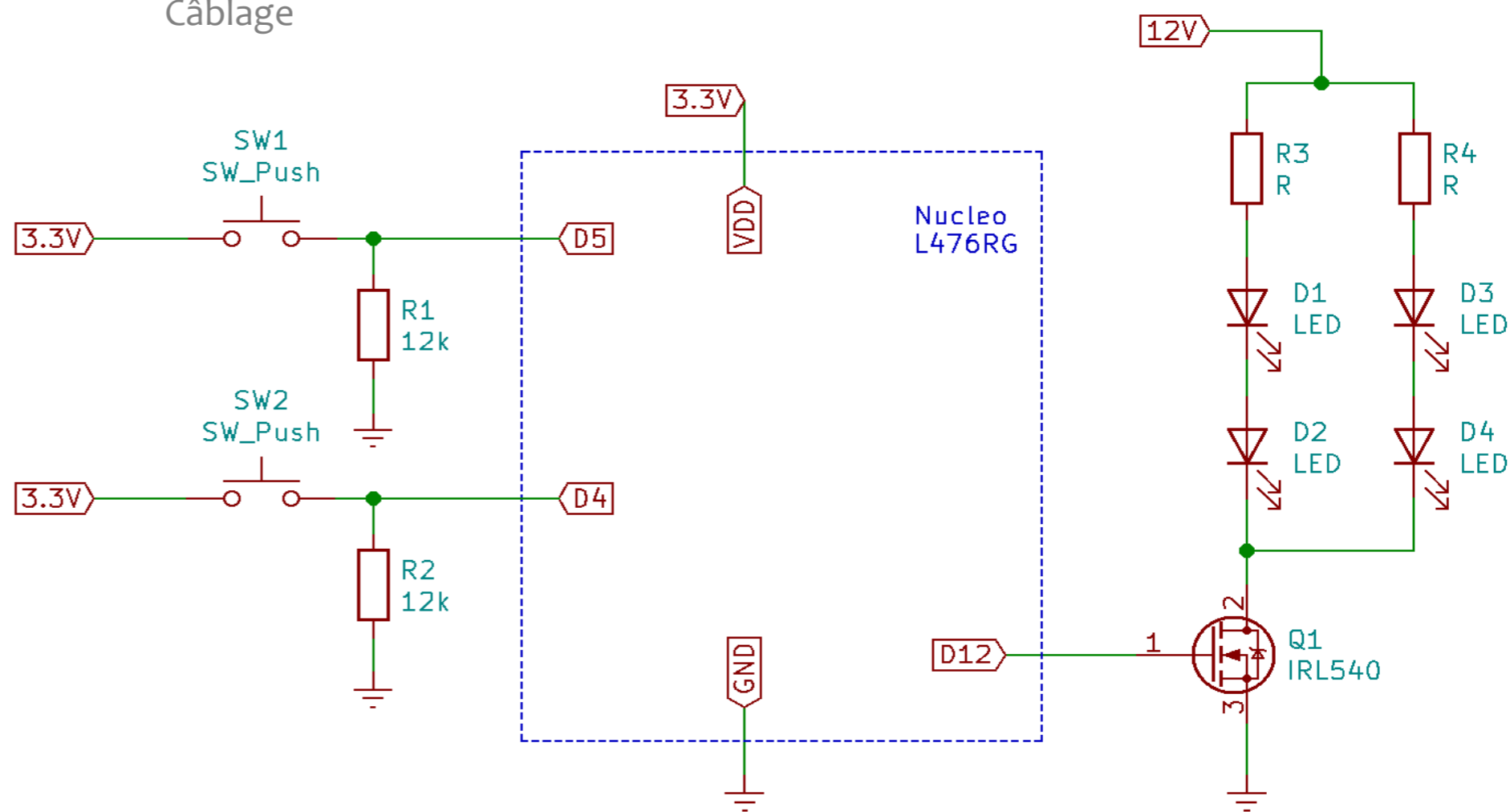
### MOTS-CLEFS

- + Microcontrôleur
- + Entrées / Sorties numériques
- + Interruption
- + Modulation de largeur d'impulsion (PWM)
- + Transistor MOS
- + Résistance de tirage

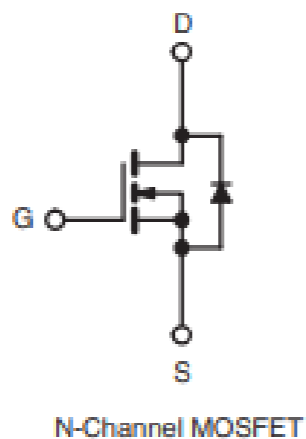
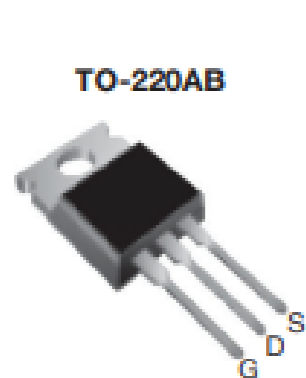
### COMPOSANTS

- + Microcontrôleur + Programme
- + LED (rouge D1 et D2 / bleu D3 et D4)
- + Transistor

### Câblage



Transistor IRL540



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T <sub>C</sub> = 25 °C, unless otherwise noted)				
PARAMETER	SYMBOL	LIMIT	UNIT	
Drain-Source Voltage	V <sub>DS</sub>	100	V	
Gate-Source Voltage	V <sub>GS</sub>	± 10		
Continuous Drain Current	V <sub>GS</sub> at 5.0 V	T <sub>C</sub> = 25 °C	A	
		T <sub>C</sub> = 100 °C		20
Pulsed Drain Current <sup>a</sup>	I <sub>DM</sub>	110	W/°C	
Linear Derating Factor		1.0		
Single Pulse Avalanche Energy <sup>b</sup>	E <sub>AS</sub>	440	mJ	
Avalanche Current <sup>a</sup>	I <sub>AR</sub>	28	A	
Repetitive Avalanche Energy <sup>a</sup>	E <sub>AR</sub>	15	mJ	
Maximum Power Dissipation	T <sub>C</sub> = 25 °C	P <sub>D</sub>	150	W
Peak Diode Recovery dV/dt <sup>c</sup>	dV/dt	5.5	V/ns	
Operating Junction and Storage Temperature Range	T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	- 55 to + 175	°C	
Soldering Recommendations (Peak Temperature)	for 10 s	300 <sup>d</sup>		

## Programme 1 (Scrutation)

```

#include "mbed.h"

DigitalIn  bp_plus(D5);
DigitalIn  bp_moins(D4);

PwmOut    led_pwm(D12);

double    rc_led = 0;

int main()
{
    led_pwm.period_us(500);
    led_pwm.write(rc_led);

    while (true)
    {
        if(bp_plus == 1){
            if(rc_led < 0.95){
                rc_led += 0.05;
            }
        }
        else{
            if(bp_moins == 1){
                if(rc_led > 0.05){
                    rc_led -= 0.05;
                }
            }
        }
        led_pwm.write(rc_led);
    }
}

```

## Programme 2 (Interruption)

```

#include "mbed.h"

InterruptIn  bp_plus(D5);
InterruptIn  bp_moins(D4);

PwmOut    led_pwm(D12);

double    rc_led = 0;

void ISR_plus(void){
    if(rc_led < 0.95){ rc_led += 0.05;
        led_pwm.write(rc_led);}
}

void ISR_moins(void){
    if(rc_led > 0.05){ rc_led -= 0.05;
        led_pwm.write(rc_led);}
}

int main()
{
    led_pwm.period_us(500);
    led_pwm.write(rc_led);
    bp_plus.rise(&ISR_plus);
    bp_moins.rise(&ISR_moins);

    while (true)
    { }
}

```

# N3 / Contrôle de vitesse d'un moteur (1/2)

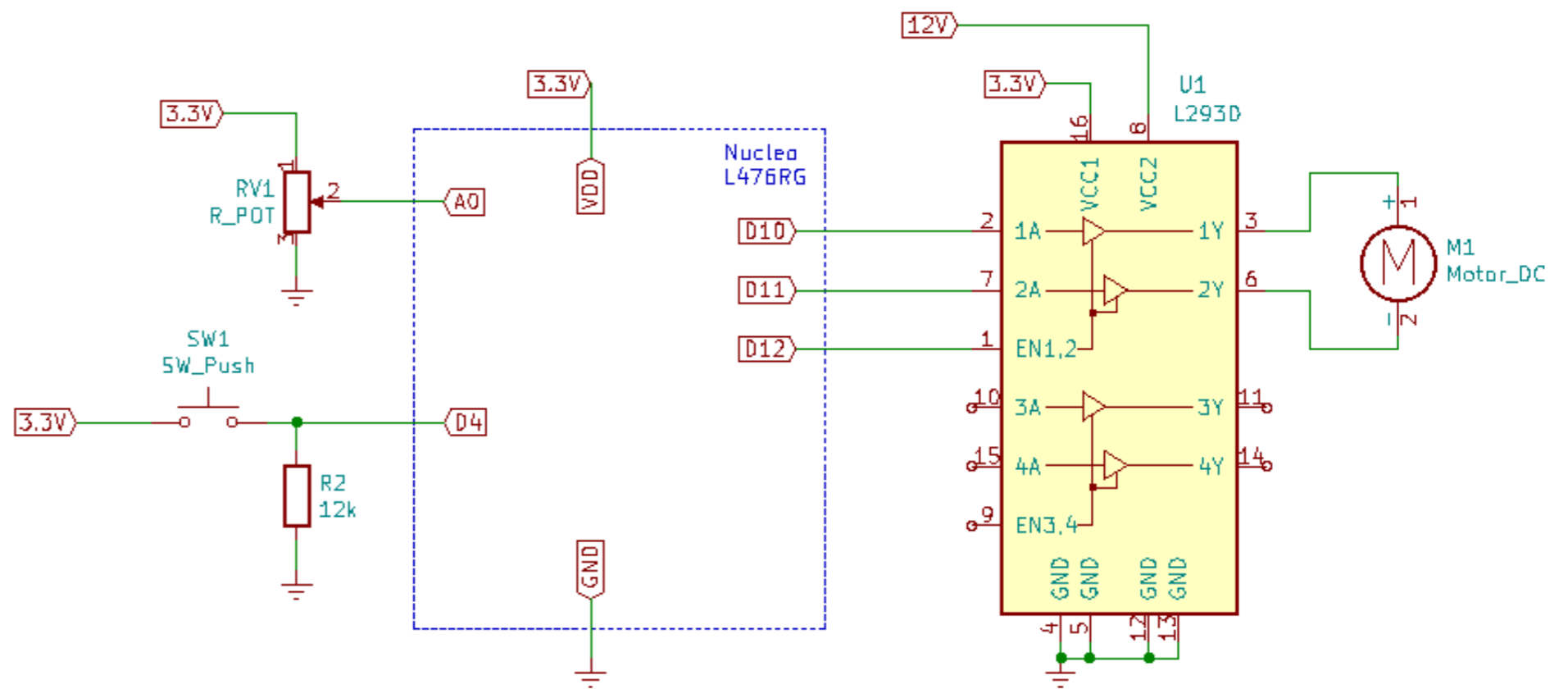
## MOTS-CLEFS

- + Microcontrôleur
- + Modulation de largeur d'impulsion (PWM)
- + Pont en H
- + Moteur à courant continu (pilotage en vitesse)

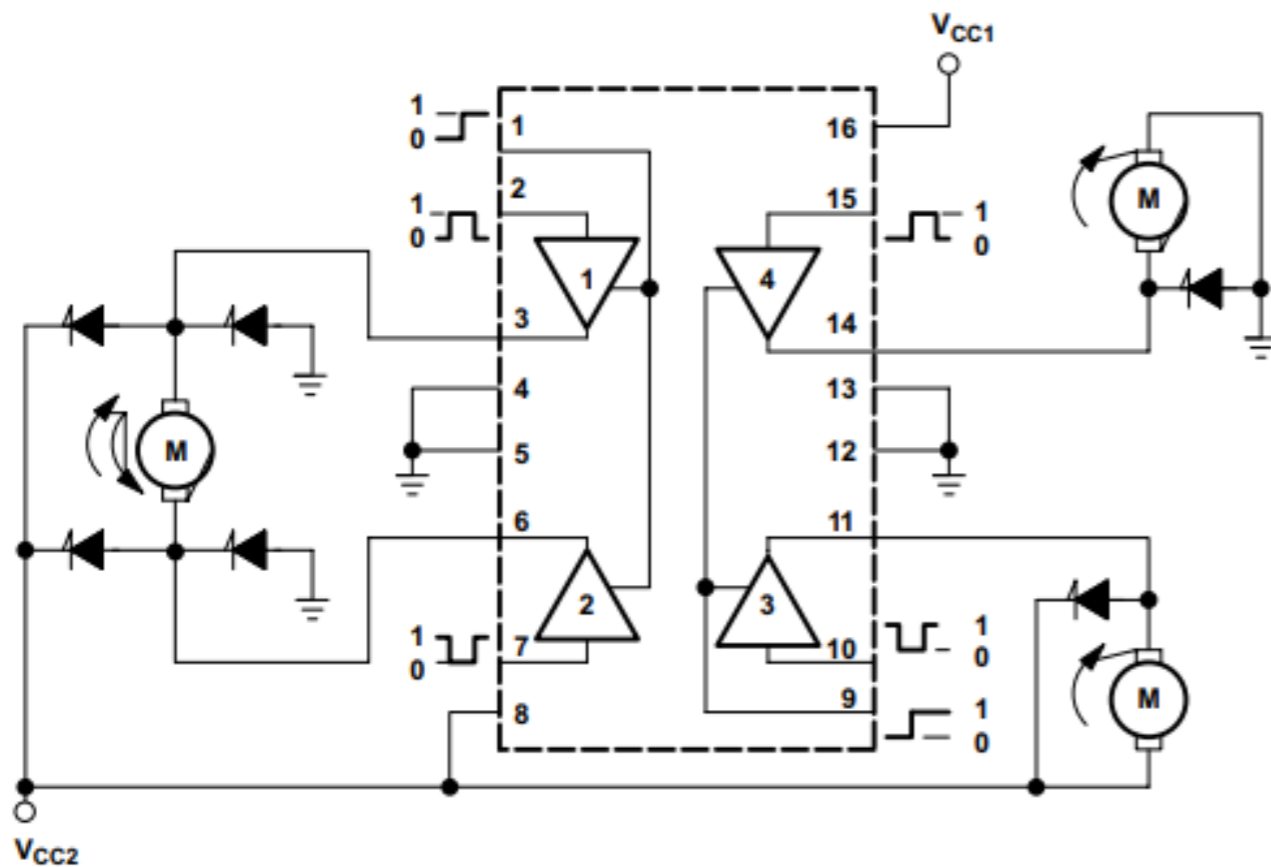
## COMPOSANTS

- + Microcontrôleur
- + Moteur à courant continu
- + Transistor / Pont en H

### Câblage



### Pont en H – L293 / Diagramme fonctionnel



### Pont en H – L293 / Sorties

**Table 1. Function Table (Each Driver)<sup>(1)</sup>**

INPUTS <sup>(2)</sup>		OUTPUT (Y)
A	EN	
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

(1) H = high level, L = low level, X = irrelevant, Z = high impedance (off)  
 (2) In the thermal shutdown mode, the output is in the high-impedance state, regardless of the input levels.

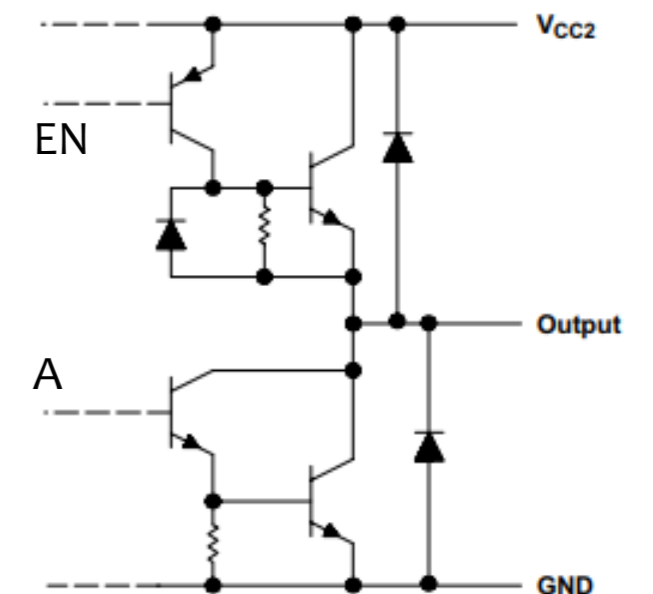


Figure 5. Schematic of Outputs for the L293D

## Programme

```

#include "mbed.h"

InterruptIn  bp_on(D4);

AnalogIn    pot(A0);

DigitalOut   mcc_enable(D12);
PwmOut      mcc_clockwise(D11);
PwmOut      mcc_anticlwise(D10);

double      rc_mcc = 0;
int         mcc_on_off = 0;

void  ISR_on_off(void){
    if(mcc_on_off == 1){
        mcc_on_off = 0;
        mcc_enable = 0;
    }
    else{
        mcc_on_off = 1;
        mcc_enable = 1;
    }
}

int  main()
{
    mcc_clockwise.period_us(500);
    mcc_anticlwise.period_us(500);
    mcc_clockwise.write(rc_mcc);
    mcc_anticlwise.write(rc_mcc);

```

```

...

    bp_on.rise(&ISR_on_off);

    while(true)
    {
        if(mcc_on_off == 1){
            rc_mcc = pot.read() ;
            if(rc_mcc > 0.5){
                rc_mcc = (rc_mcc - 0.5) * 2;
                mcc_clockwise.write(rc_mcc);
                mcc_anticlwise.write(0);
            }
            else{
                rc_mcc = (rc_mcc) * 2;
                mcc_clockwise.write(0);
                mcc_anticlwise.write(rc_mcc);
            }
        }
        else{
            mcc_clockwise.write(0);
            mcc_anticlwise.write(0);
        }
    }
}

```

# L4 / Driver de LED

## MOTS-CLEFS

- + Transistor
- + Miroir de courant
- + LED de puissance

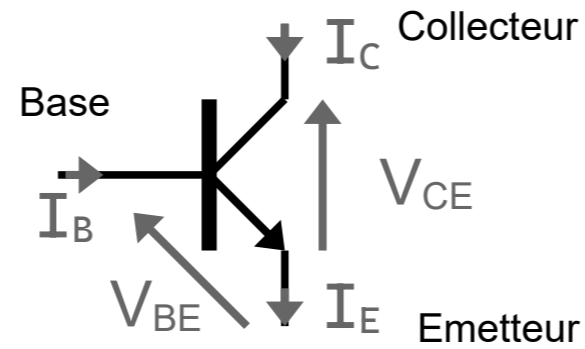
## COMPOSANTS

- + LED
- + Transistor
- + Drivers de LED (AL5809 et NCR320U)

## POUR COMMENCER

- Sur le montage 1 :
- calculez  $I_{C2}$  en fonction de  $I_P$
  - calculez la puissance dissipée par la résistance  $R_P$
- Sur le montage 2 (composant NCR320U) :
- calculez le courant  $I_{out}$  et précisez l'intérêt de  $R_{ext}$
  - calculez le courant  $I_{en}$  et précisez l'intérêt de  $V_{en}$
- Composant AL5809 :
- expliquez le fonctionnement de ce composant

## Transistor Bipolaire



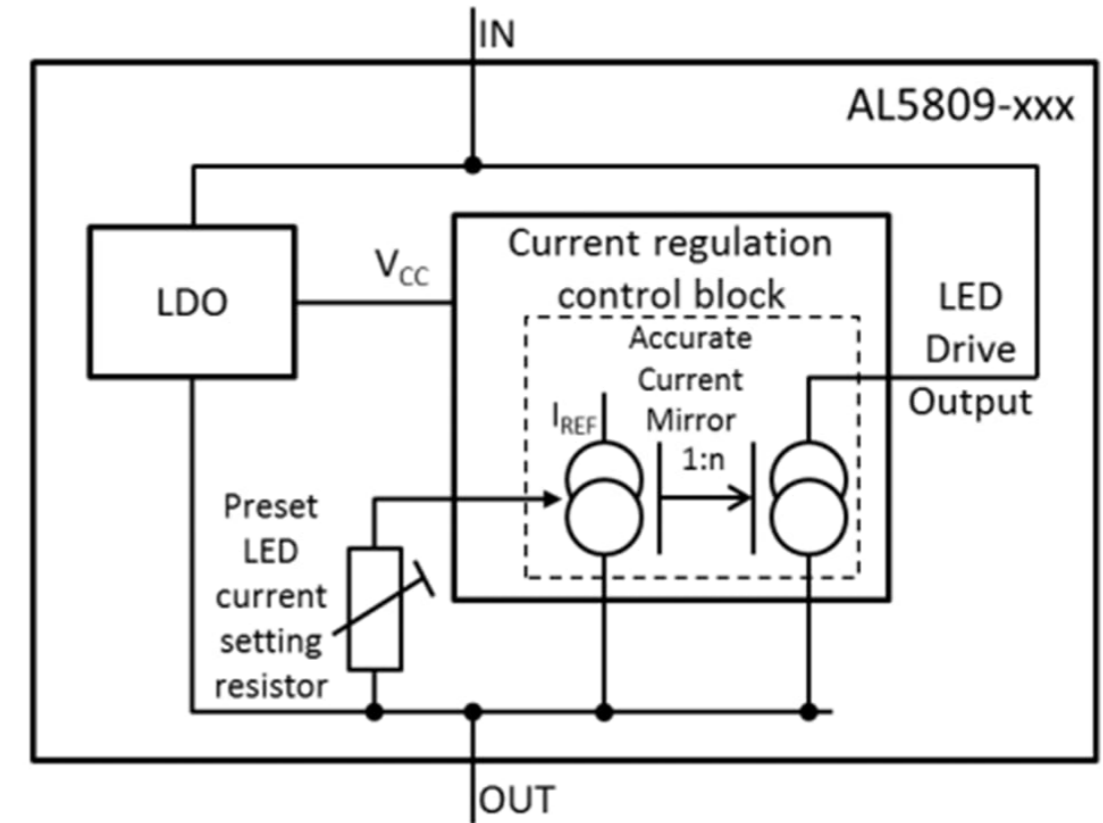
$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

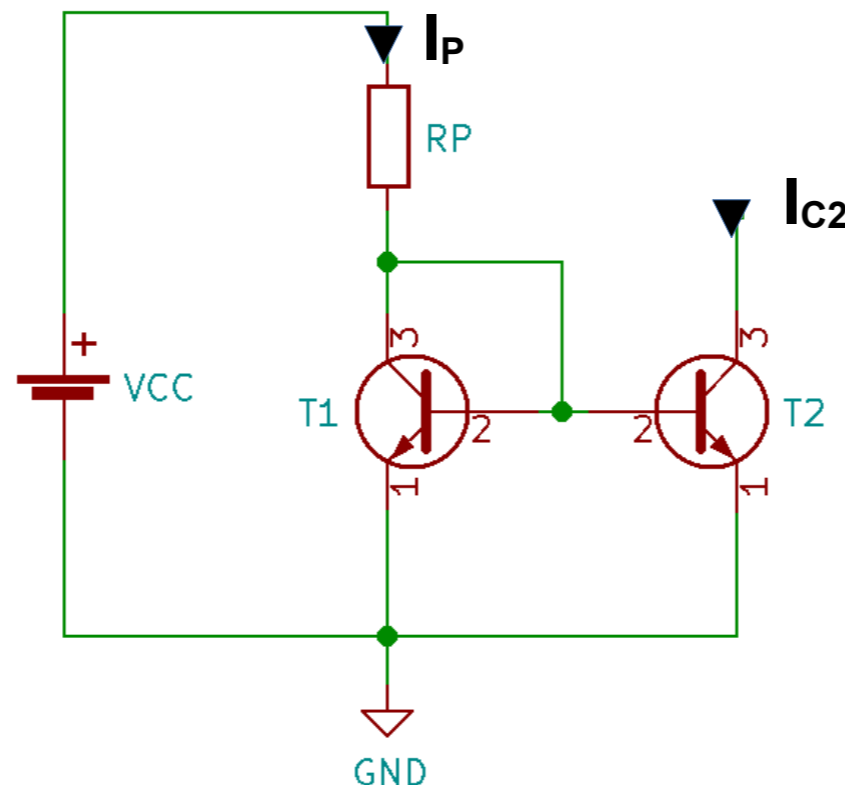
$$I_C = \beta \cdot I_{BS} \exp(V_{BE}/U_T)$$

$U_T$ ,  $I_{BS}$  et  $\beta$  sont des paramètres intrinsèques du transistor

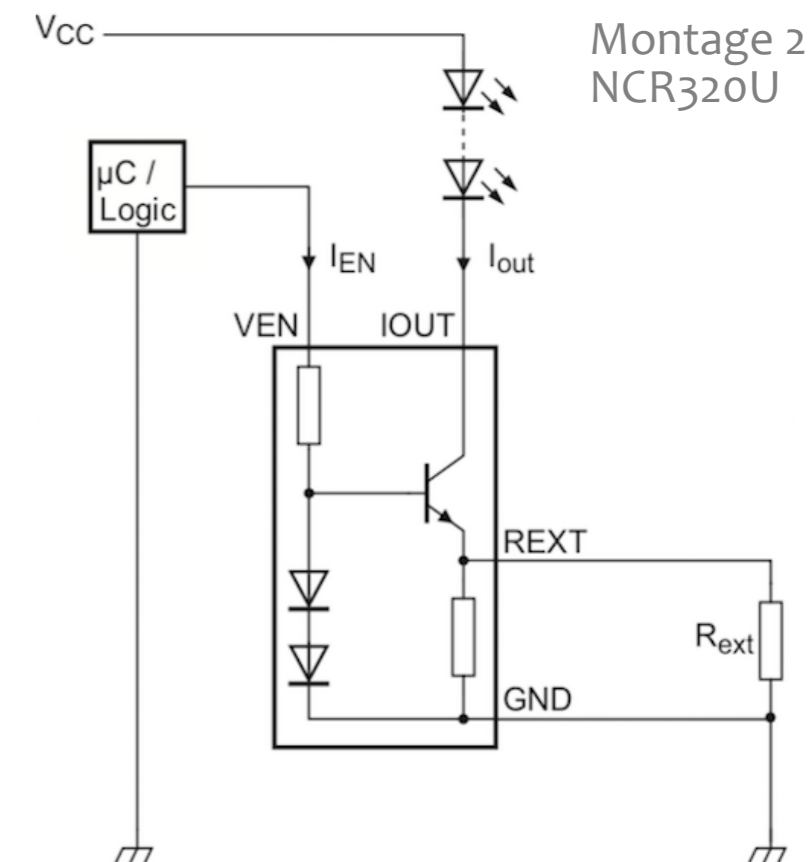
## Composant AL5809



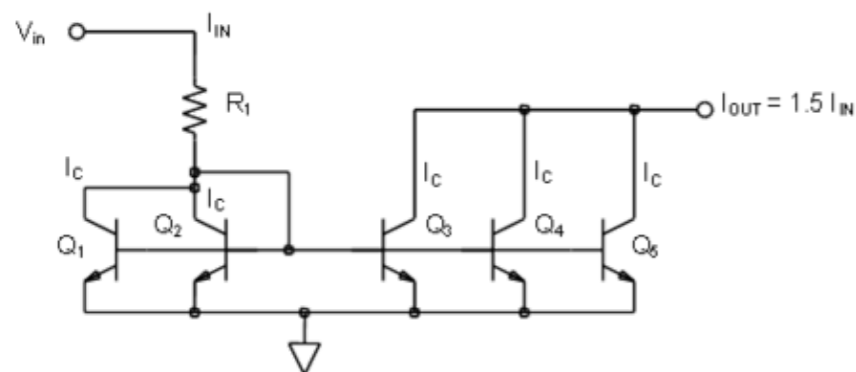
## Montage 1



## Montage 2 NCR320U



## Montage bonus (1 bis)



# N4 / Pilotage d'une barrette CCD (1/2)

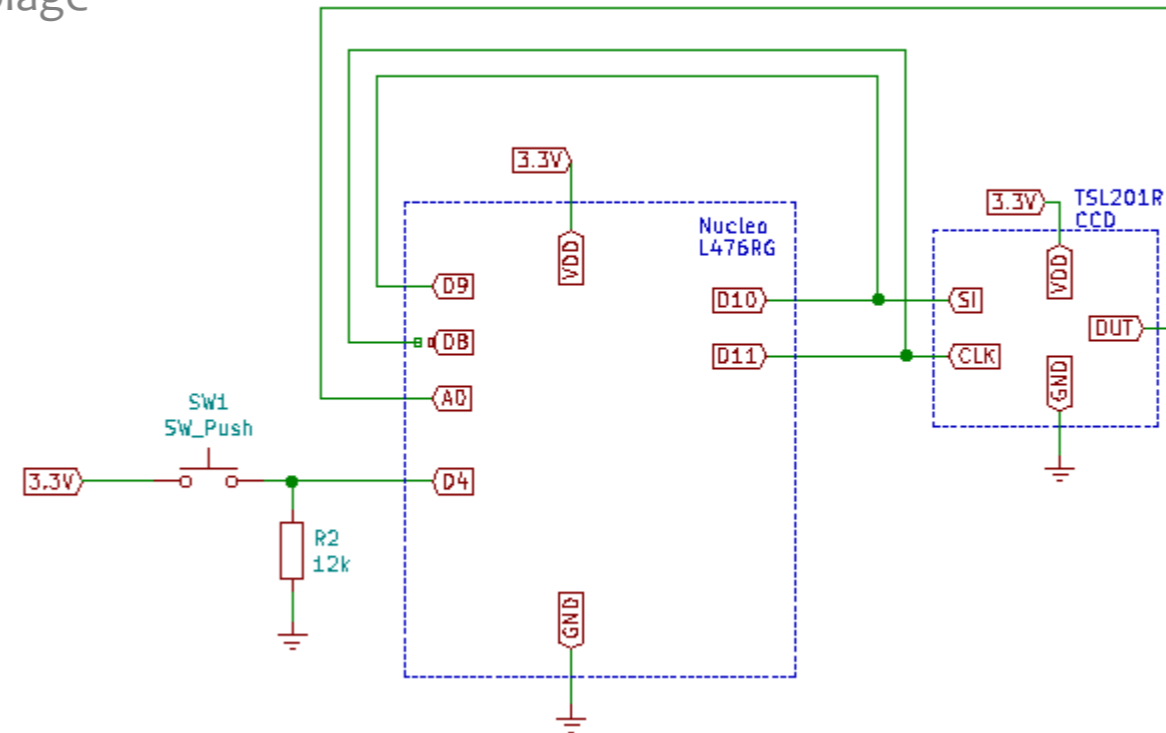
## MOTS-CLEFS

- + Microcontrôleur
- + Capteur CCD
- + Sortie Série

## COMPOSANTS

- + Microcontrôleur
- + Barrette CCD - TSL201R

## Câblage



Capteur linéaire CCD - TSL201R

## Functional Block Diagram

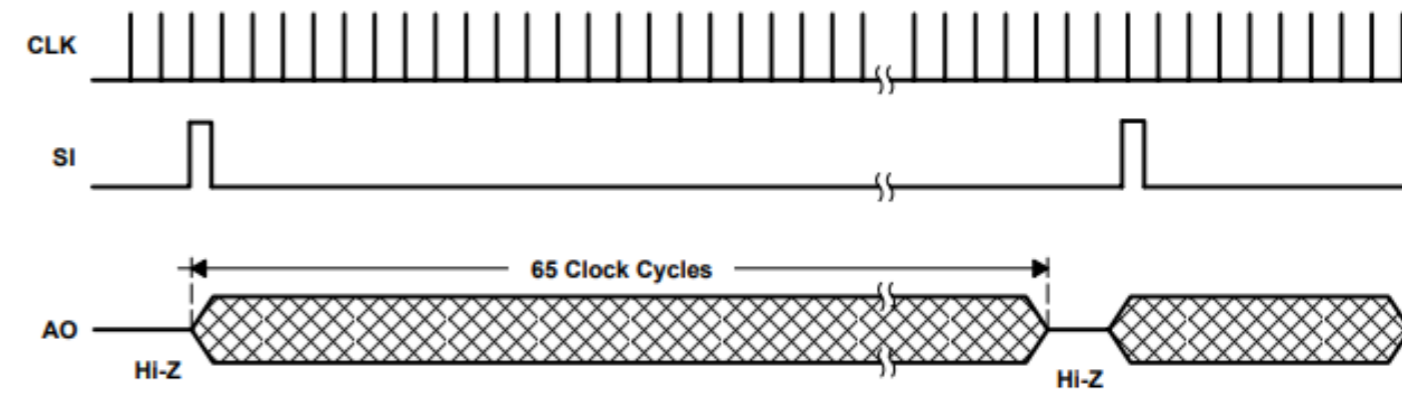
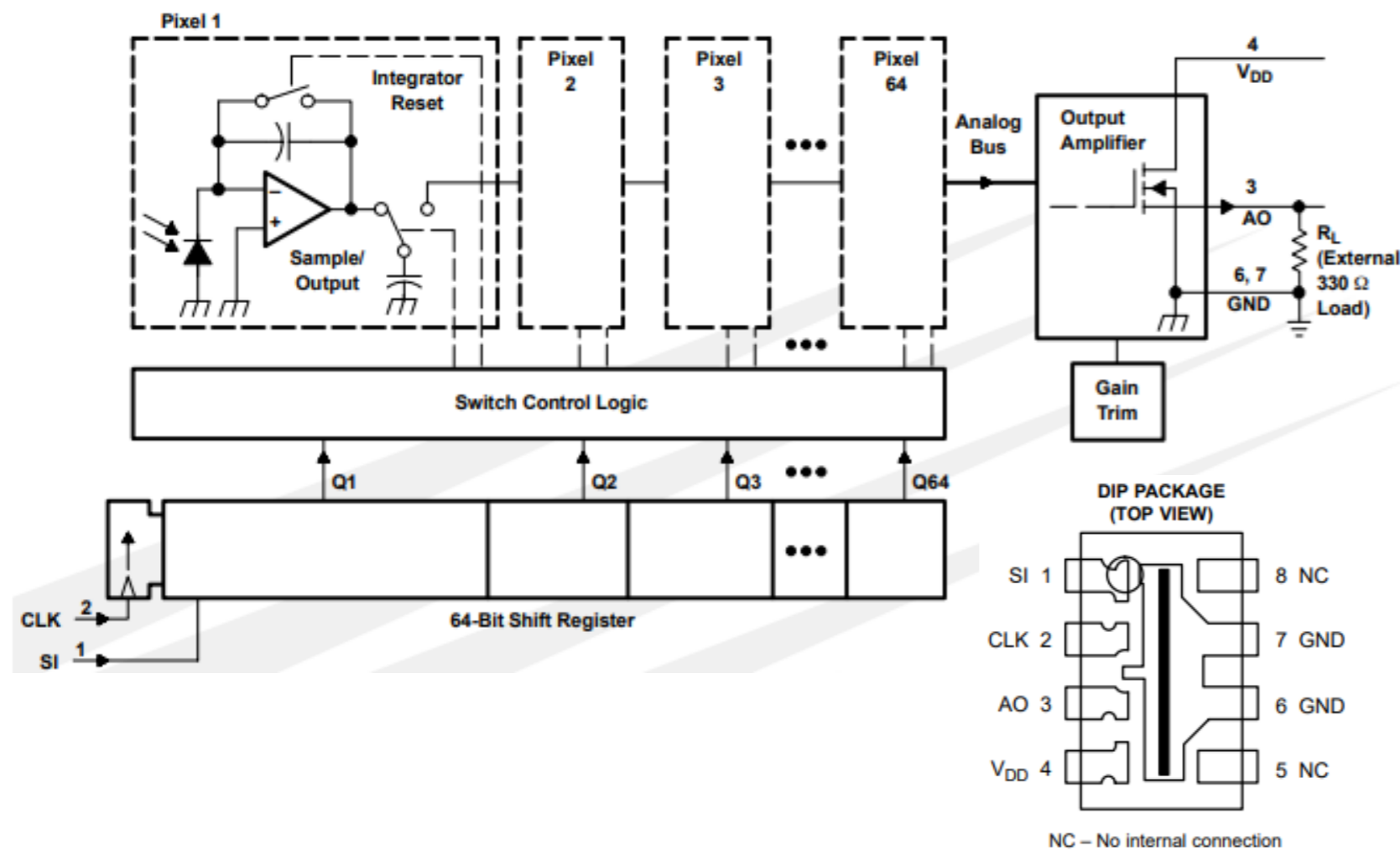
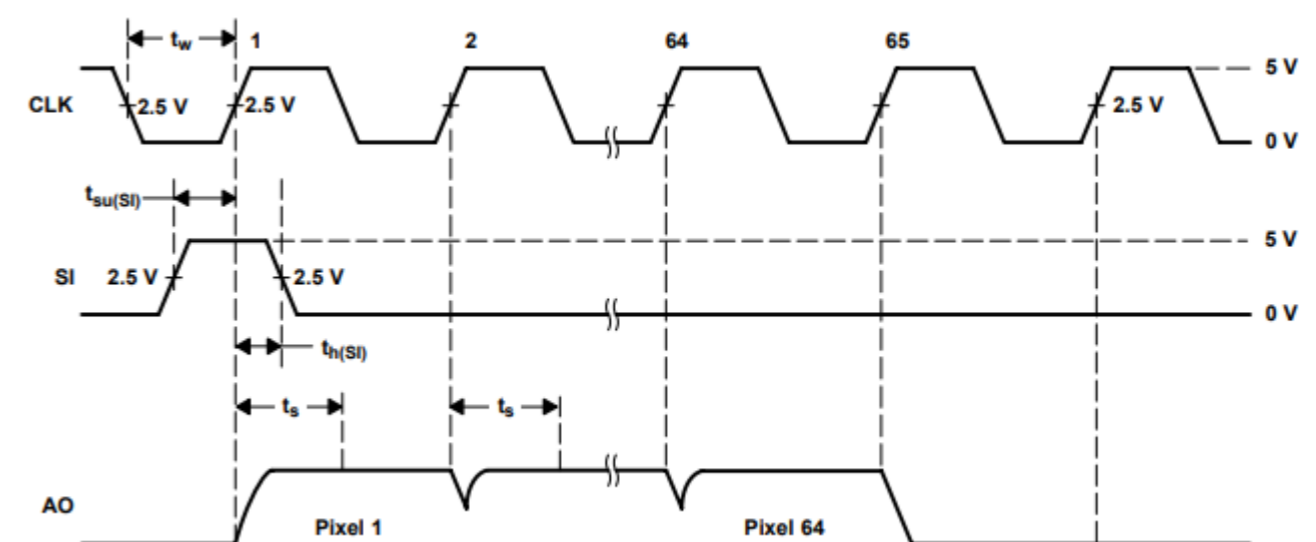


Figure 1. Timing Waveforms





## Programme

```

#include "mbed.h"

#define T_CLK      100
#define T_SU_SI   20
#define TOTAL_PER 80

InterruptIn  bp_acquire(D4);
InterruptIn  ccd_CLK_in(D8);

DigitalOut   ccd_SI(D10);
PwmOut       ccd_CLK(D11);
AnalogIn     ccd_out(A0);

int          cpt_acq, acq_OK;
double       data[64];

void ISR_acquire(void){
    if(cpt_acq < 64){
        data[cpt_acq] = ccd_out.read();
    }
    if(cpt_acq == TOTAL_PER){
        wait_us(T_CLK/2-T_SU_SI);
        ccd_SI = 1;
    }
    cpt_acq++;
}

```

```

void ISR_reset_SI(void){
    if(ccd_SI.read() == 1){
        ccd_SI = 0 ;
        cpt_acq = 0 ;
    }
}

void ISR_print_acq(void){ acq_OK = 1 ; }

int main()
{
    ccd_CLK.period_us(T_CLK);
    ccd_CLK.write(0.5);
    ccd_SI = 0;
    acq_OK = 0;
    cpt_acq = 0;

    ccd_CLK_in.fall(&ISR_acquire);
    ccd_CLK_in.rise(&ISR_reset_SI);
    bp_acquire.rise(&ISR_print_aqc);

    while(1){
        if((cpt_acq == 64) && (acq_OK == 1)){
            for(int i = 0 ; i < 64 ; i++){
                printf("d_%d = %lf", i, data[i]);
                acq_OK = 0;
            }
        }
    }
}

```