

Conception Electronique

Retours sur TD / Bloc 2

Composants et structures

LED et circuit d'émission

Structure L4 : driver de LED

Amplificateur Linéaire Intégré

Structure C2 : capteur de température

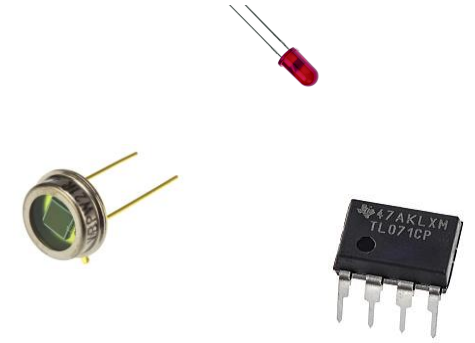
Diode Zener

Structure C3 : mise en forme d'un signal sonore

Structure F2 : filtre universel

Structure F3 : filtre à capacité commutée

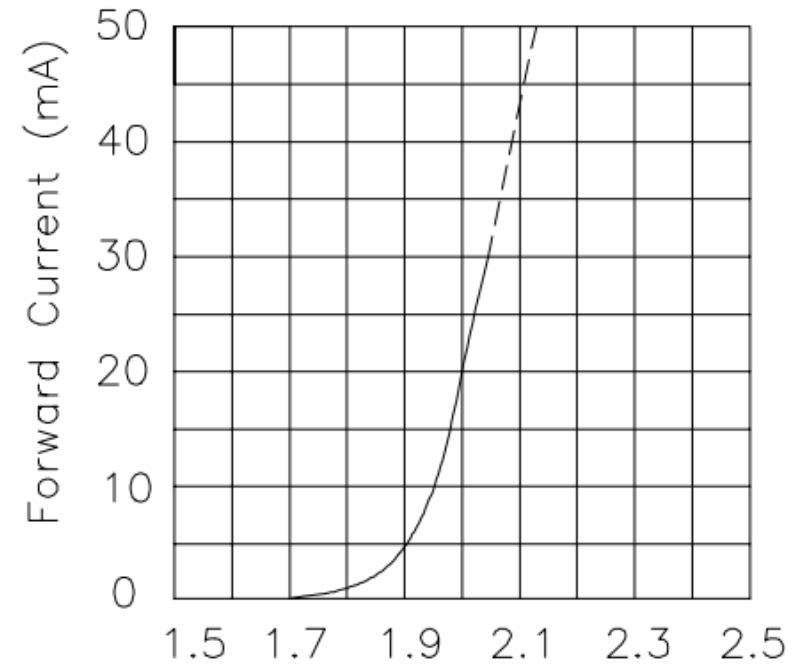
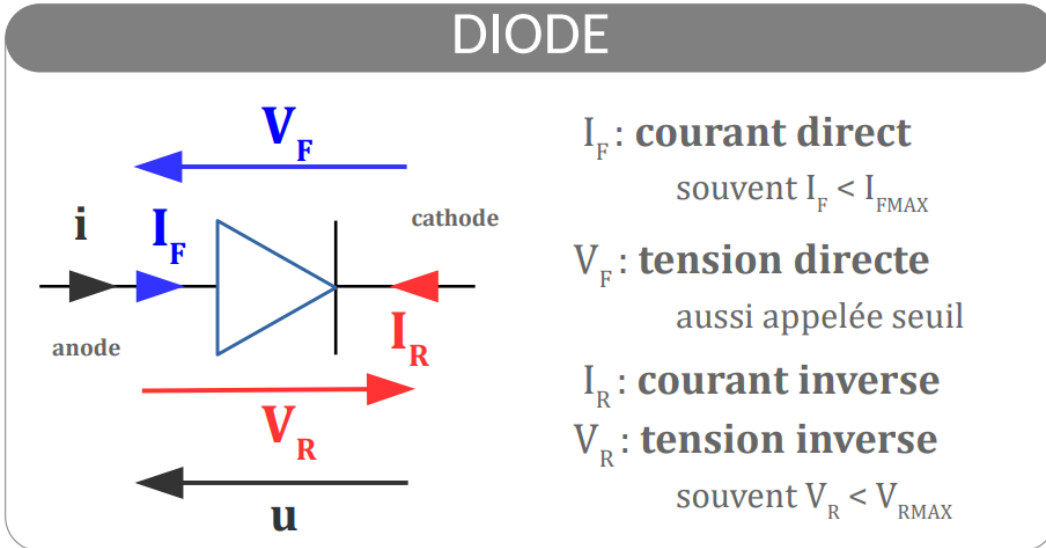
Microcontrôleur



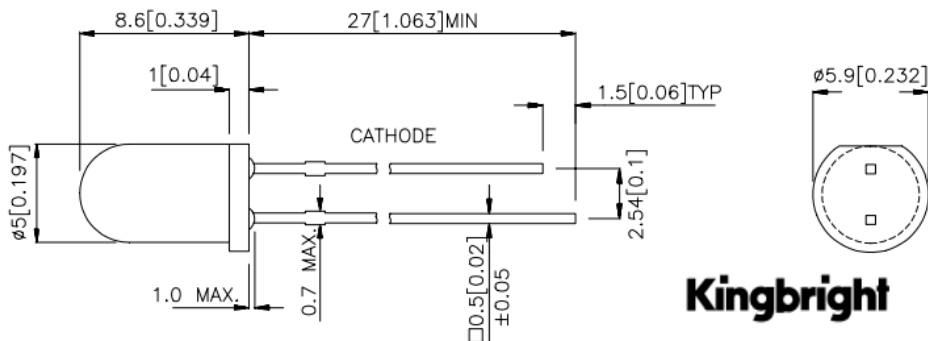
LED et circuit d'émission



Caractéristiques électriques et symbole



Forward Current (mA)
 FORWARD CURRENT Vs.
 FORWARD VOLTAGE



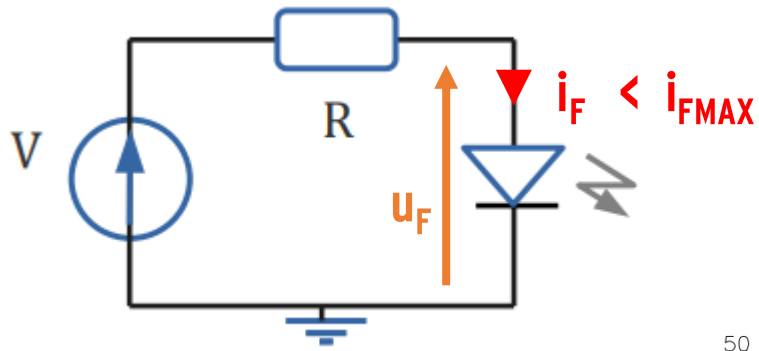
LED et circuit d'émission



Emetteur à LED

Idéalement : source de courant

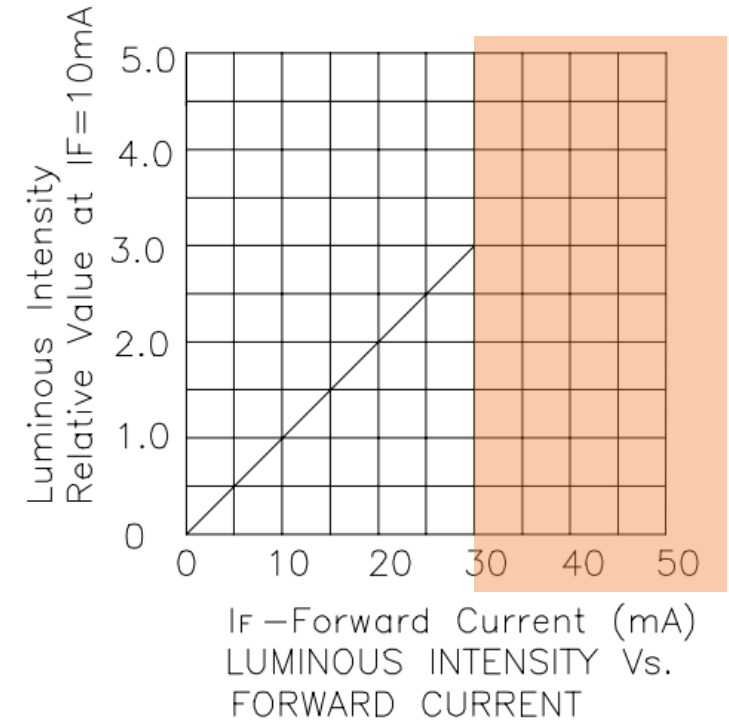
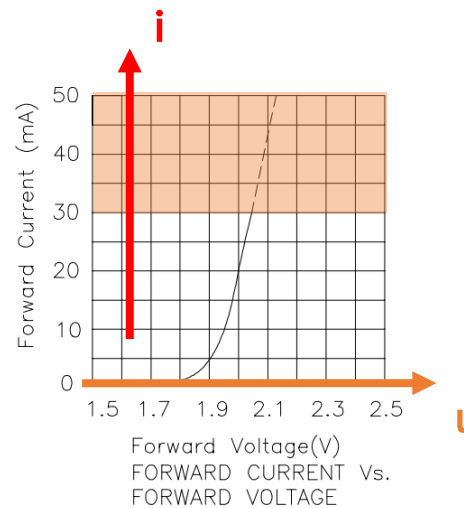
En pratique : source de tension associée à une résistance



Loi d'Ohms et loi des mailles

$$R \cdot i_F = V - u_F$$

$$i_F = (V - u_F) / R < i_{FMAX}$$



Kingbright

High Efficiency Red

L-531D

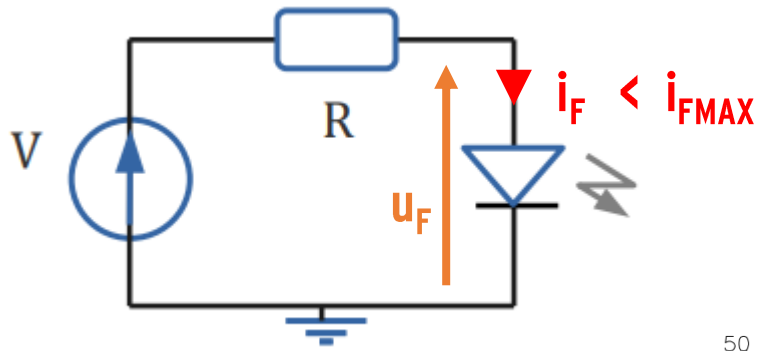
LED et circuit d'émission



Emetteur à LED

Idéalement : source de courant

En pratique : source de tension associée à une résistance



Loi d'Ohms et loi des mailles

$$R \cdot i_F = V - u_F$$

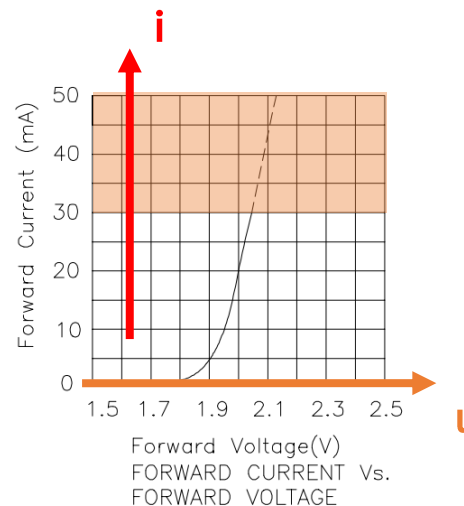
$$i_F = (V - u_F) / R < i_{FMAX}$$

Cas critique

$$i_F = i_{FMAX} \text{ lorsque } V = V_{MAX}$$

$$i_{FMAX} = (V_{MAX} - u_F) / R$$

$$R > (V_{MAX} - u_F) / i_{FMAX}$$



Kingbright

High Efficiency Red

L-531D

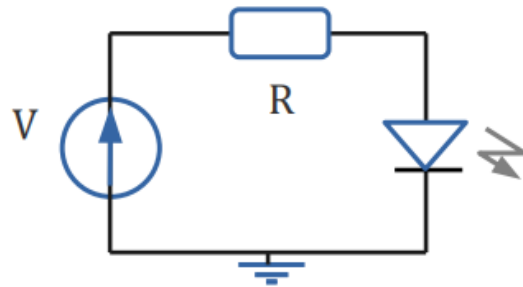
LED et circuit d'émission



Emetteur à LED

Idéalement : source de courant

En pratique : source de tension associée à une résistance



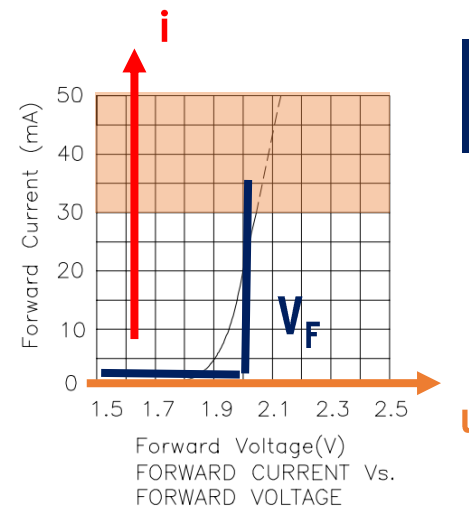
Cas critique

$$i_F = i_{FMAX} \quad \text{lorsque } V = V_{MAX}$$

$$i_{FMAX} = (V_{MAX} - u_F) / R$$

Electrical / Optical Characteristics at $T_A=25^\circ C$

Symbol	Parameter	Device	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
λ_{peak}	Peak Wavelength	High Efficiency Red	627		nm	$I_F=20mA$
λ_D	Dominate Wavelength	High Efficiency Red	625		nm	$I_F=20mA$
$\Delta\lambda_{1/2}$	Spectral Line Half-width	High Efficiency Red	45		nm	$I_F=20mA$
C	Capacitance	High Efficiency Red	15		pF	$V_F=0V; f=1MHz$
V_F	Forward Voltage	High Efficiency Red	2.0	2.5	V	$I_F=20mA$
I_R	Reverse Current	High Efficiency Red		10	μA	$V_R = 5V$

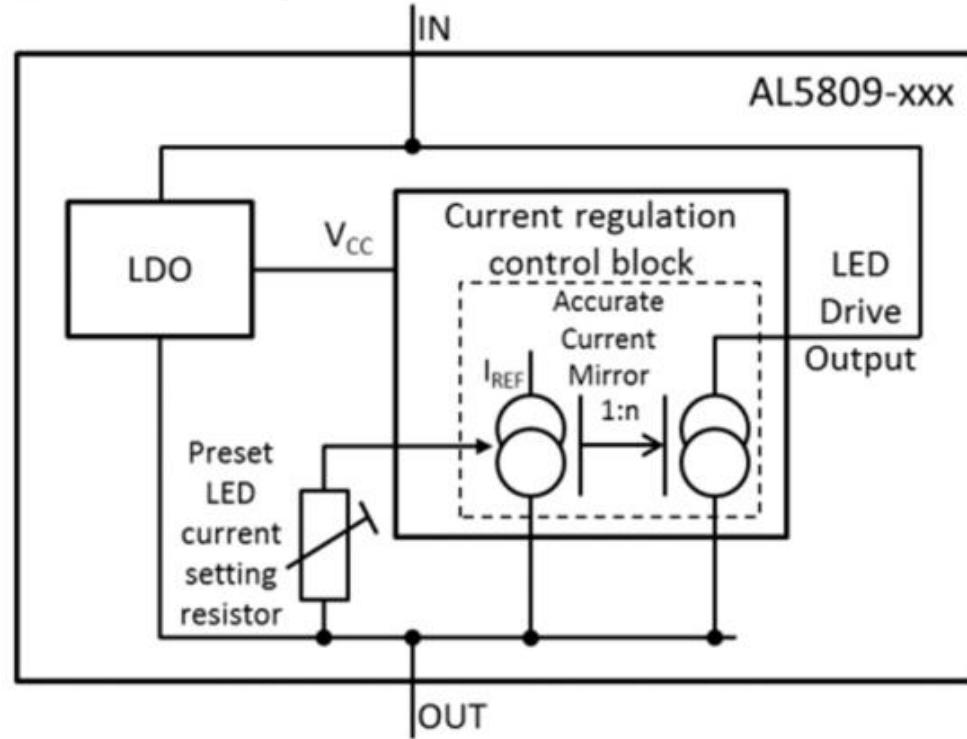


$$R > (V_{MAX} - V_F) / i_{FMAX}$$

Kingbright
 High Efficiency Red L-53ID

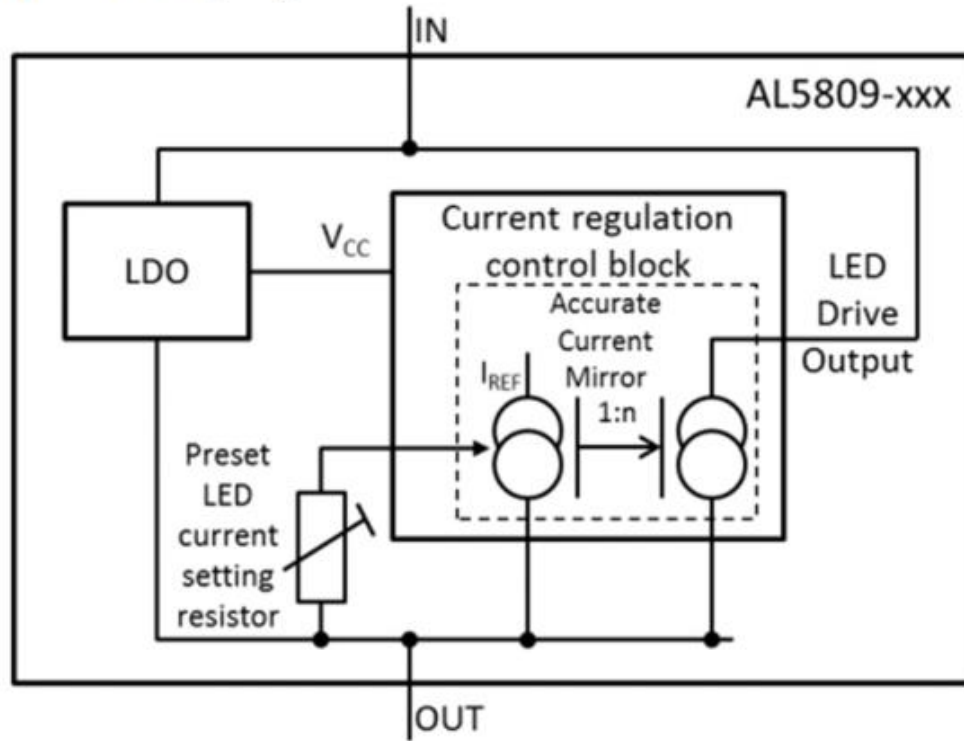
Structure L4

Composant AL5809



Structure L4

Composant AL5809



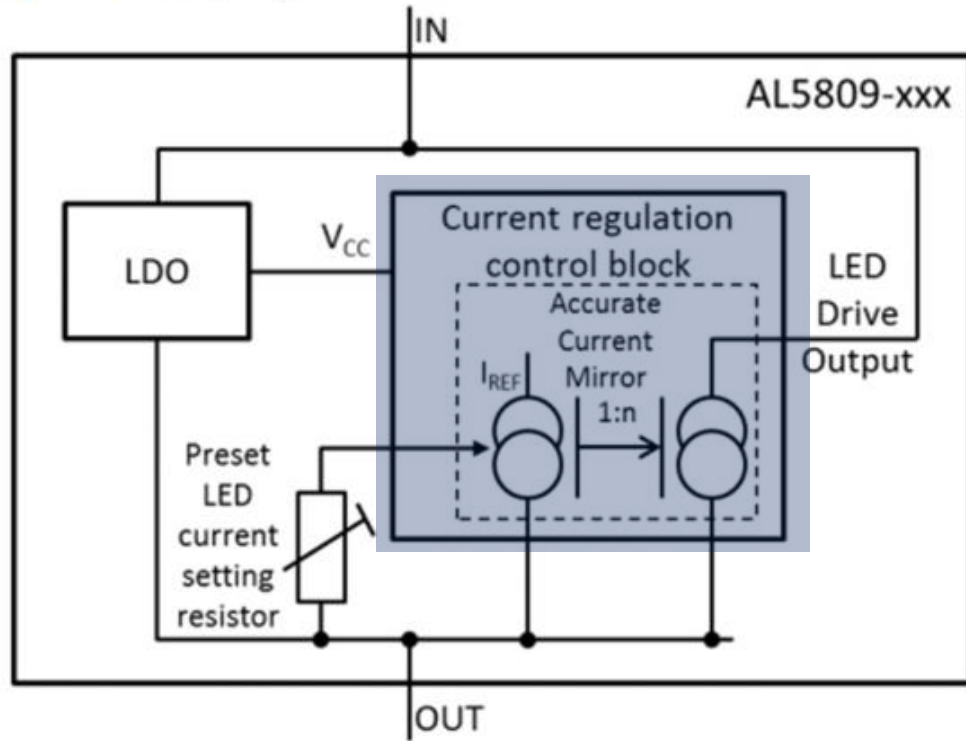
DIODES
INCORPORATED

AL5809

**60V Two Terminal Constant Current LED Driver
PowerDI**

Structure L4

Composant AL5809

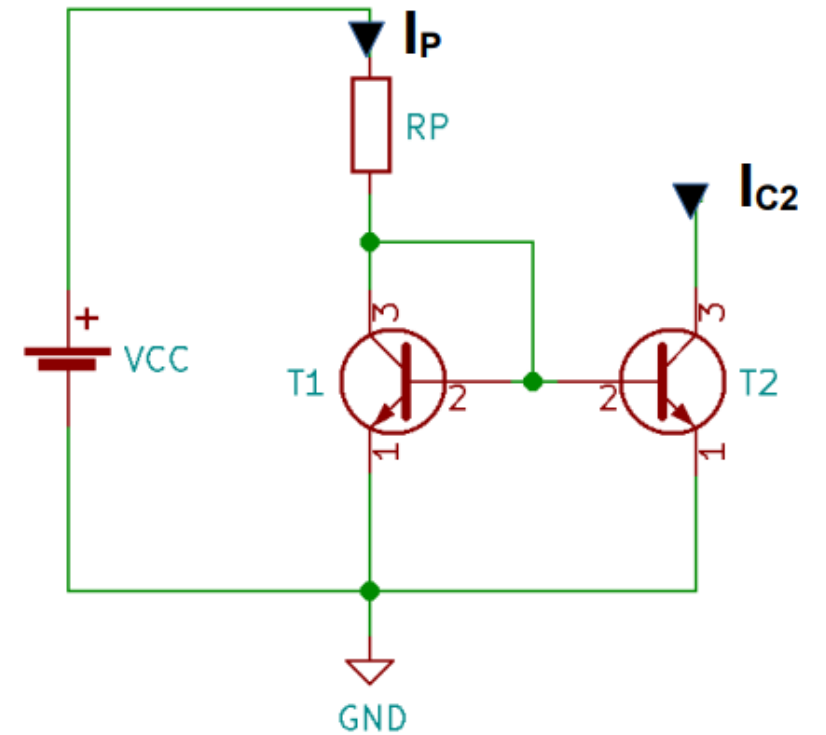


AL5809



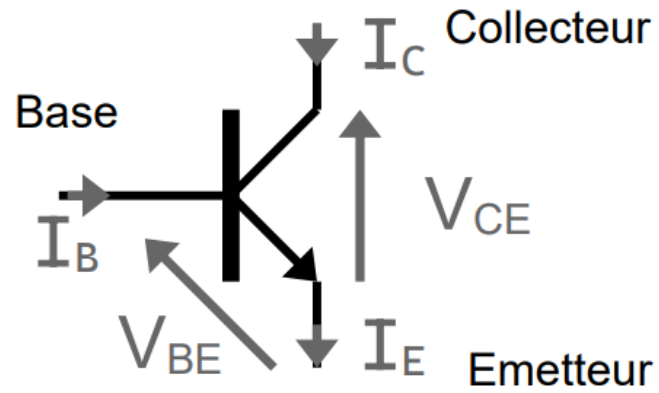
**60V Two Terminal Constant Current LED Driver
PowerDI**

Miroir de courant



Structure L4

Transistor Bipolaire



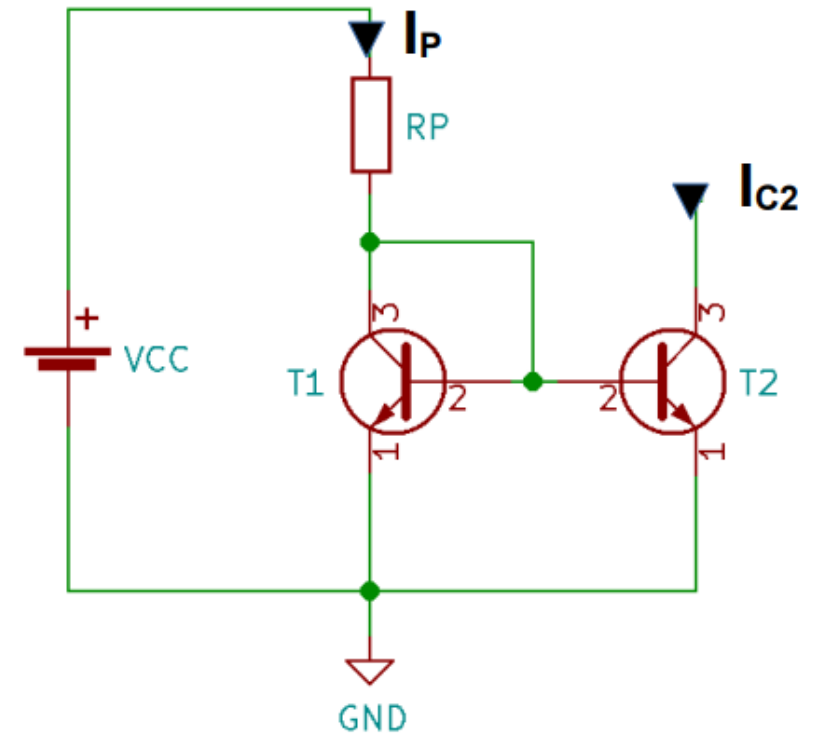
$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

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

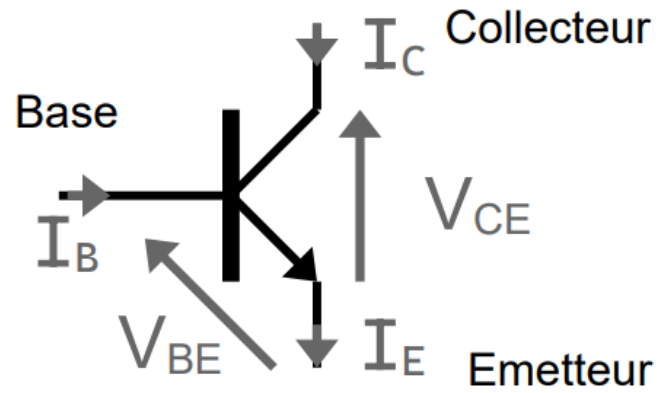
U_T , I_{BS} et β sont des paramètres intrinsèques du transistor

Miroir de courant



Structure L4

Transistor Bipolaire



$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

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

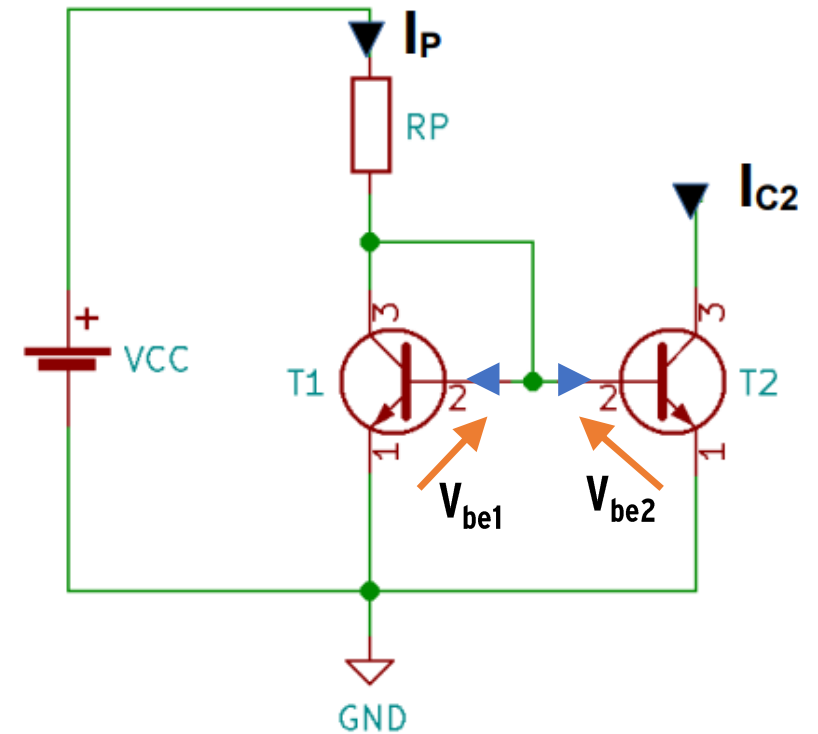
U_T , I_{BS} et β sont des paramètres intrinsèques du transistor

Miroir de courant

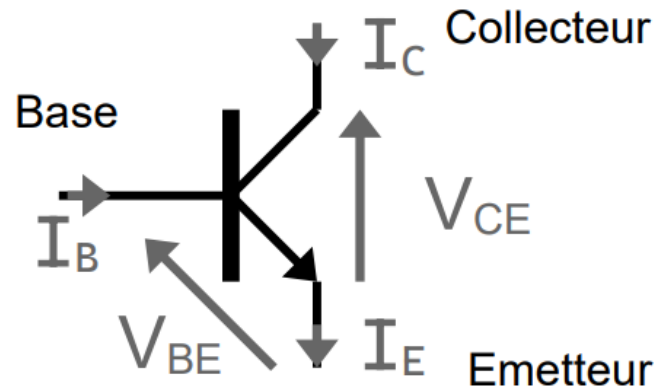
$$V_{be1} = V_{be2}$$

$$\Rightarrow I_{C1} = I_{C2}$$

$$\Rightarrow I_p = (\beta + 2) / \beta \cdot I_{C2}$$



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 β sont des paramètres intrinsèques du transistor

$$V_{be1} = V_{be2}$$

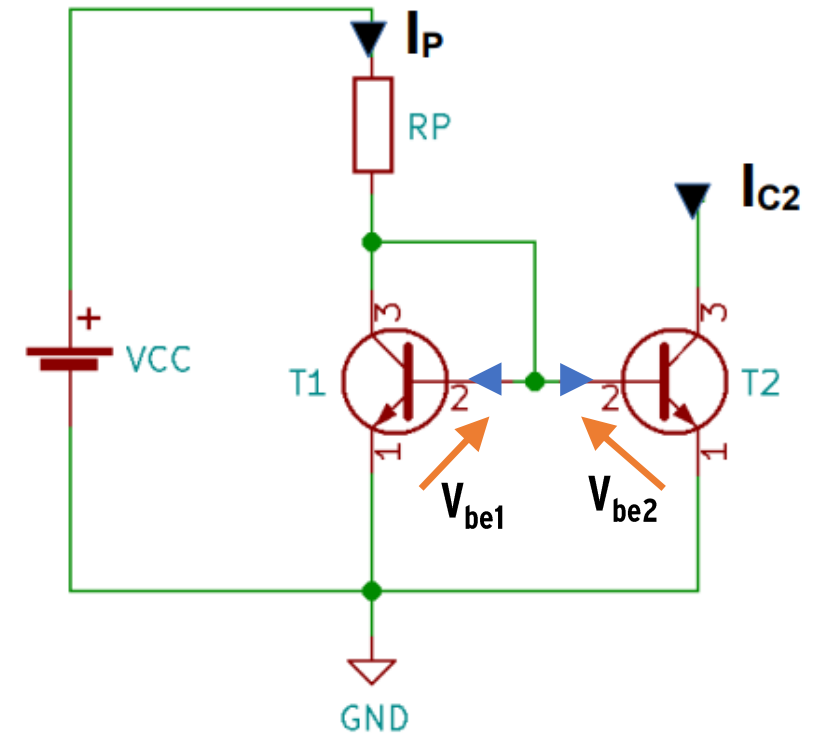
$$\Rightarrow I_{C1} = I_{C2}$$

$$\Rightarrow I_P = (\beta + 2)/\beta \cdot I_{C2}$$

$$I_P = (V_{CC} - V_{be1}) / R_P$$

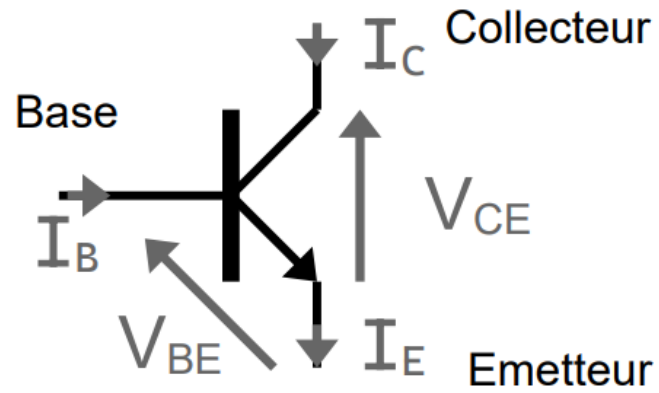
$$\Rightarrow I_{C2} = k \cdot V_{CC} / R_P$$

Miroir de courant



Structure L4

Transistor Bipolaire



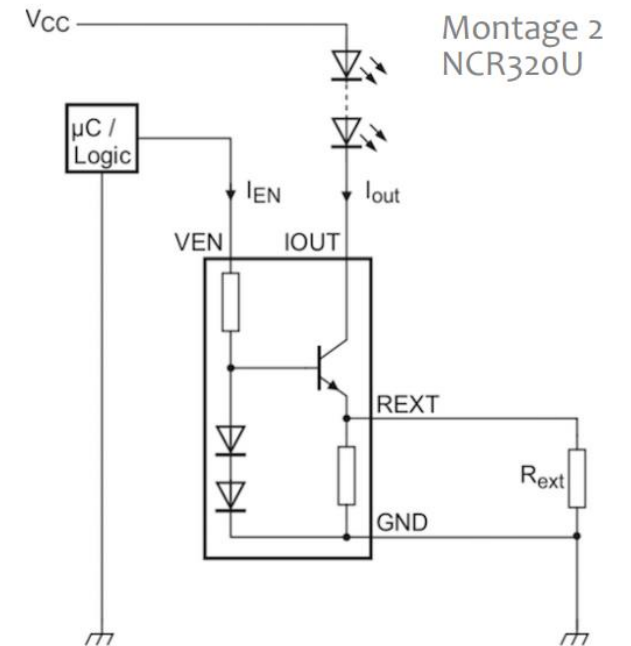
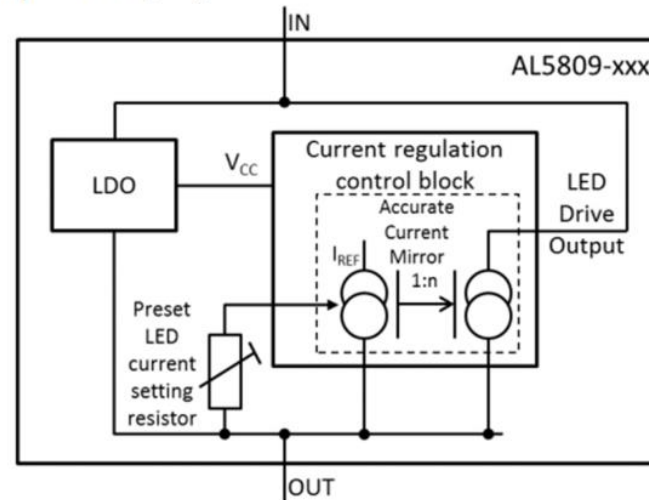
$$I_C = \beta \cdot I_B$$

$$I_E = I_C + I_B$$

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

U_T , I_{BS} et β sont des paramètres intrinsèques du transistor

Composant AL5809



Courant constant



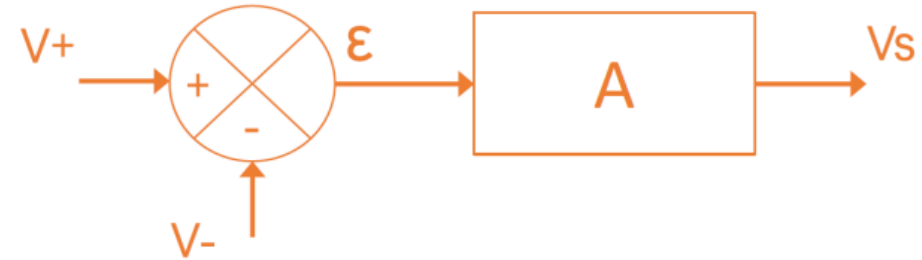
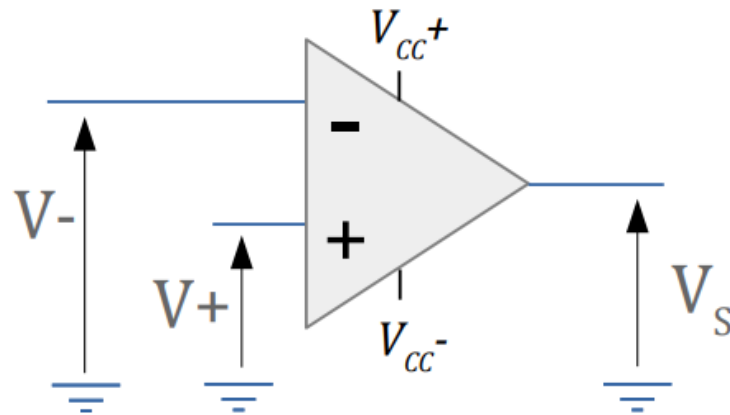
Flux lumineux constant

Amplificateur Linéaire Intégré



Modélisation des systèmes par schéma bloc

Systeme en boucle ouverte (zone linéaire)



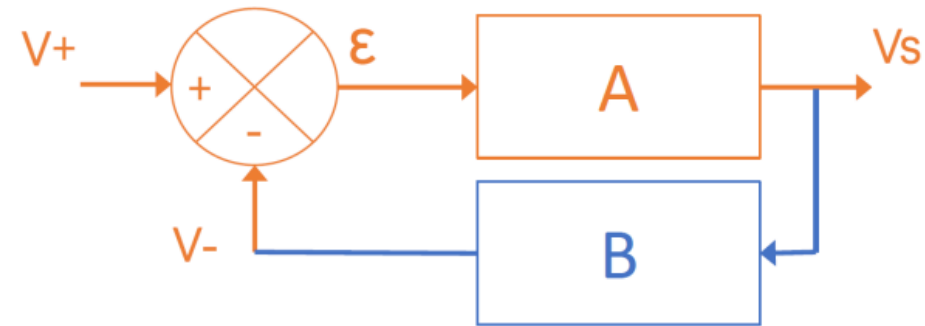
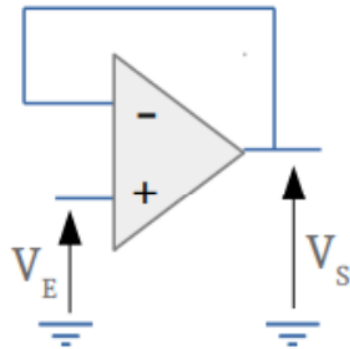
$$V_S = A \cdot (V^+ - V^-)$$

Amplificateur Linéaire Intégré



Modélisation des systèmes par schéma bloc

Rebouclage entre la sortie et l'entrée négative



$$V^+ = V_E$$

$$V^- = B \cdot V_S$$

$$V_S = A \cdot (V^+ - V^-)$$

$$\rightarrow V_S = A \cdot (V_E - B \cdot V_S)$$

$$V_S = \frac{A}{1 + A \cdot B} V_E$$

Amplificateur Linéaire Intégré

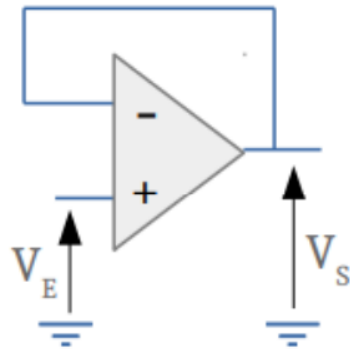


Modélisation des systèmes par schéma bloc

Rebouclage entre la sortie et l'entrée négative

$$V^+ = V_E$$

$$V^- = V_S$$



→ Fonctionnement linéaire

$$V^+ = V^-$$

$$V_S = V_E$$

Amplificateur Linéaire Intégré

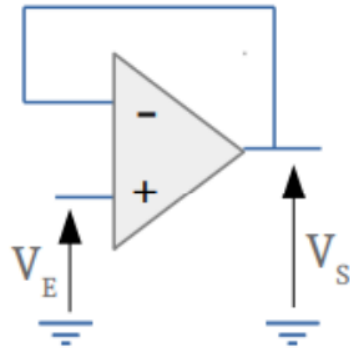


ALI en boucle fermée / Fonctionnement linéaire

Rebouclage entre la sortie et l'entrée négative

$$V^+ = V_E$$

$$V^- = V_S$$

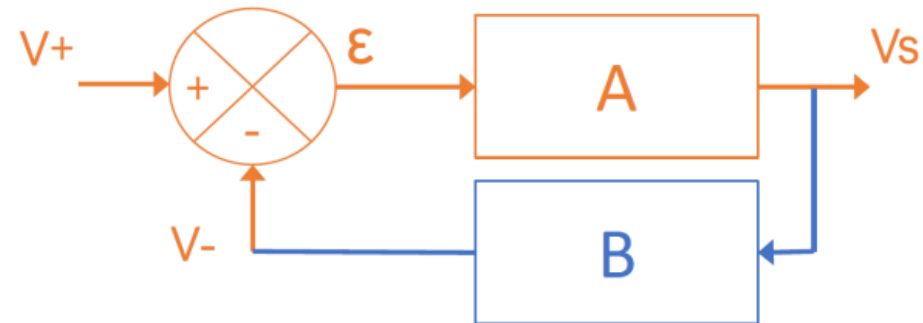


→ Fonctionnement linéaire

Hypothèse

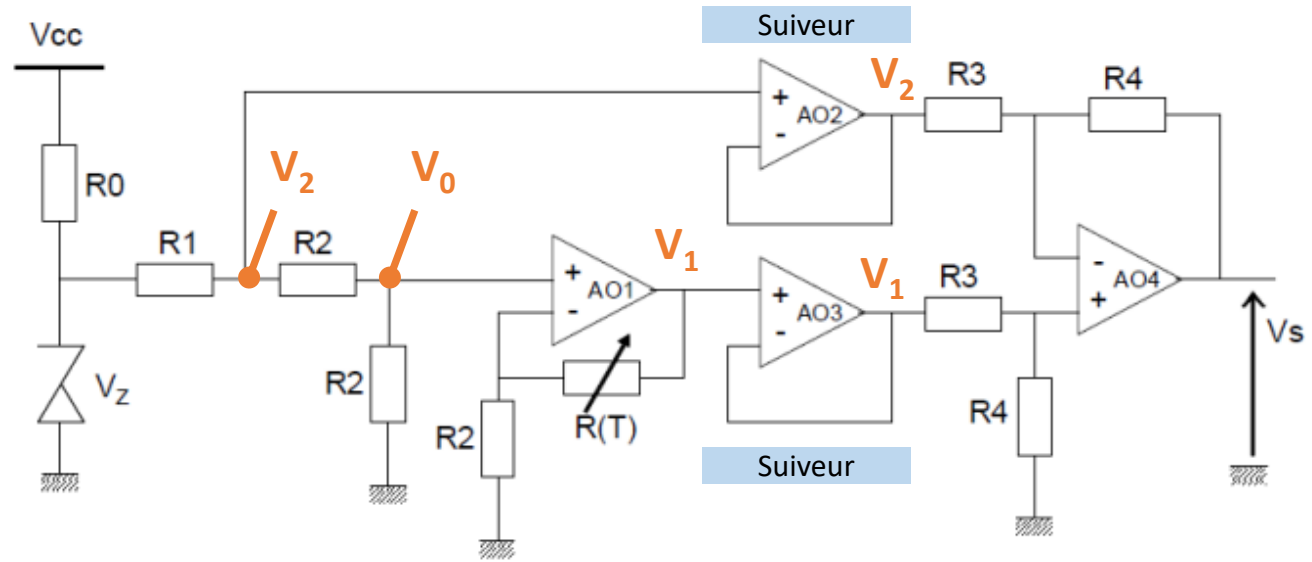
$$V^+ = V^-$$

$$V_S = V_E$$



$$V_S = \frac{A}{1 + A \cdot B} V_E$$

Structure C2



Non-inverseur

$$V_1 = V_0 \cdot (1 + R_T / R_2)$$

Non-inverseur et pont diviseur

$$V_1 = (V_2 / 2) \cdot (1 + R_T / R_2)$$

Soustracteur

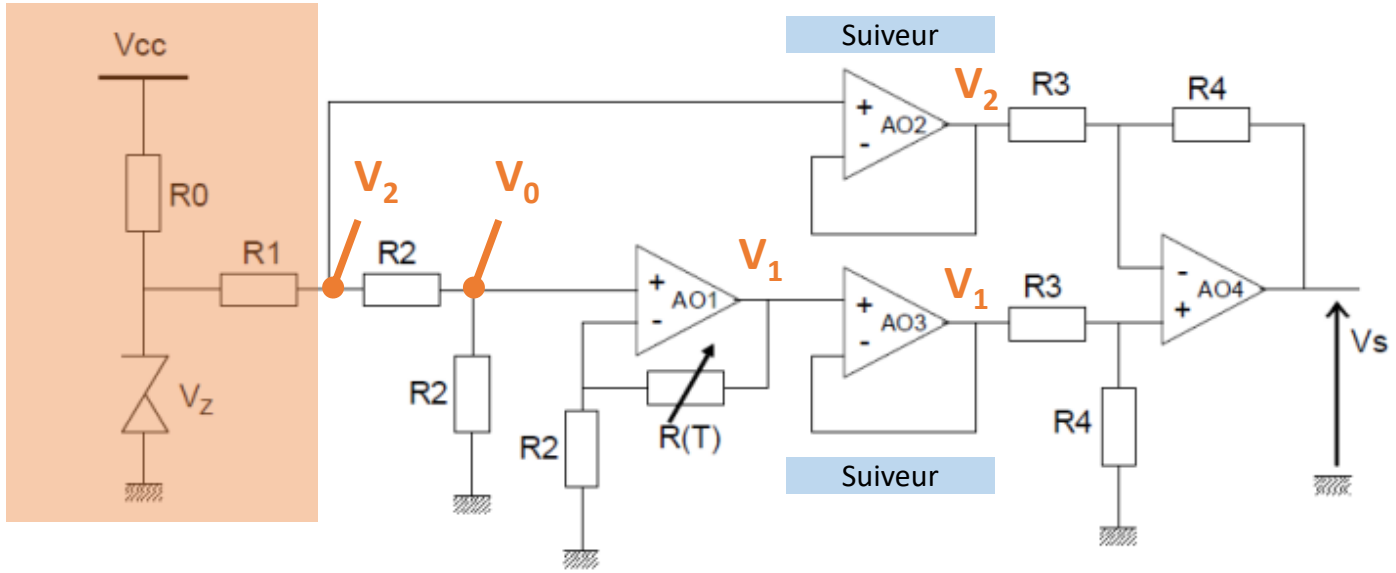
$$V_S = R_4 / R_3 \cdot (V_1 - V_2)$$

$$V_S = (R_4 / 2 \cdot R_3) \cdot V_2 (R_T / R_2 - 1)$$

Sensibilité

Offset

Structure C2



Non-inverseur

$$V_1 = V_0 \cdot (1 + R_T / R_2)$$

Non-inverseur et pont diviseur

$$V_1 = (V_2 / 2) \cdot (1 + R_T / R_2)$$

Soustracteur

$$V_S = R_4 / R_3 \cdot (V_1 - V_2)$$

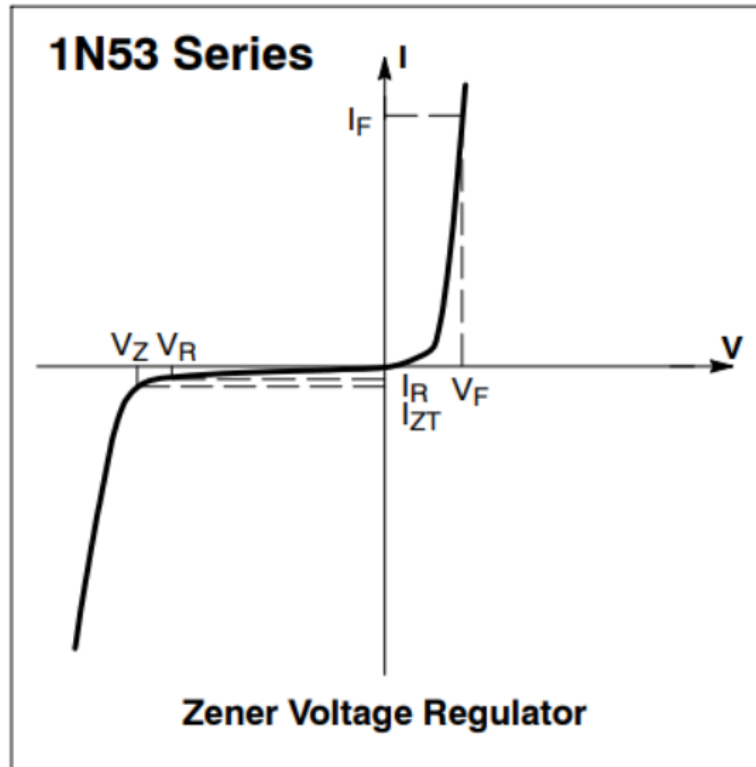
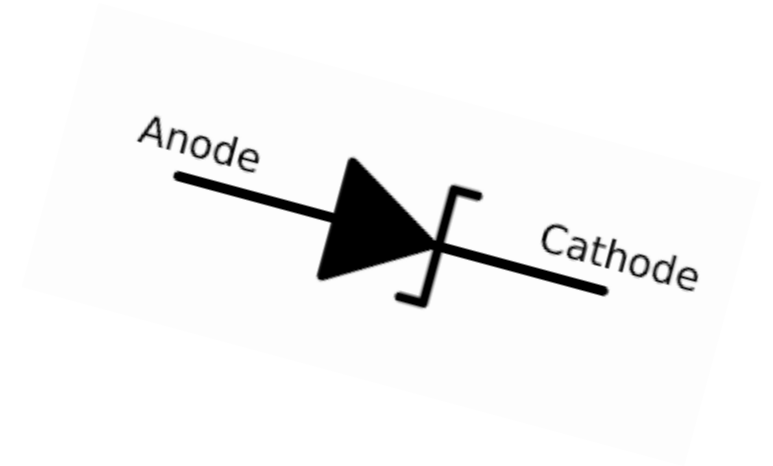
$$V_S = (R_4 / 2 \cdot R_3) \cdot V_2 (R_T / R_2 - 1)$$

Sensibilité

Offset

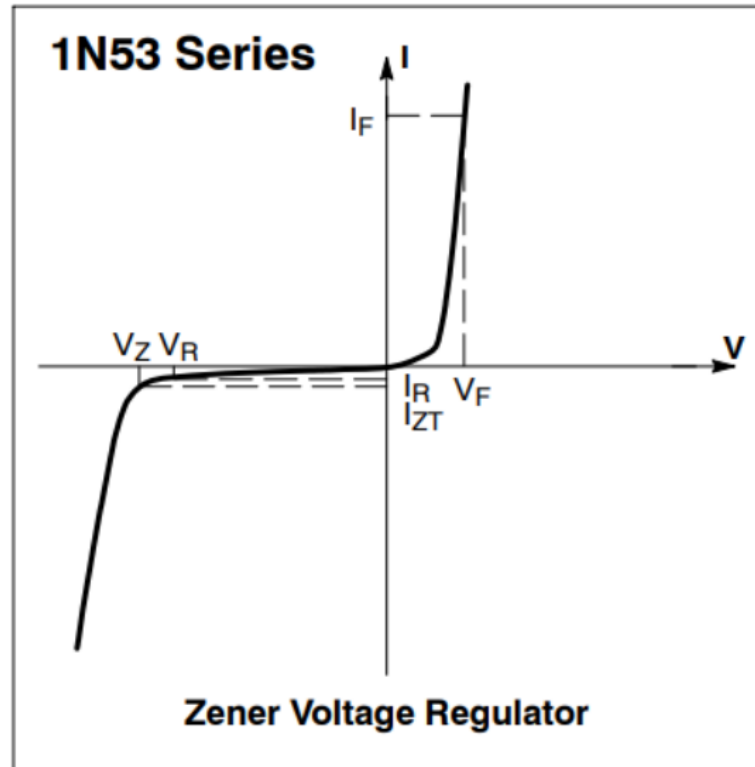
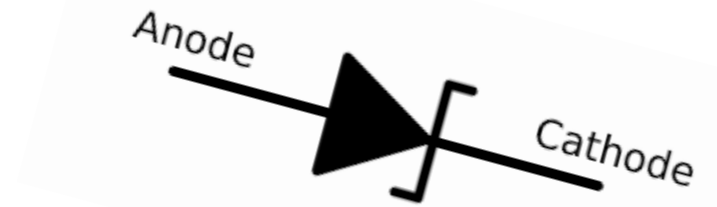
Diode Zener

Composant non-linéaire « réversible »



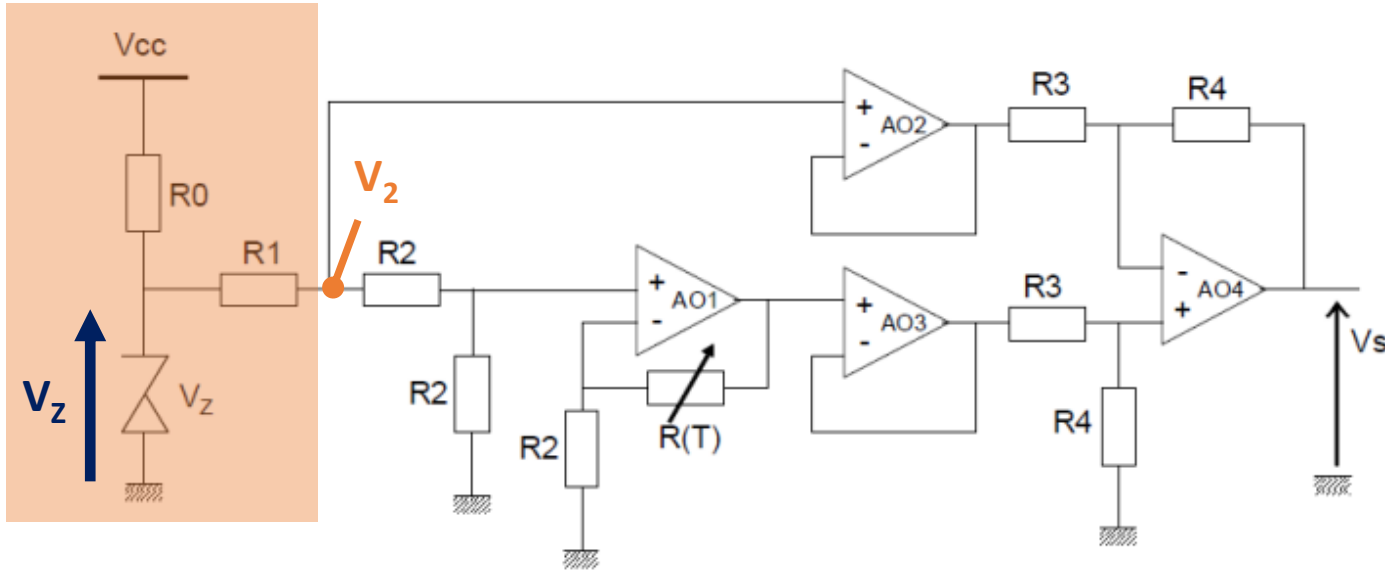
Diode Zener

Composant non-linéaire « réversible »



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)									
PART NUMBER	ZENER VOLTAGE RANGE ⁽¹⁾	TEST CURRENT		REVERSE LEAKAGE CURRENT		DYNAMIC RESISTANCE $f = 1\text{ kHz}$		SURGE CURRENT ⁽³⁾	REGULATOR CURRENT ⁽²⁾
	V_Z at I_{ZT1}	I_{ZT1}	I_{ZT2}	I_R at V_R		Z_{ZT} at I_{ZT1}	Z_{ZK} at I_{ZT2}	I_R	I_{ZM}
	V	mA	mA	μA	V	Ω	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
1N4755A	43	6	0.25	5	32.7	70	1500	110	22
1N4756A	47	5.5	0.25	5	35.8	80	1500	95	19
1N4757A	51	5	0.25	5	38.8	95	1500	90	18
1N4758A	56	4.5	0.25	5	42.6	110	2000	80	16
1N4759A	62	4	0.25	5	47.1	125	2000	70	14
1N4760A	68	3.7	0.25	5	51.7	150	2000	65	13
1N4761A	75	3.3	0.25	5	56	175	2000	60	12

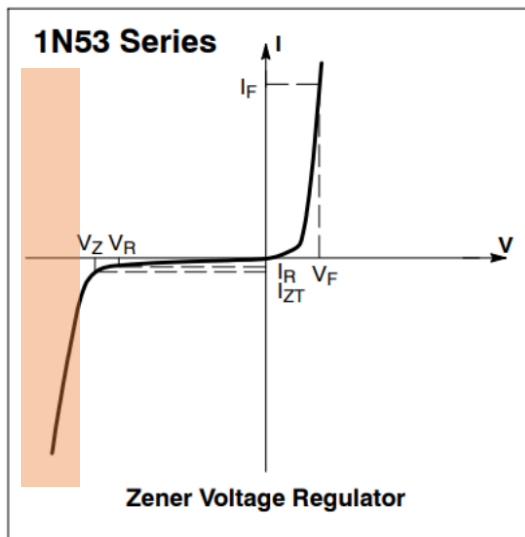
Structure C2



$$V_S = \left(\frac{R_4}{2 \cdot R_3} \right) \cdot V_2 \left(\frac{R_T}{R_2} - 1 \right)$$

Sensibilité

Offset



Régulateur de tension

Si $V_{CC} > V_Z$

$$V_2 = V_Z \cdot \frac{2 \cdot R_2}{R_1 + 2 \cdot R_2}$$

Tension Stable

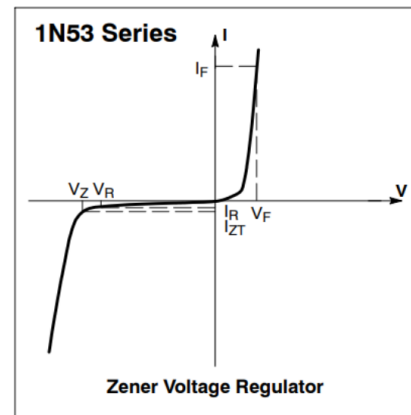
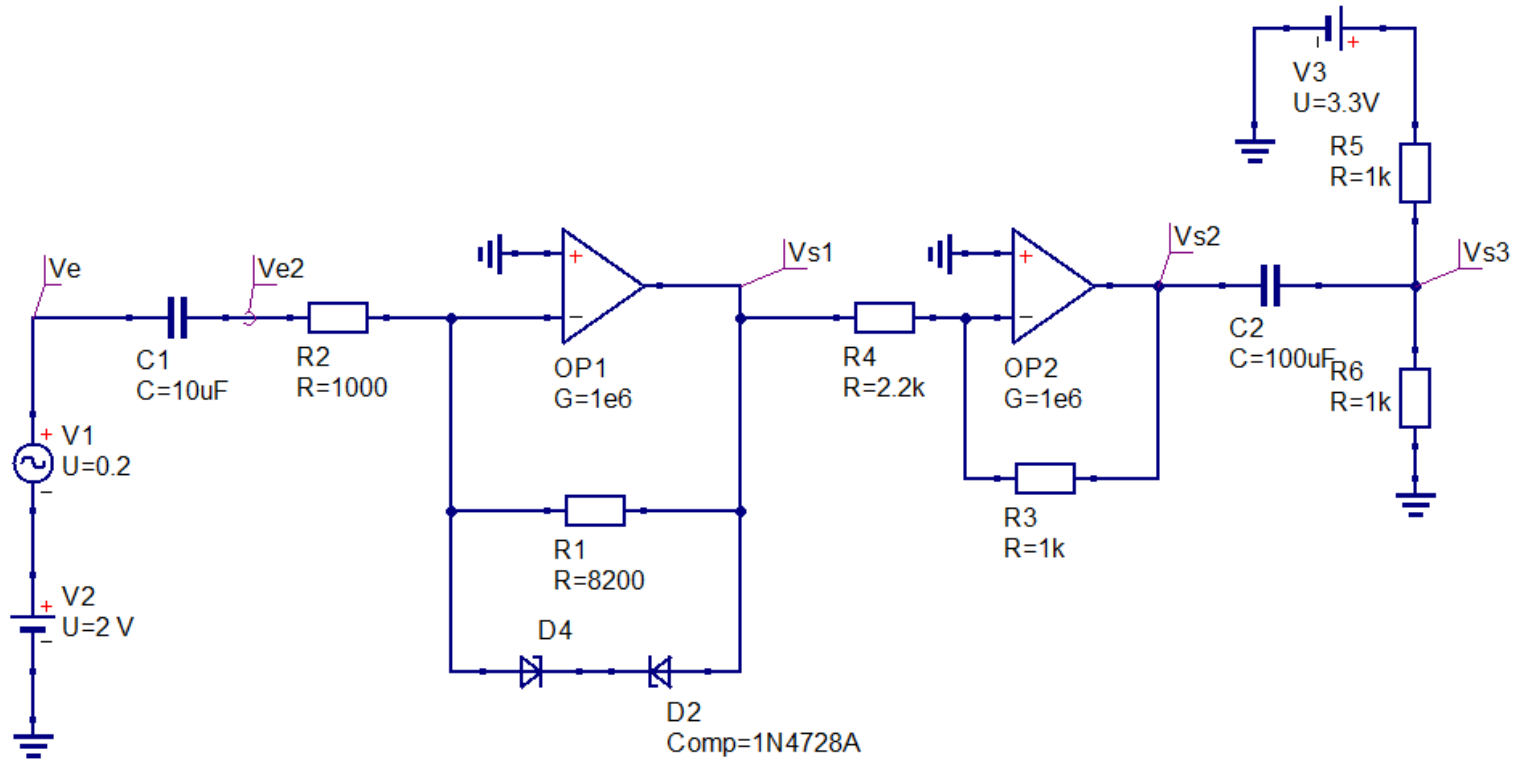
Structure C3

Simulation du point de fonctionnement

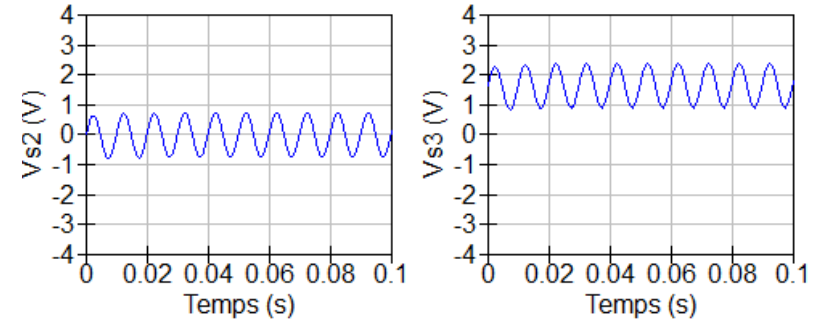
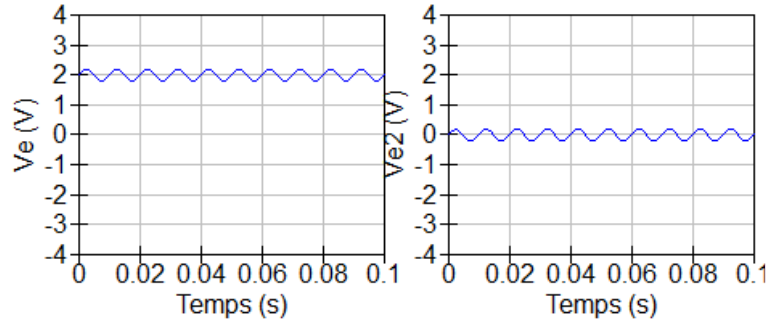
DC1

simulation en régime transitoire

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=100m



Structure C3

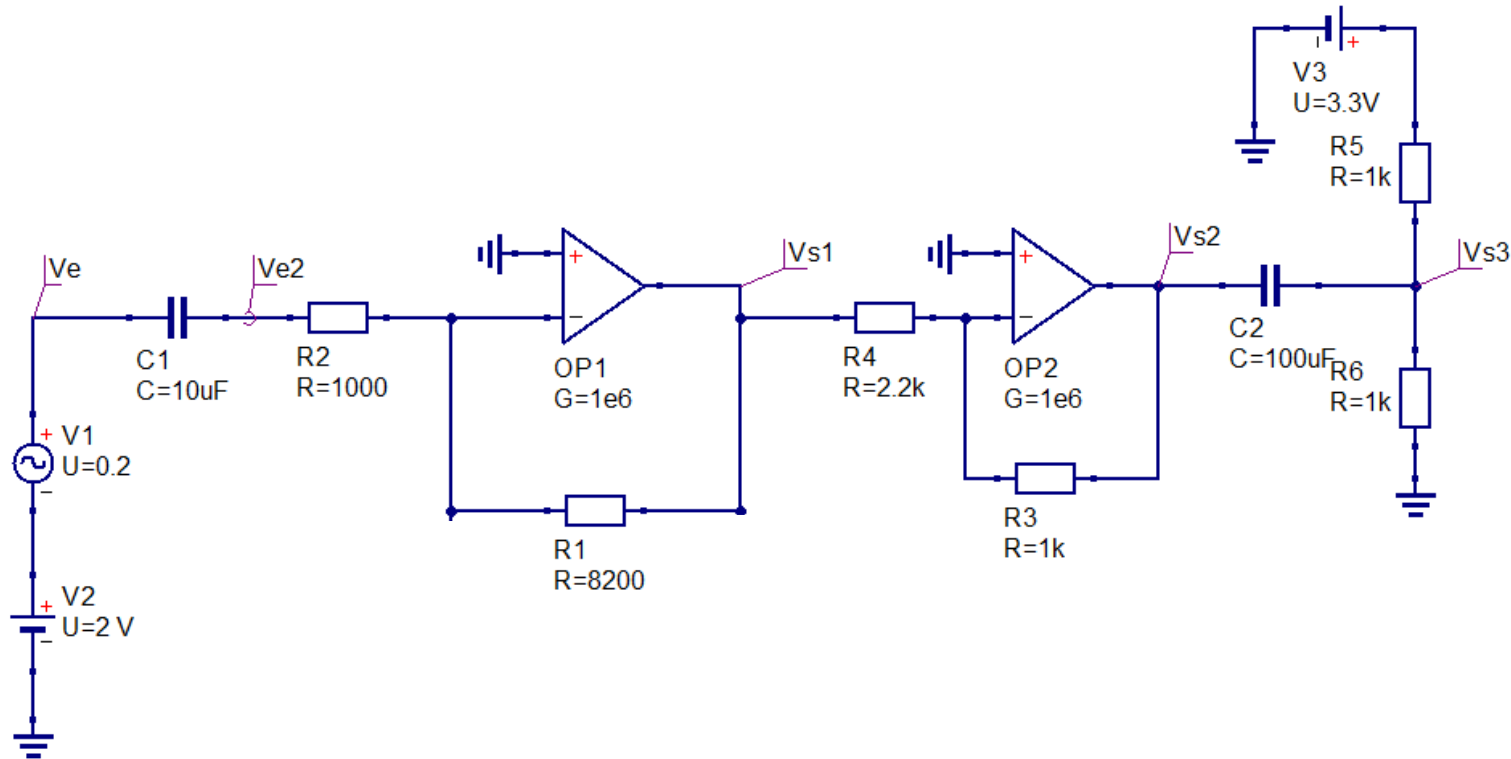


Simulation du point de fonctionnement

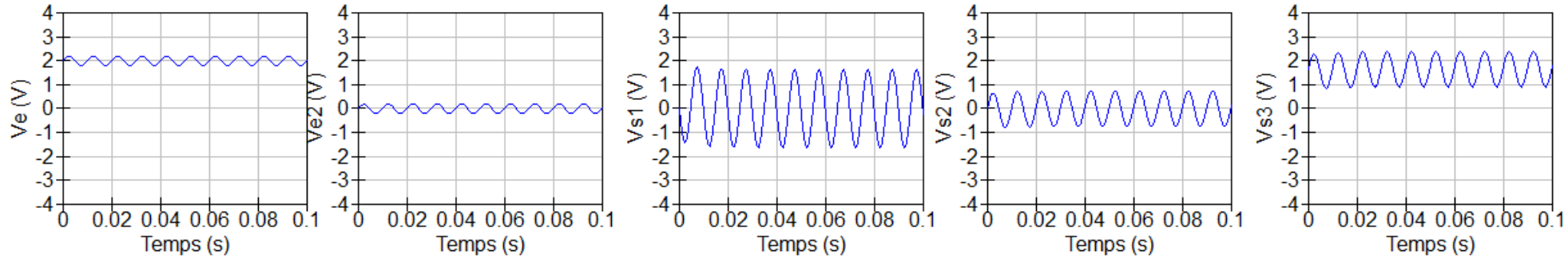
DC1

simulation en régime transitoire

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=100m



Structure C3

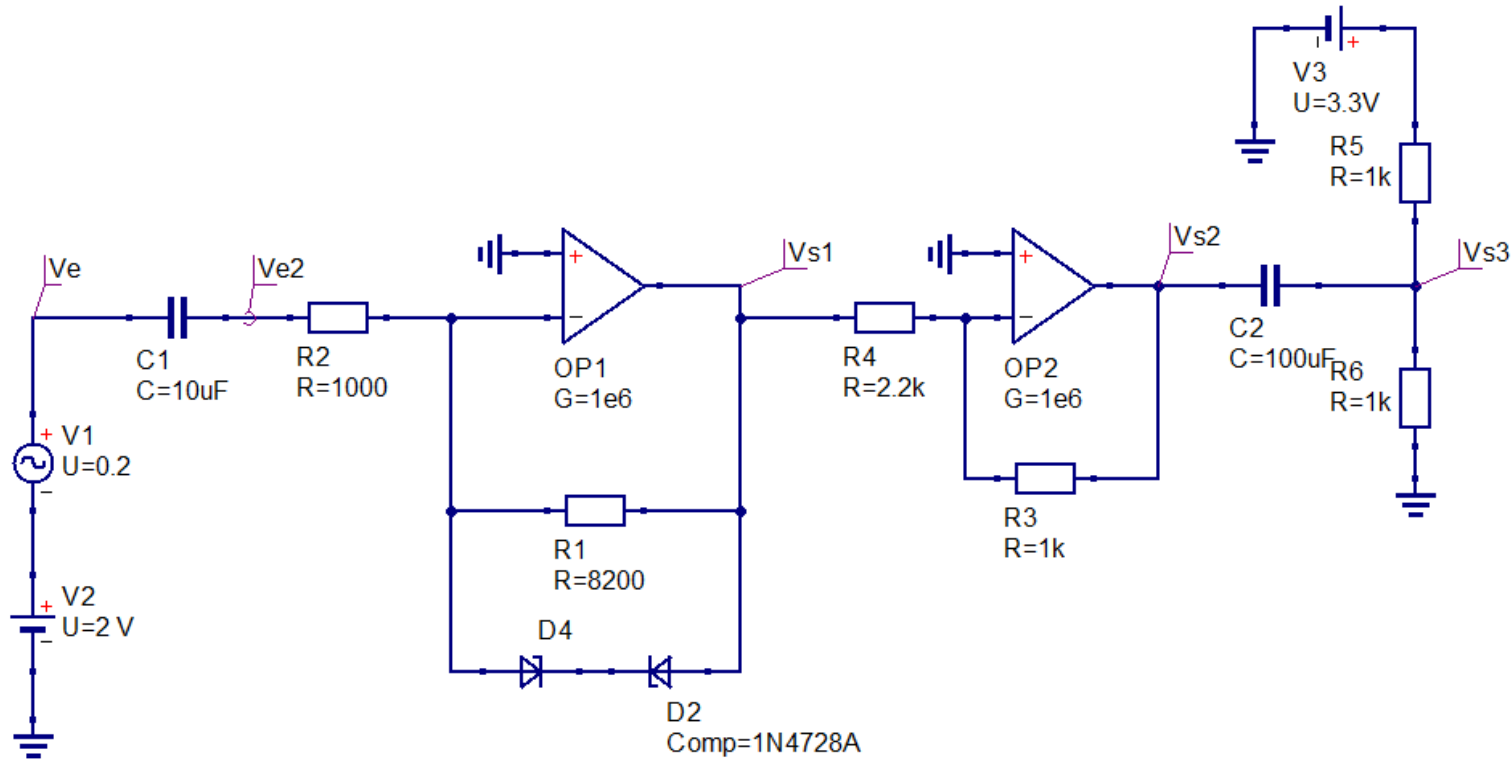


Simulation du point de fonctionnement

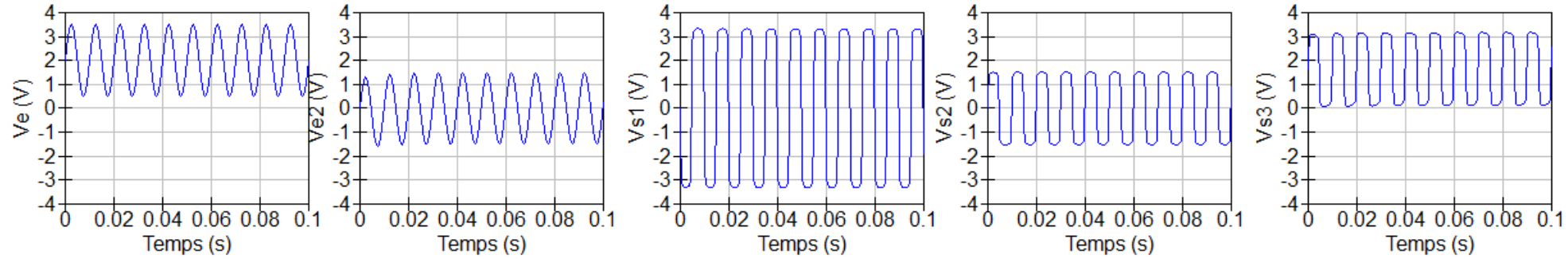
DC1

simulation en régime transitoire

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=100m



Structure C3

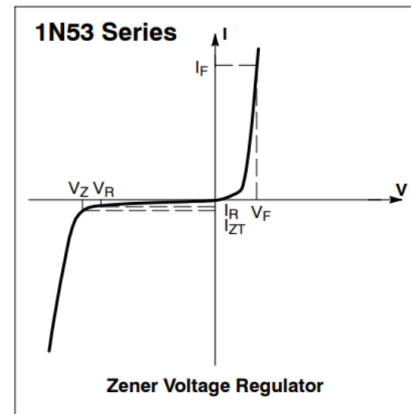
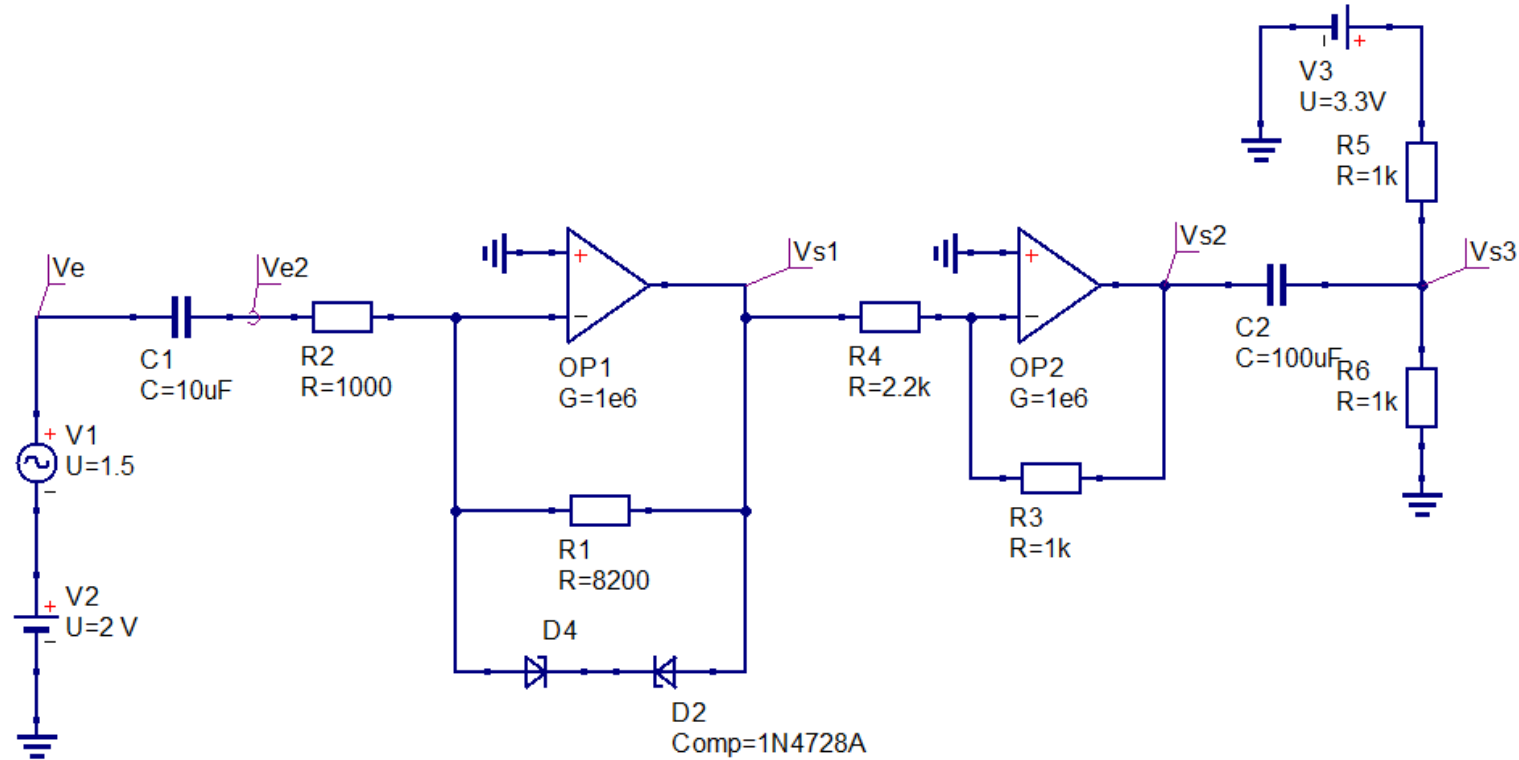


Simulation du point de fonctionnement

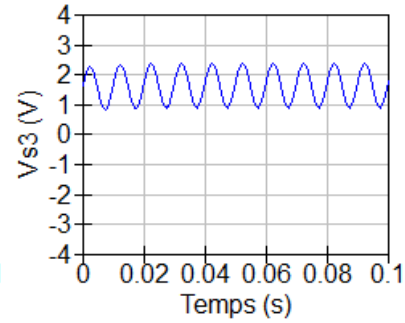
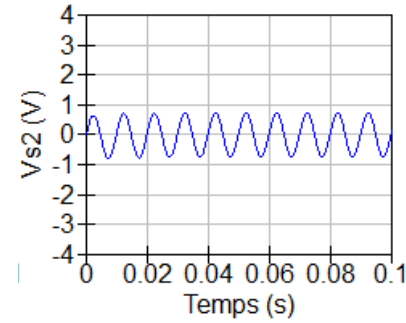
DC1

simulation en régime transitoire

TR1
Type=lin
Start=0
Stop=100m



Structure C3

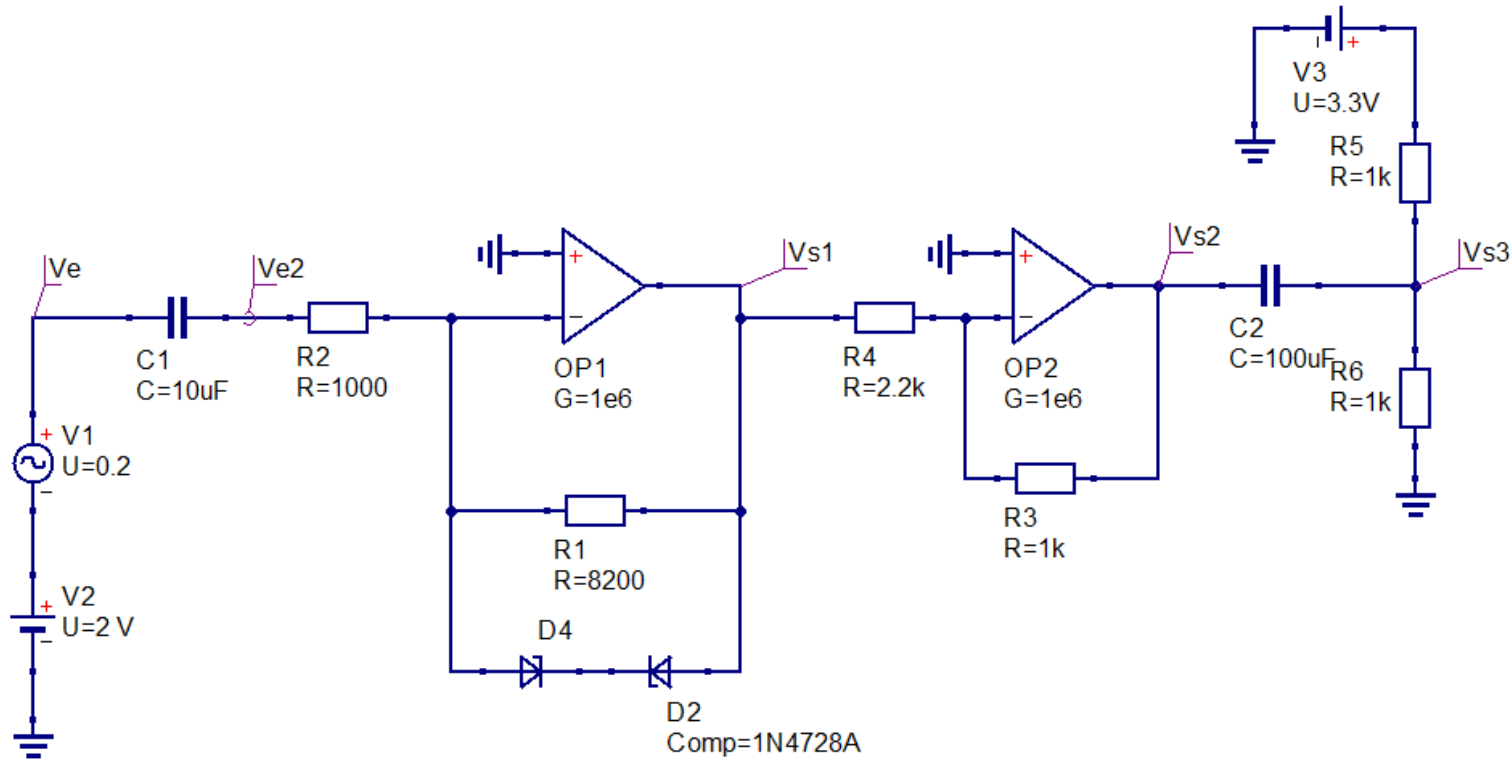


Simulation du point de fonctionnement

DC1

simulation en régime transitoire

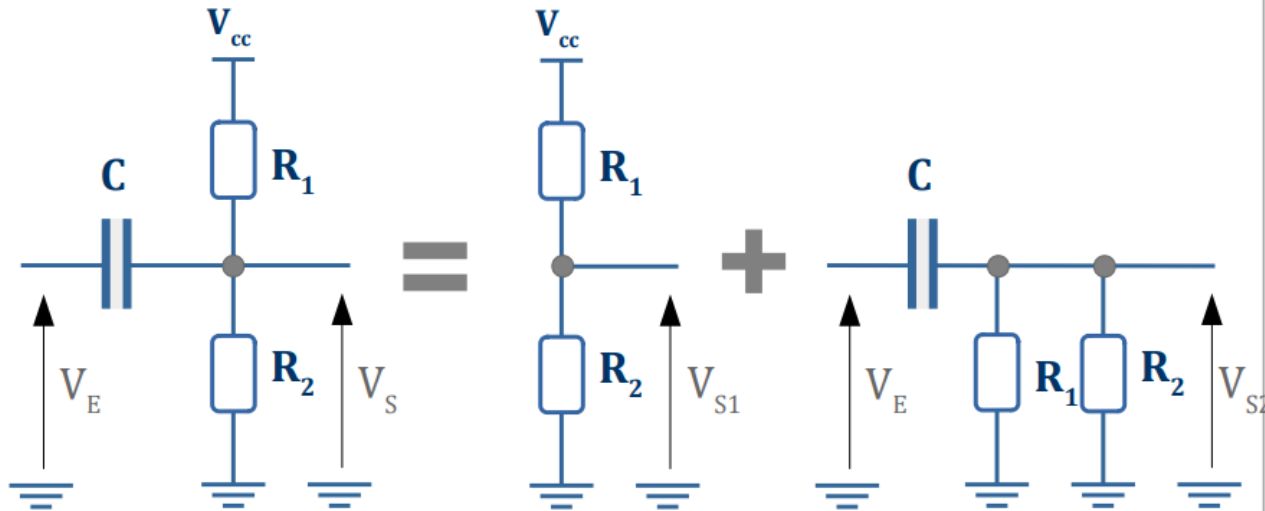
TR1
Type=lin
Start=0
Stop=100m



Structure C3

ASTUCE / VALEUR MOYENNE

Par superposition



V_E : composante fréquentielle

V_{CC} : composante continue

$V_E = 0$

$V_{CC} = 0$

POLARISATION

$$V_{S1} = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

PETITS SIGNAUX

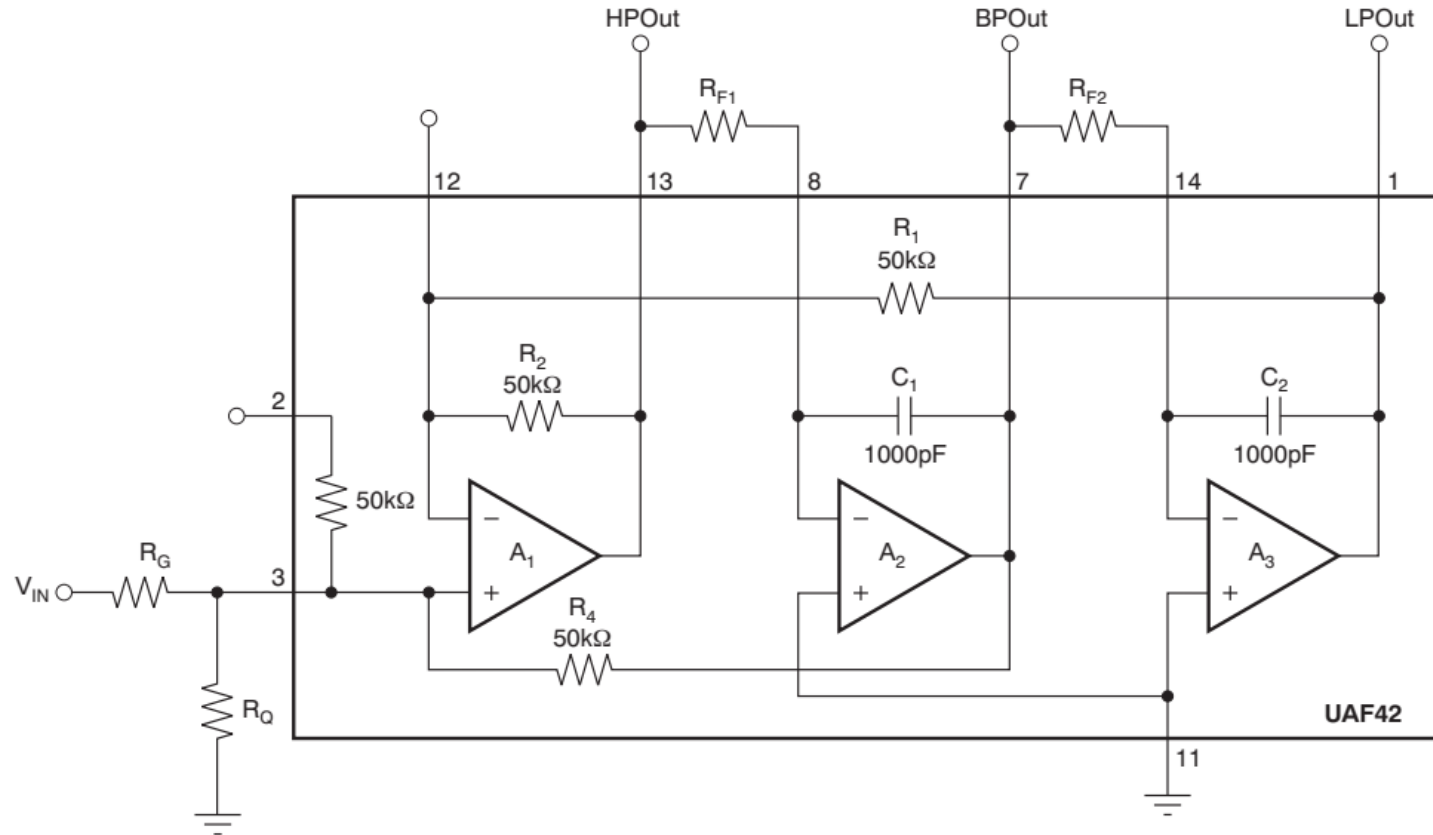
$$V_{S2} = V_E \cdot \frac{j R_e C \omega}{1 + j R_e C \omega}$$

Passe-haut de fréquence

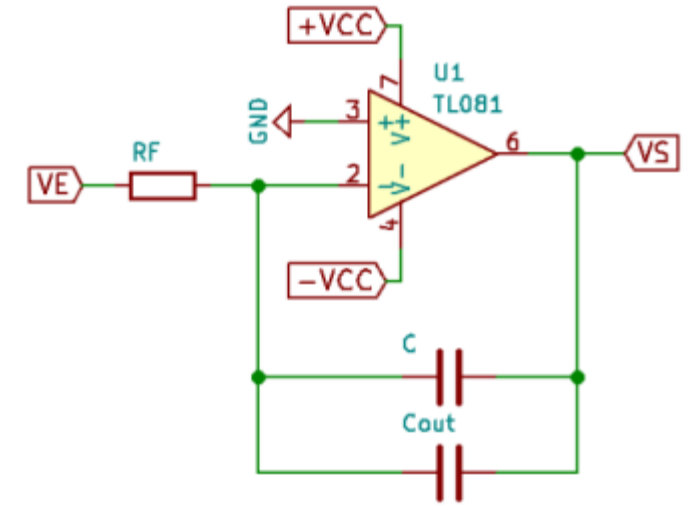
$$f_c = \frac{1}{2\pi(R_1 // R_2) \cdot C}$$

Ce circuit permet de modifier la **valeur moyenne** d'un signal comportant des **composantes fréquentielles** supérieures à la fréquence de coupure donnée par la relation suivante

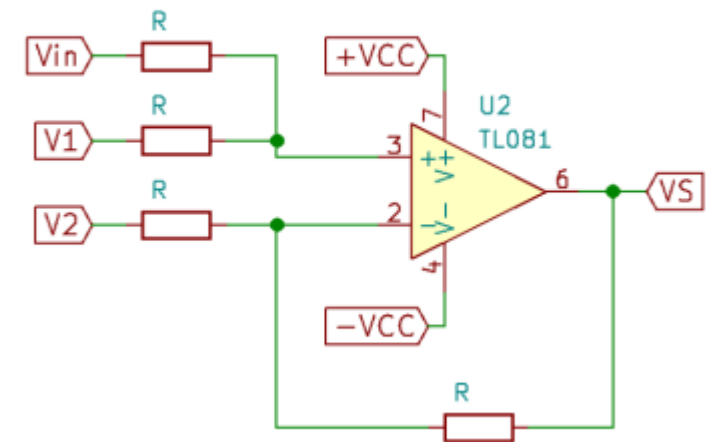
Structure F2



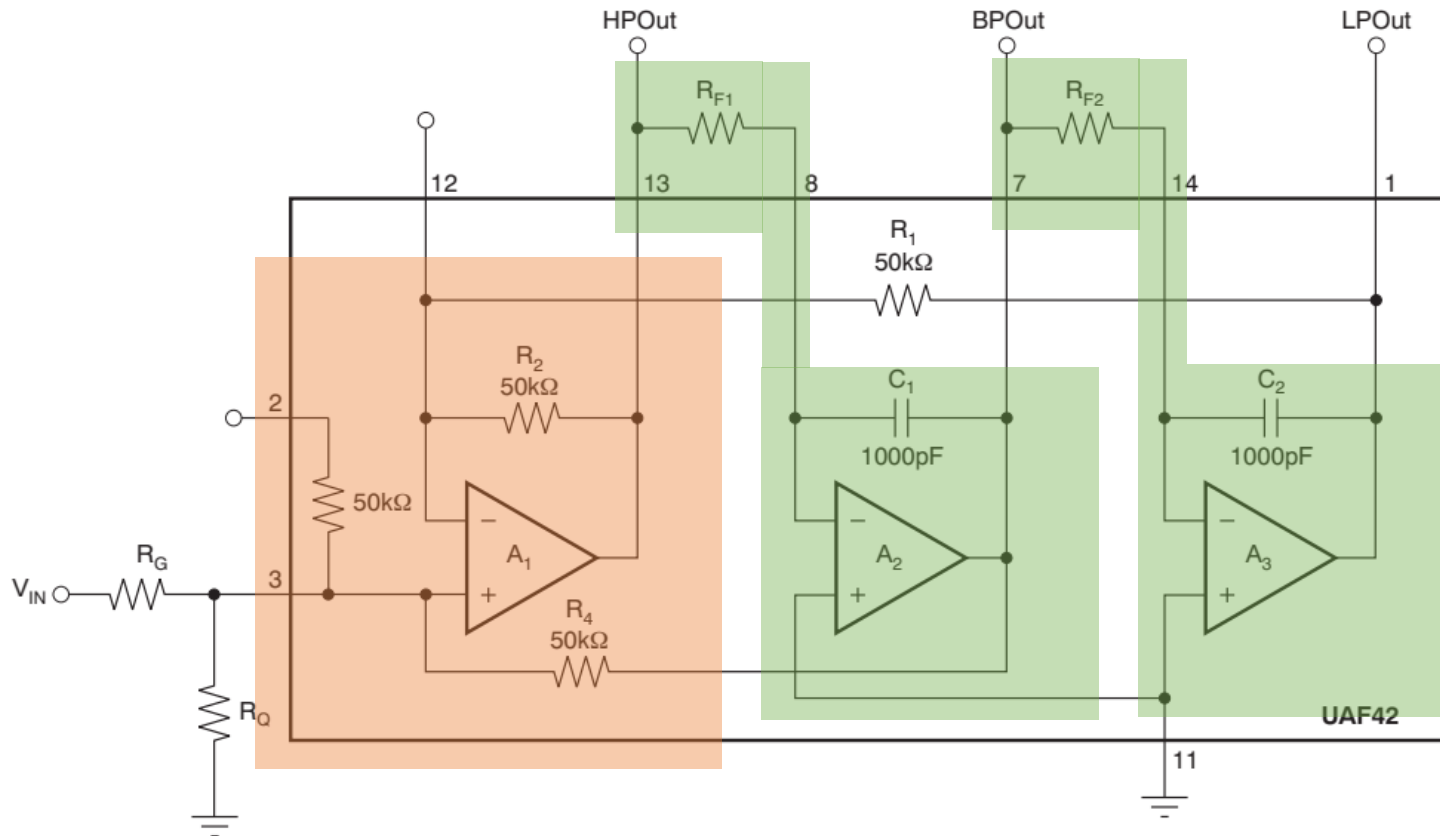
Intégrateur



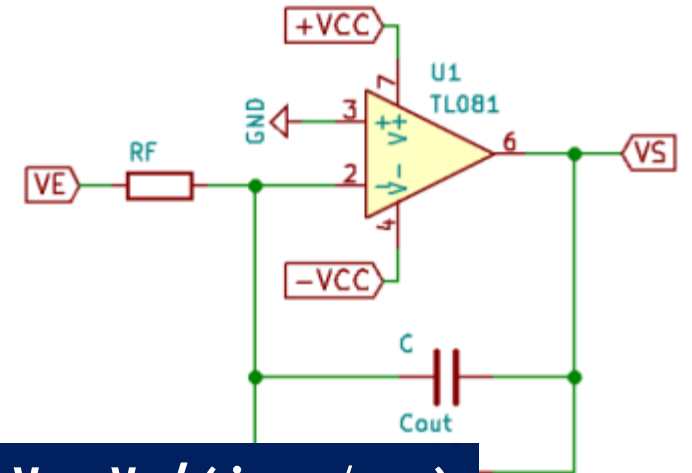
Additionneur



Structure F2

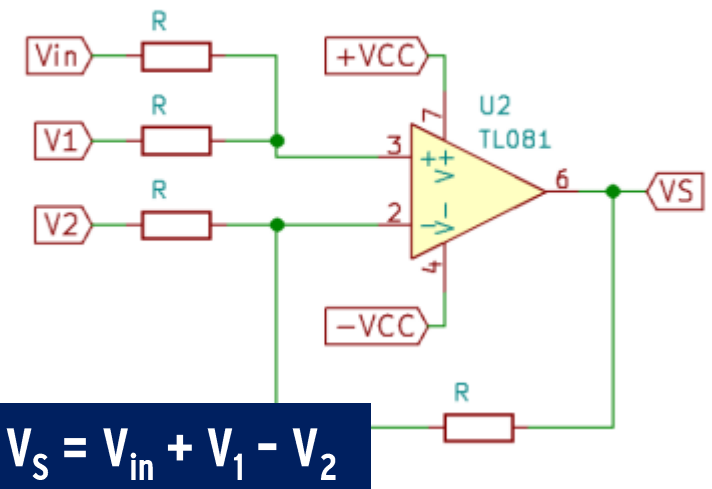


Intégrateur



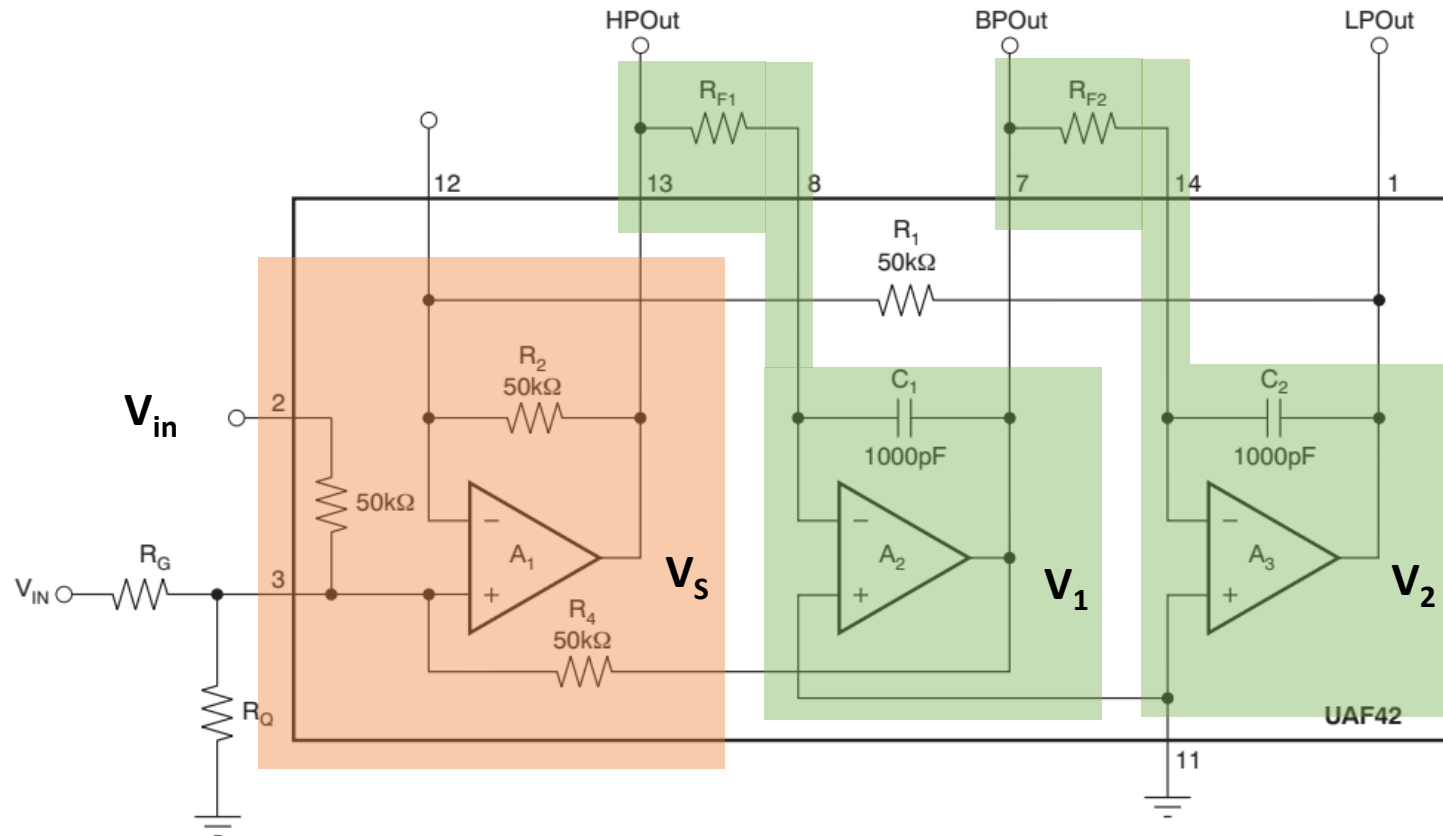
$$V_S = V_E / (j \cdot \omega / \omega_C)$$

Additionneur

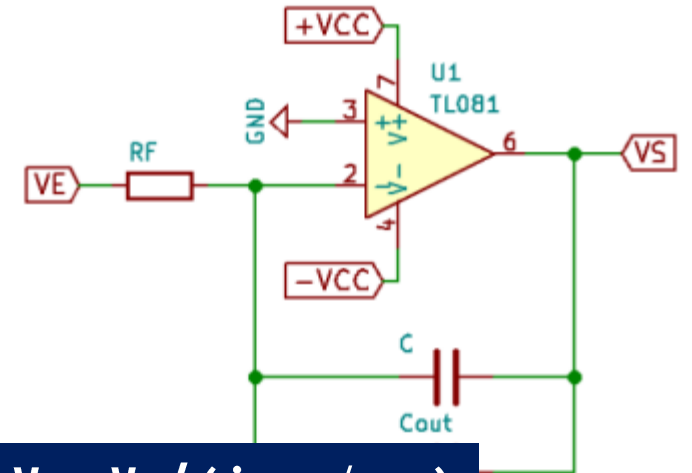


$$V_S = V_{in} + V_1 - V_2$$

Structure F2

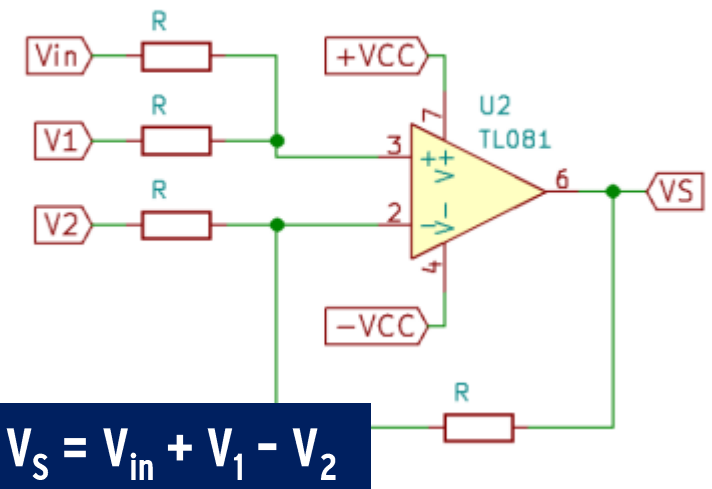


Intégrateur



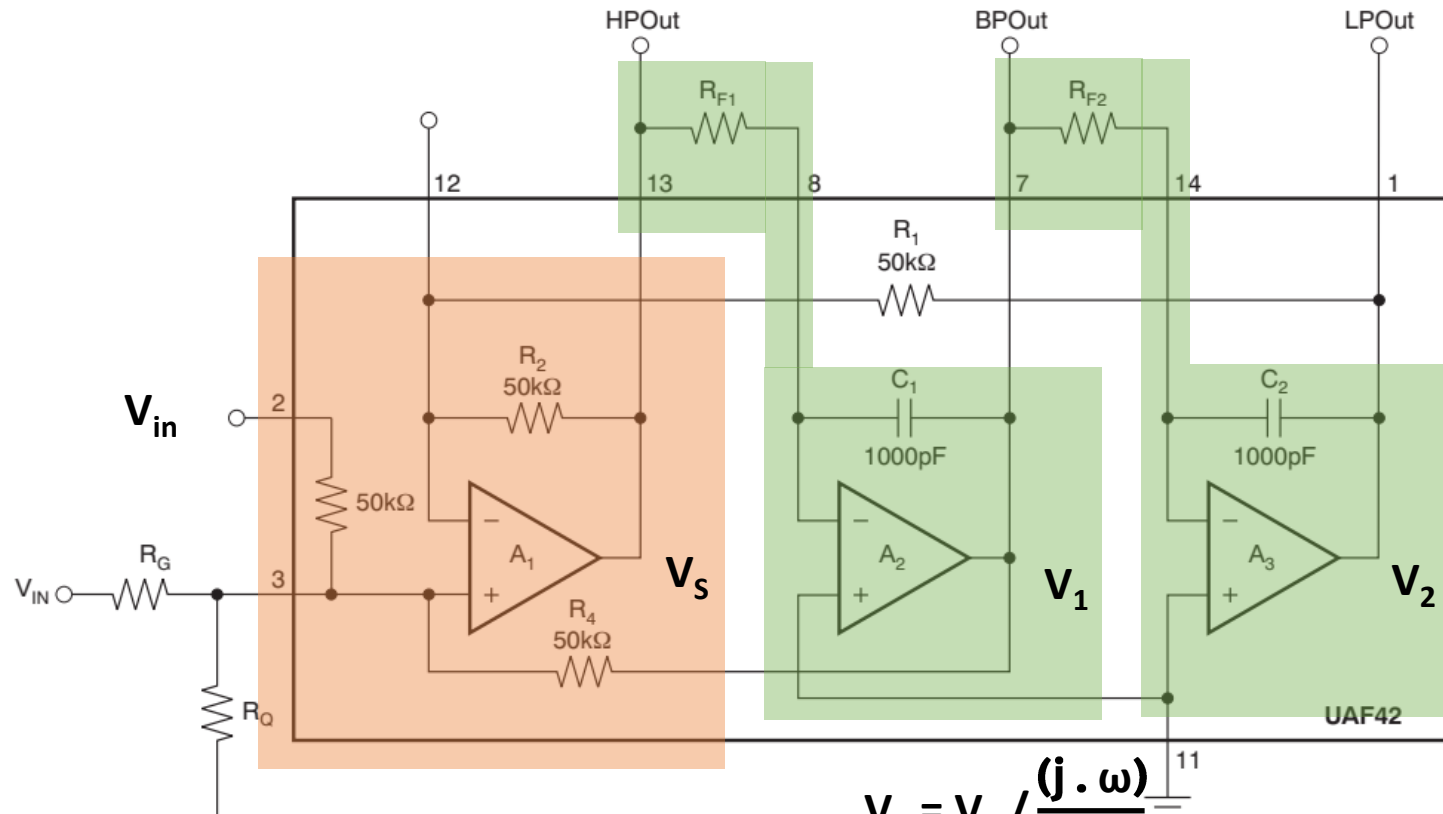
$$V_S = V_E / (j \cdot \omega / \omega_C)$$

Additionneur



$$V_S = V_{in} + V_1 - V_2$$

Structure F2

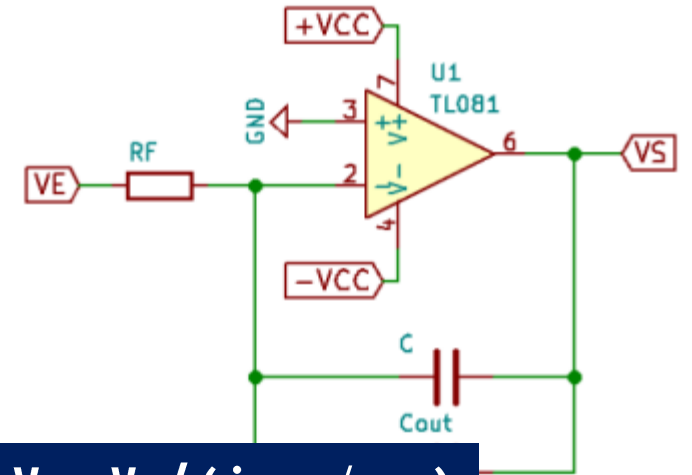


$$V_S = V_{in} \cdot \frac{(j\omega)^2}{(\omega_{c1} \cdot \omega_{c2})} \cdot \frac{1}{1 - \frac{(j\omega)}{\omega_{c2}} + \frac{(j\omega)^2}{(\omega_{c1} \cdot \omega_{c2})}}$$

$$V_1 = V_S / \frac{(j\omega)}{\omega_{c1}} \quad V_2 = V_1 / \frac{(j\omega)}{\omega_{c2}}$$

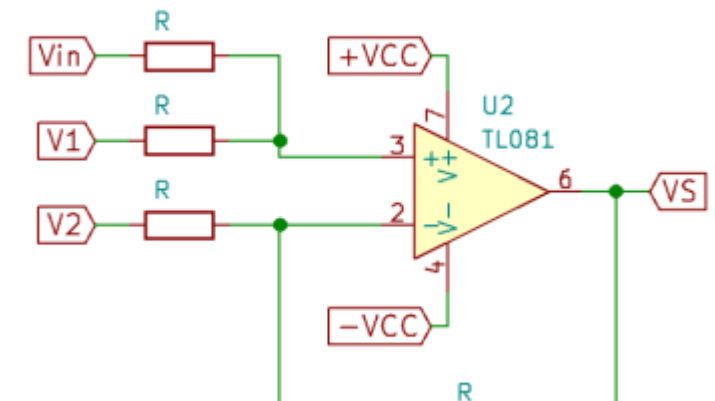
$$V_2 = V_S / \left(\frac{(j\omega)}{\omega_{c1}} \cdot \frac{(j\omega)}{\omega_{c2}} \right)$$

Intégrateur



$$V_S = V_E / (j \cdot \omega / \omega_C)$$

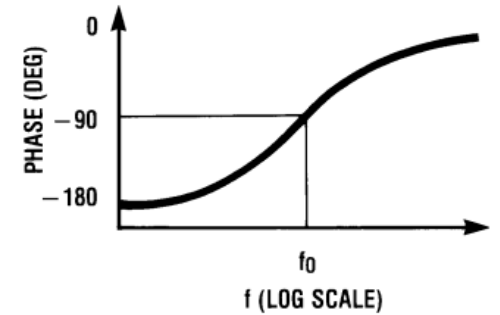
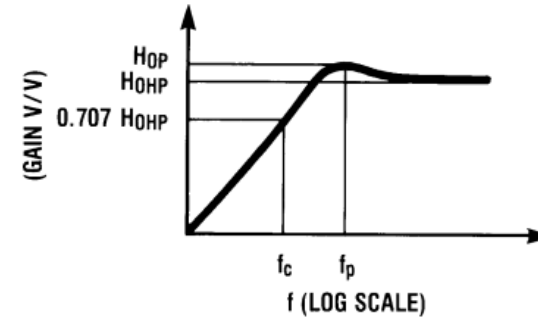
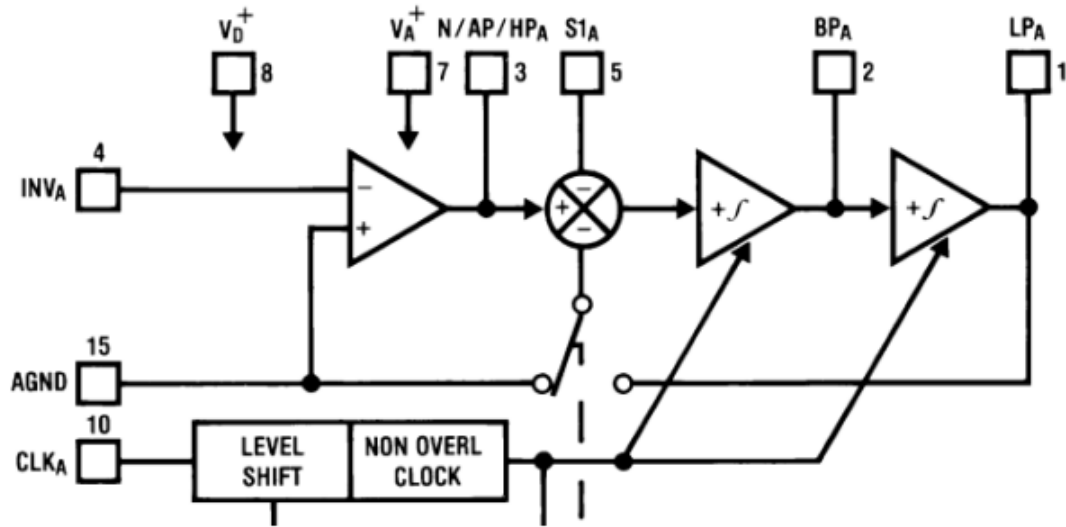
Additionneur



$$V_S = V_{in} + V_1 - V_2$$

Structure F3

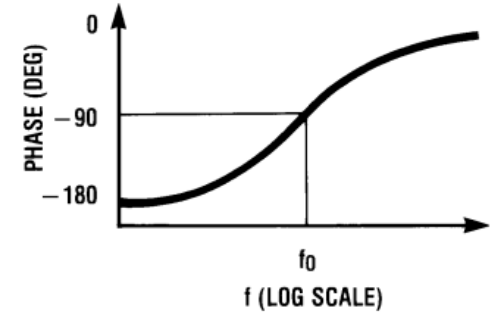
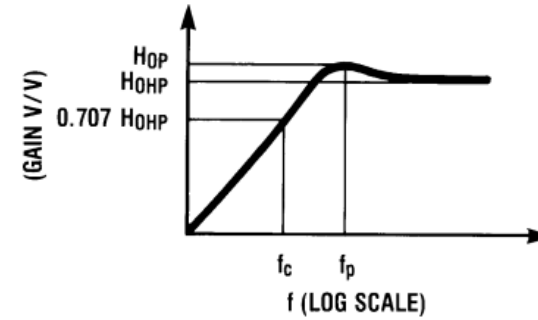
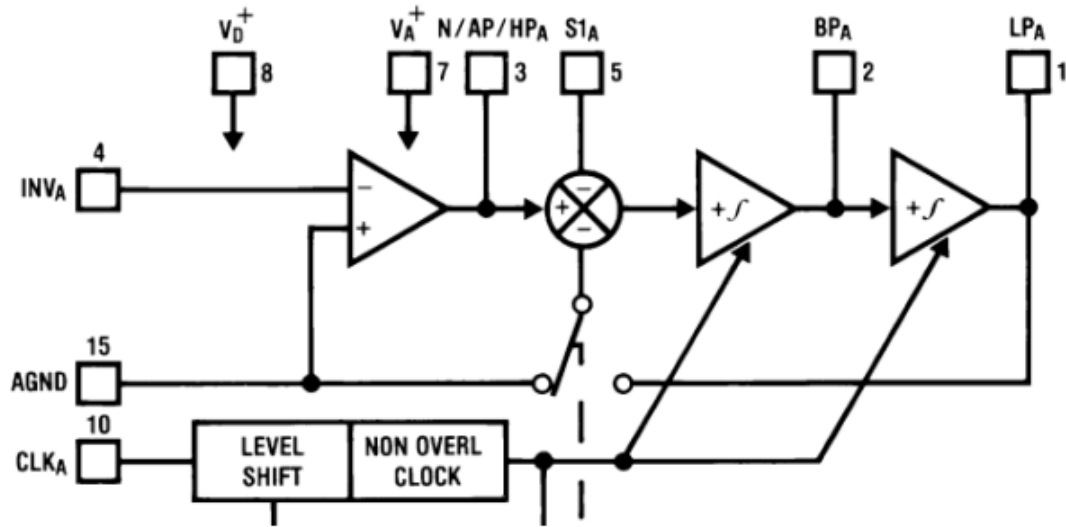
MF10-N Universal Monolithic Dual Switched Capacitor Filter



$$H_{HP}(s) = \frac{H_{OHP}s^2}{s^2 + \frac{s\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

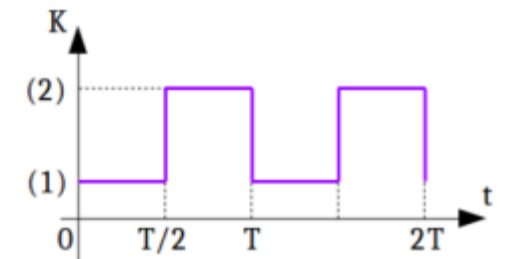
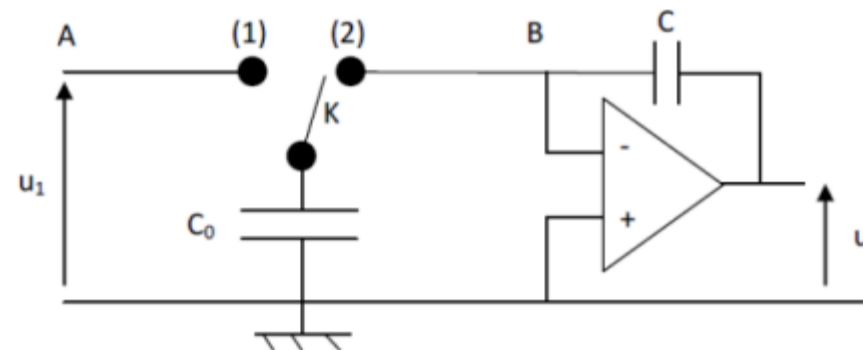
Structure F3

MF10-N Universal Monolithic Dual Switched Capacitor Filter



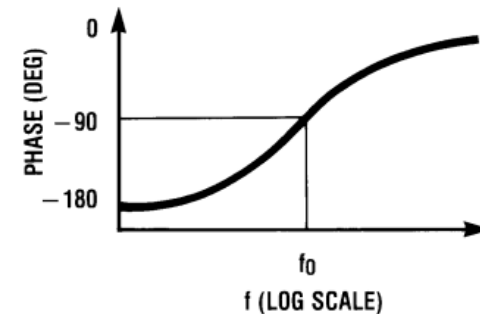
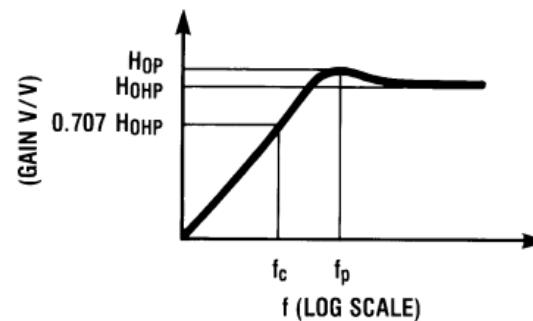
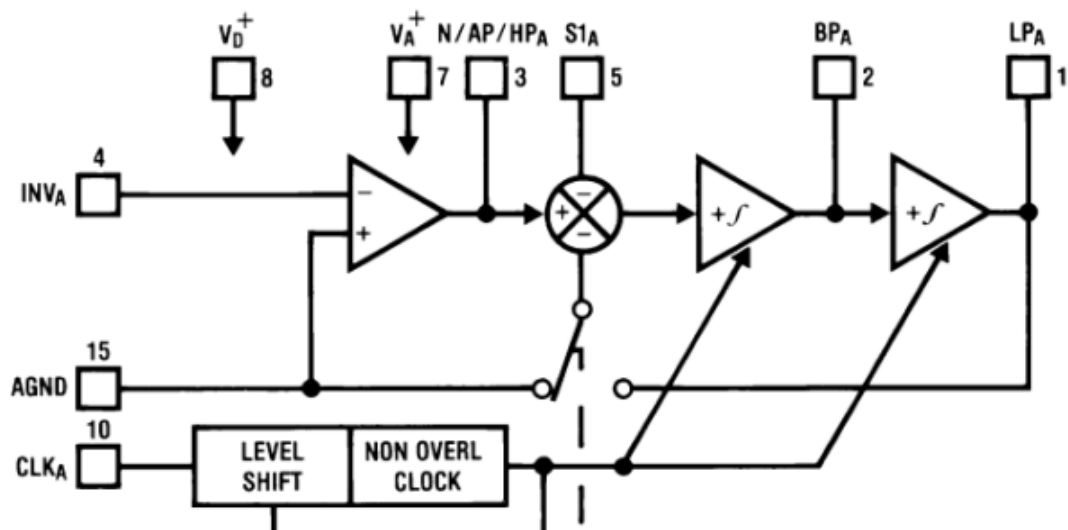
$$H_{HP}(s) = \frac{H_{OHP}s^2}{s^2 + \frac{s\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

Intégrateur



Structure F3

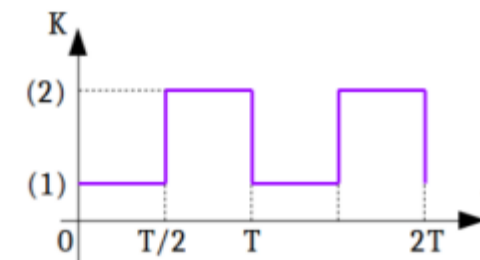
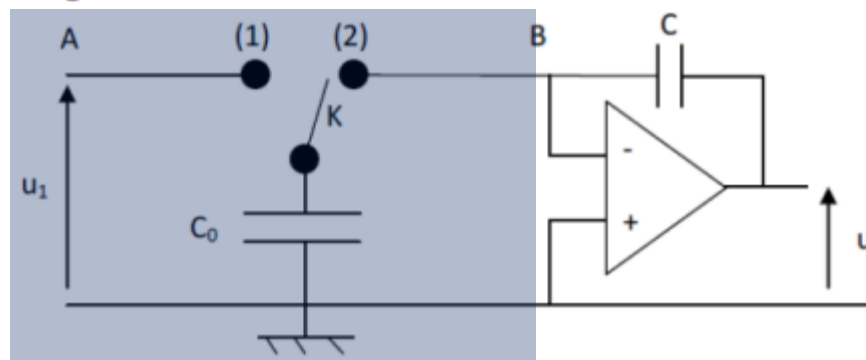
MF10-N Universal Monolithic Dual Switched Capacitor Filter



$$H_{HP}(s) = \frac{HOHPs^2}{s^2 + \frac{s\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

$$R_{AB} = C_0 / T$$

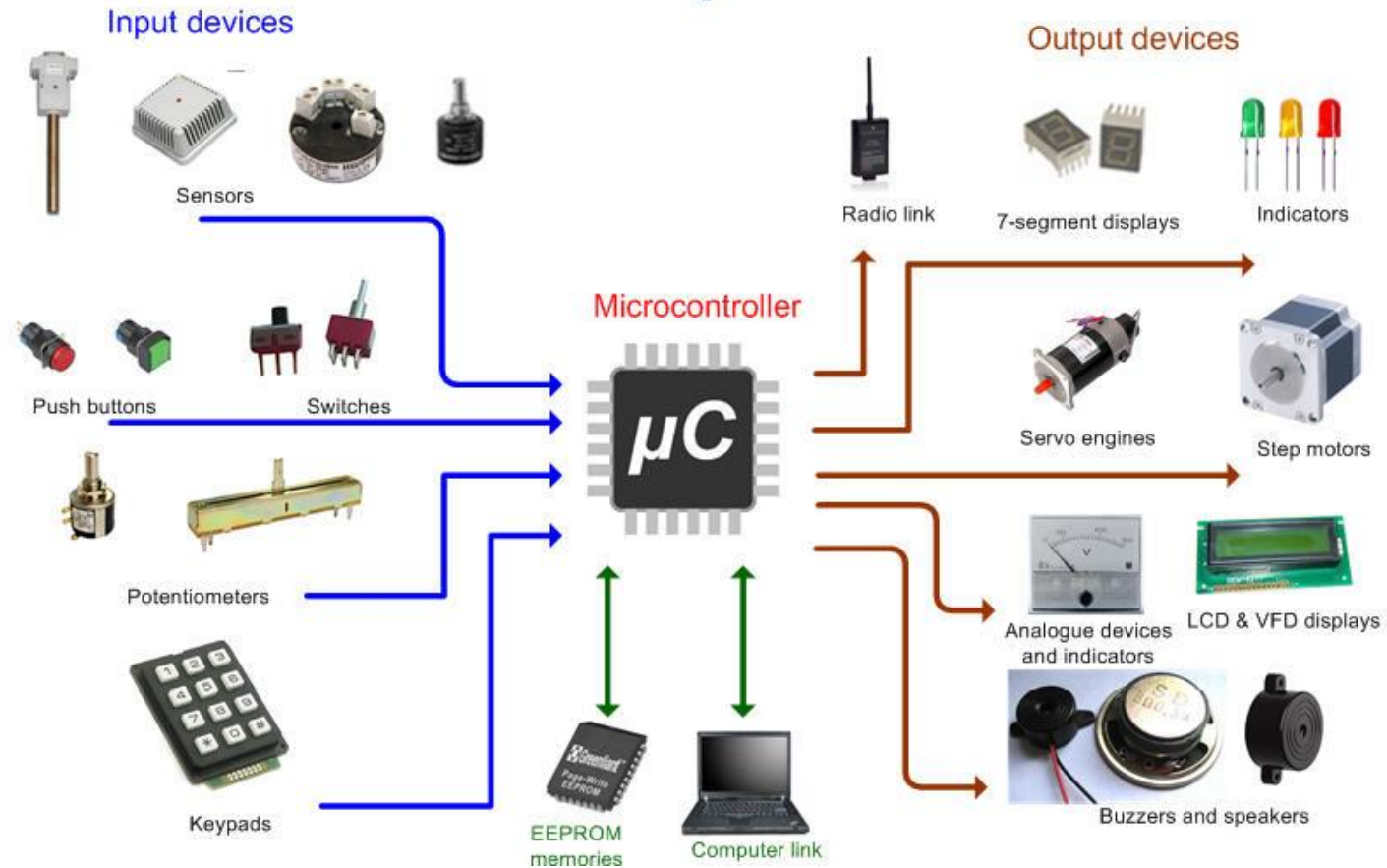
Intégrateur



Microcontrôleur



Piloter numériquement des systèmes



Microcontrôleur



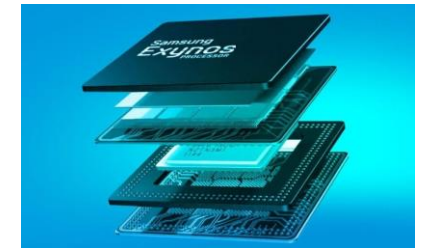
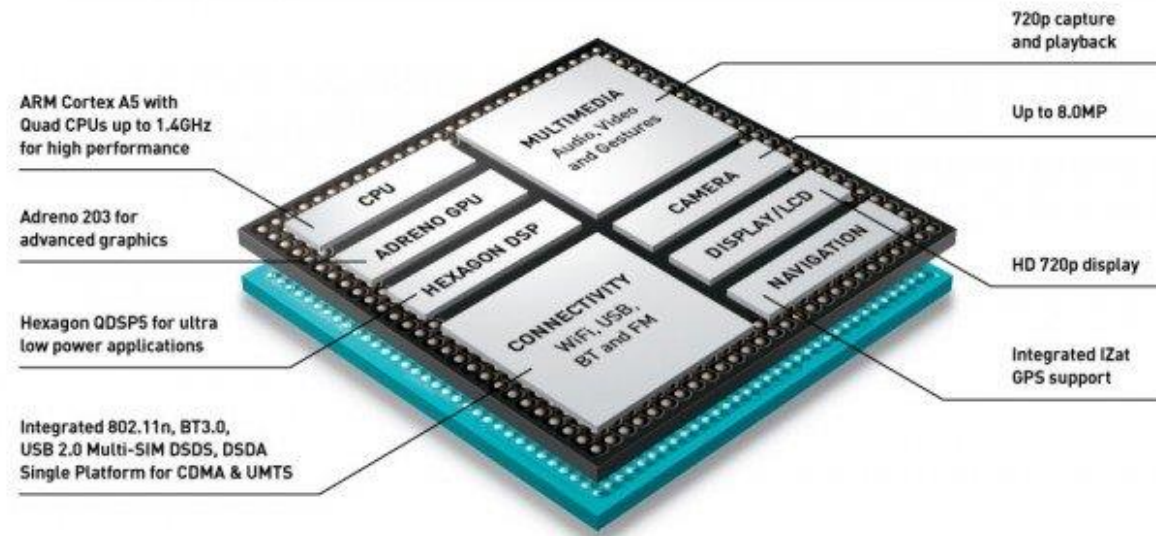
Piloter numériquement des systèmes



Cortex-A77

Third generation premium CPU based on DynamIQ technology.

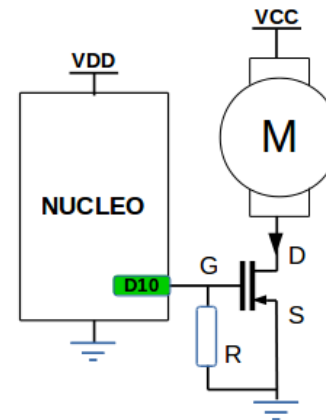
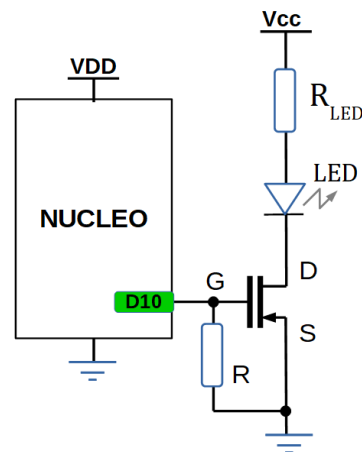
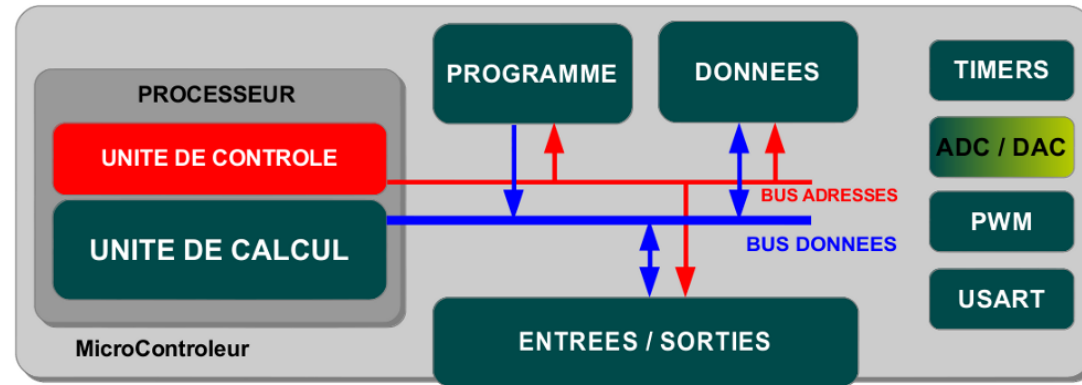
- Leadership performance and efficiency for 5G mobile solutions
- Improved responsiveness for on device machine learning
- Built for next generation smartphones and laptops



Microcontrôleur



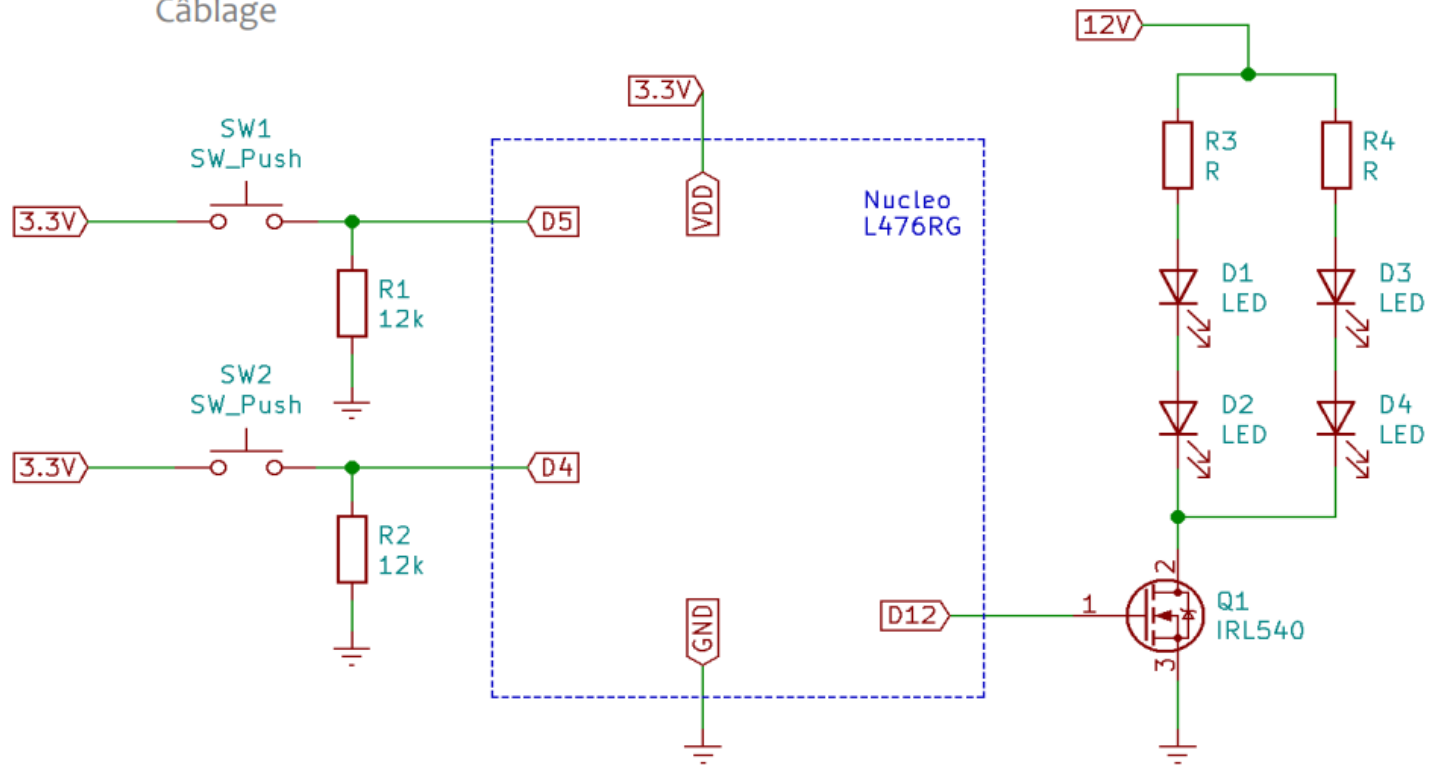
Piloter numériquement des systèmes



Matériel
+
Logiciel

Structure N2

Câblage



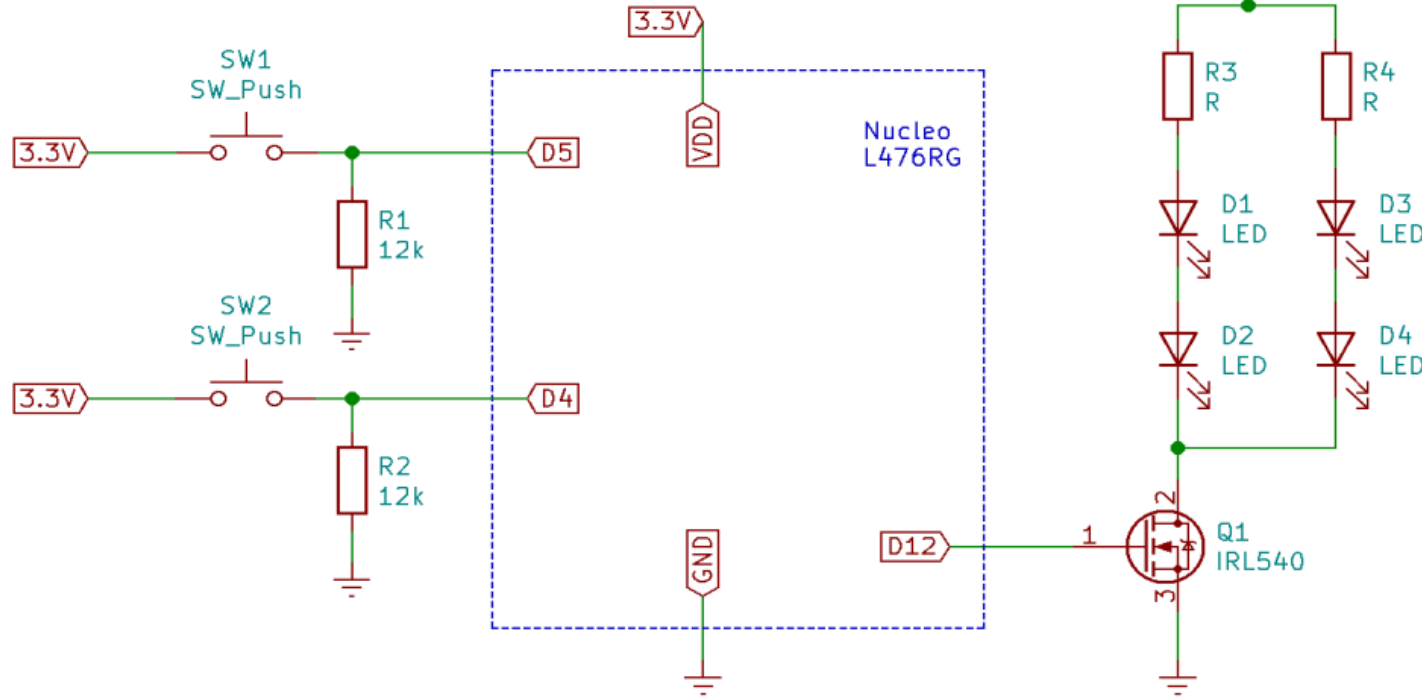
Entrées/Sorties Numériques



Pilotage en Tout ou Rien

Structure N2

Câblage



**Entrées/Sorties
Numériques**

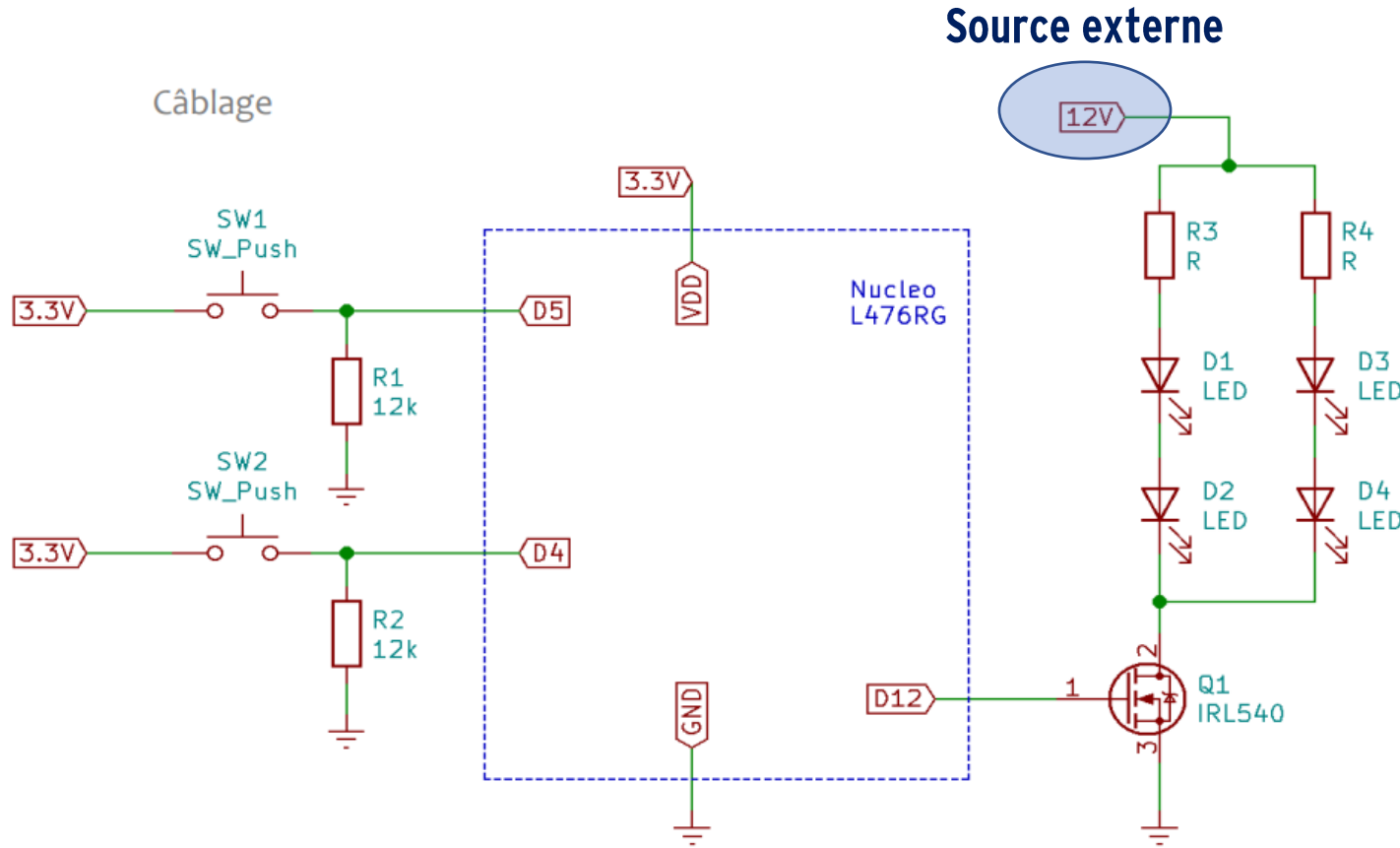


Pilotage en Tout ou Rien



Limite en courant

Structure N2



**Entrées/Sorties
Numériques**



Pilotage en Tout ou Rien



Limite en courant

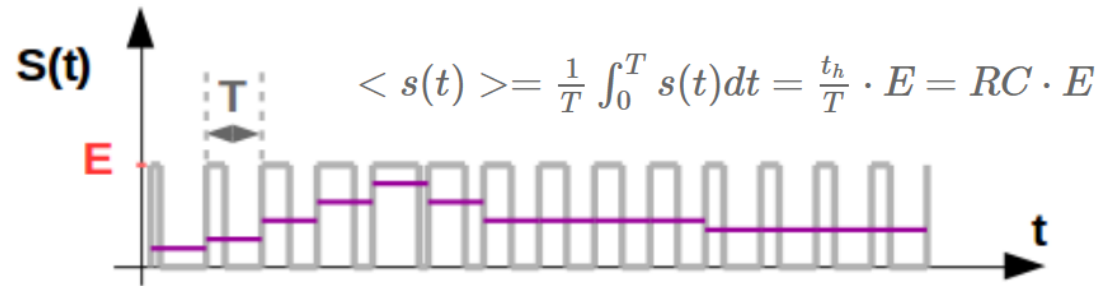


**Transistor =
interrupteur commandé**

Structure N2

PWM / Modulation de largeur d'impulsion

Pulse Width Modulation



**Entrées/Sorties
Numériques**



Pilotage en Tout ou Rien



Limite en courant

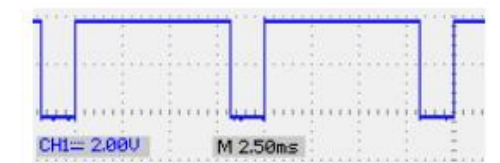
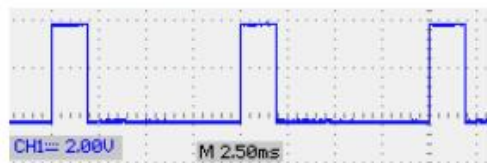
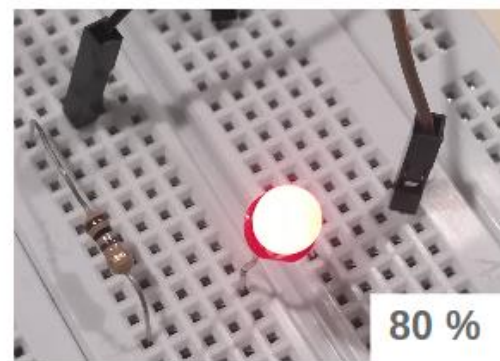
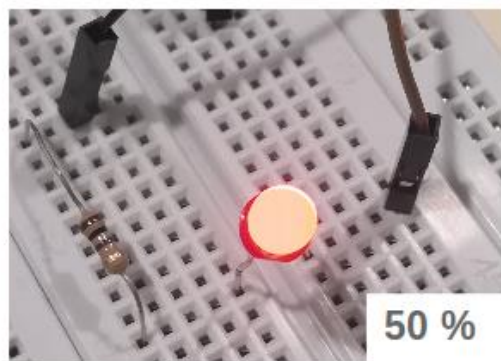
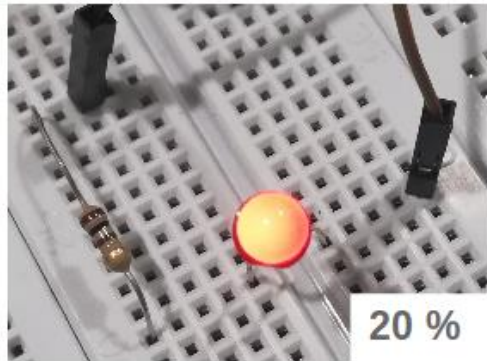
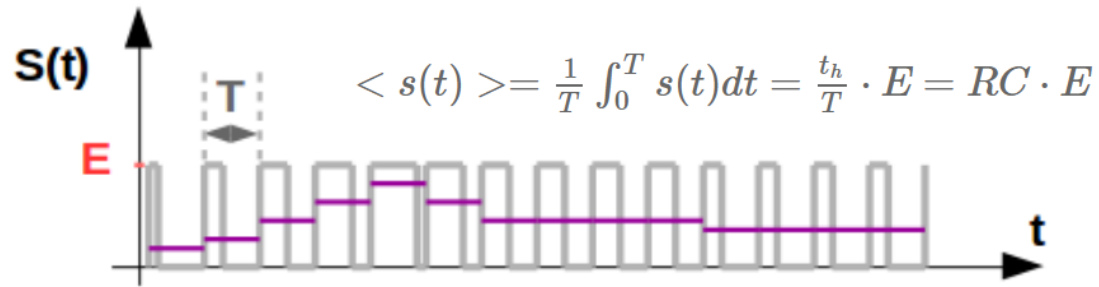


**Transistor =
interrupteur commandé**

Structure N2

PWM / Modulation de largeur d'impulsion

Pulse Width Modulation



Entrées/Sorties Numériques

➔ **Pilotage en Tout ou Rien**



Limite en courant

➔ **Transistor = interrupteur commandé**

Structure N2

```
#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);
    }
}
```

Structure N2

```
#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);
    }
}
```

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

**Initialisation /
Paramétrage**

Boucle infinie
lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour sorties



Structure N2

```
#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);
    }
}
```

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

**Initialisation /
Paramétrage**

Boucle infinie

lecture entrées

calculs / décisions

mise à jour sorties

➔ **Scrutation**

Structure N2

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

Initialisation /
Paramétrage

Boucle infinie
lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour sorties

Scrutation

```
#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)
    { }
}
```

Structure N2

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

**Initialisation /
Paramétrage**

Boucle infinie
lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour sorties

Scrutation

```
#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)
    { }
}
```

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

Fonctions autres

**lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour des sorties**

**Initialisation /
Paramétrage**

Structure N2

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

**Initialisation /
Paramétrage**

Boucle infinie
lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour sorties

Scrutation

```
#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)
    { }
}
```

Déclaration
entrées/sorties
variables globales

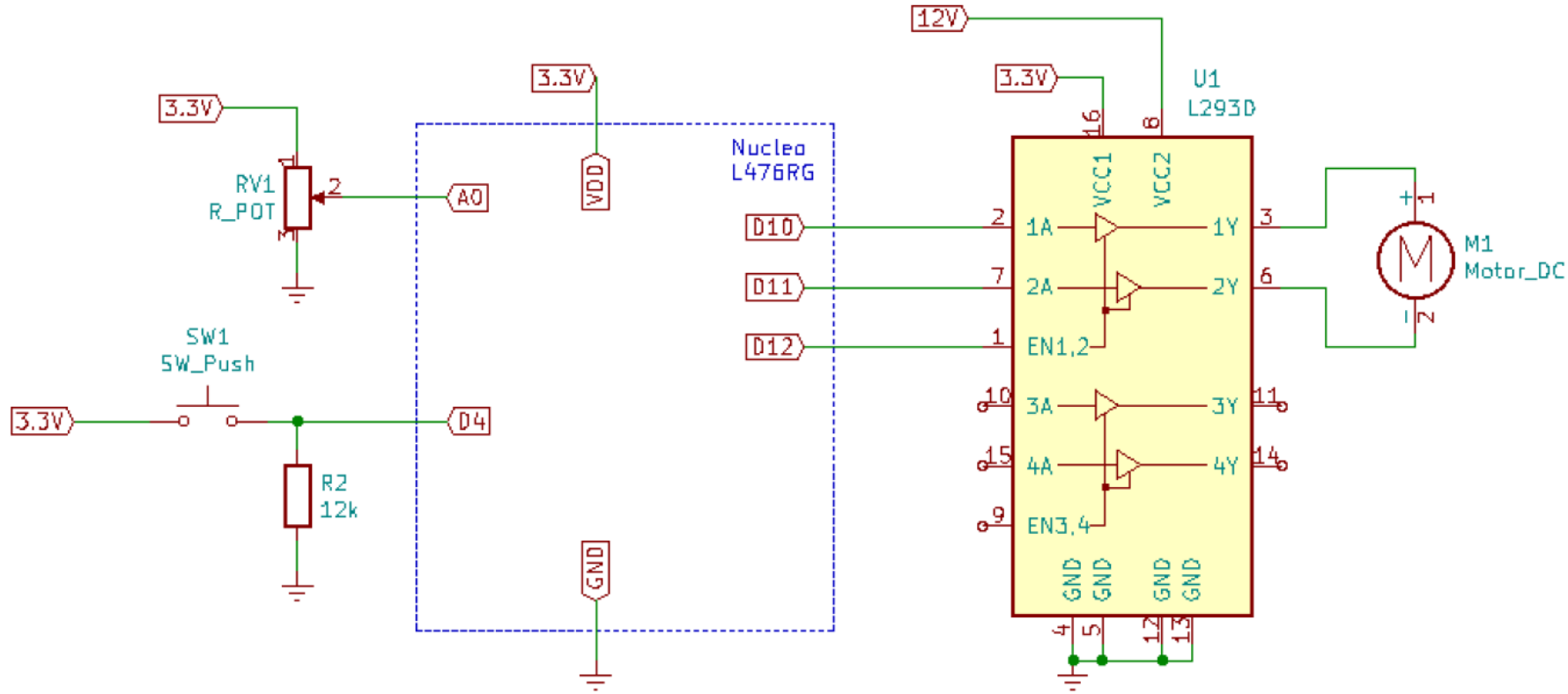
Fonctions autres

**lecture entrées
calculs / décisions
mise à jour des sorties**

**Initialisation /
Paramétrage**

Interruption

Structure N3



Structure N3

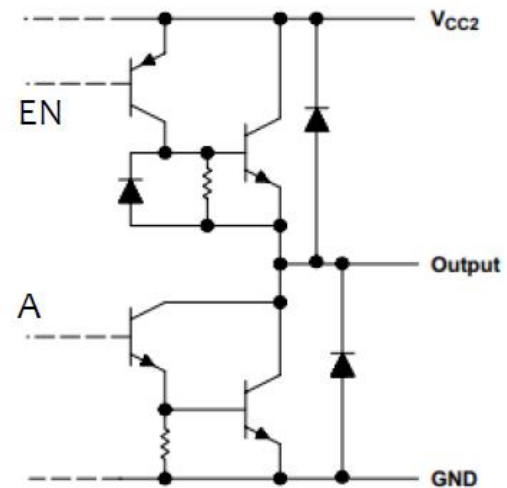
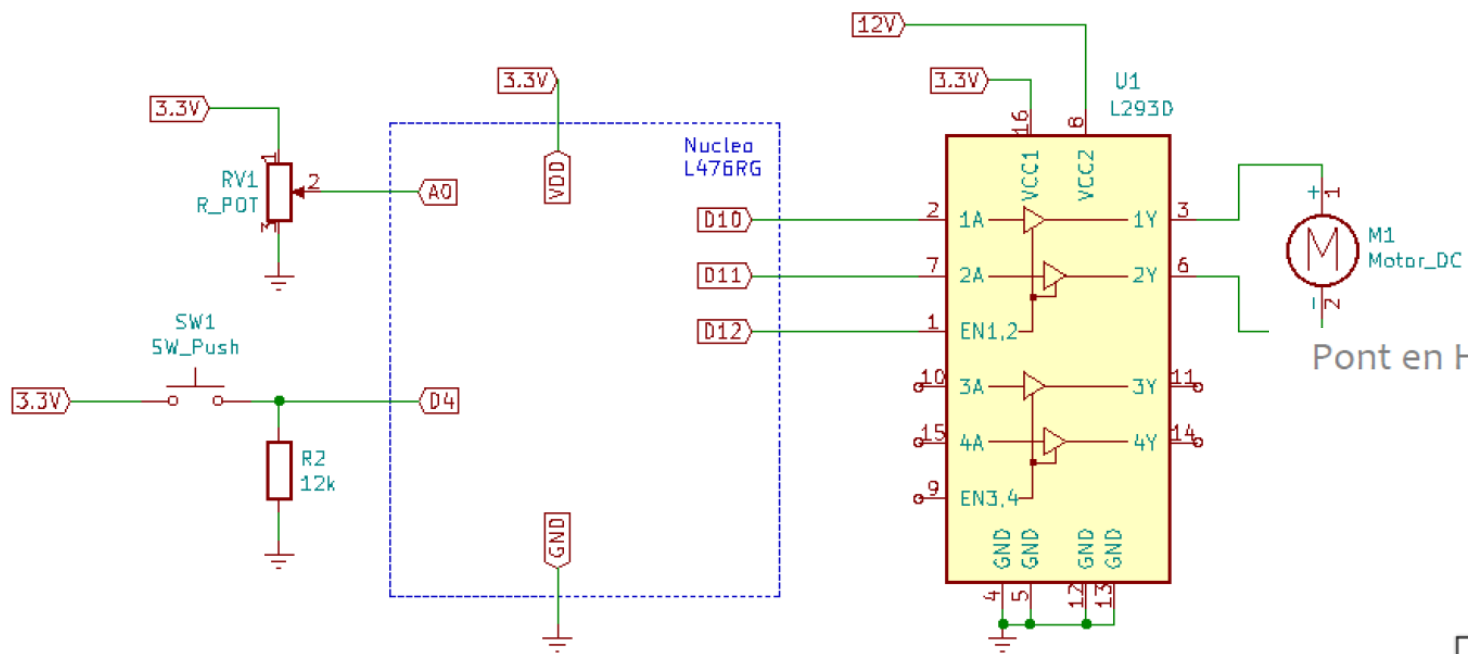
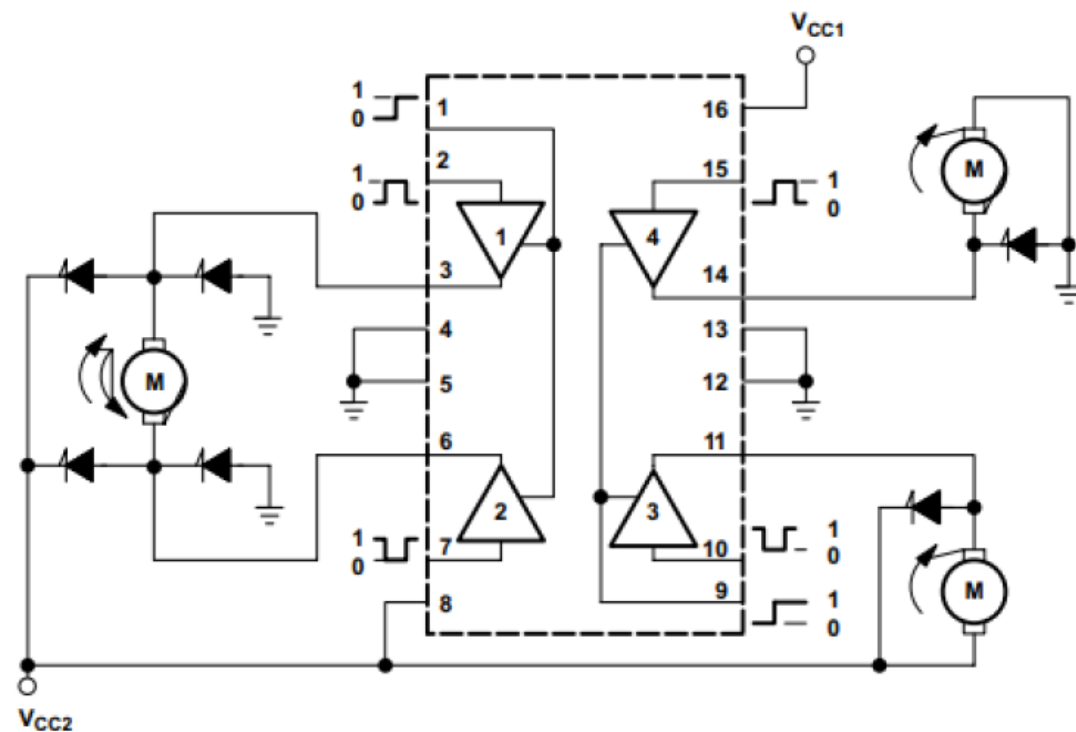
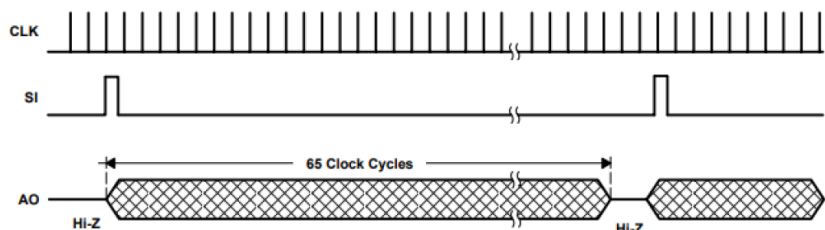
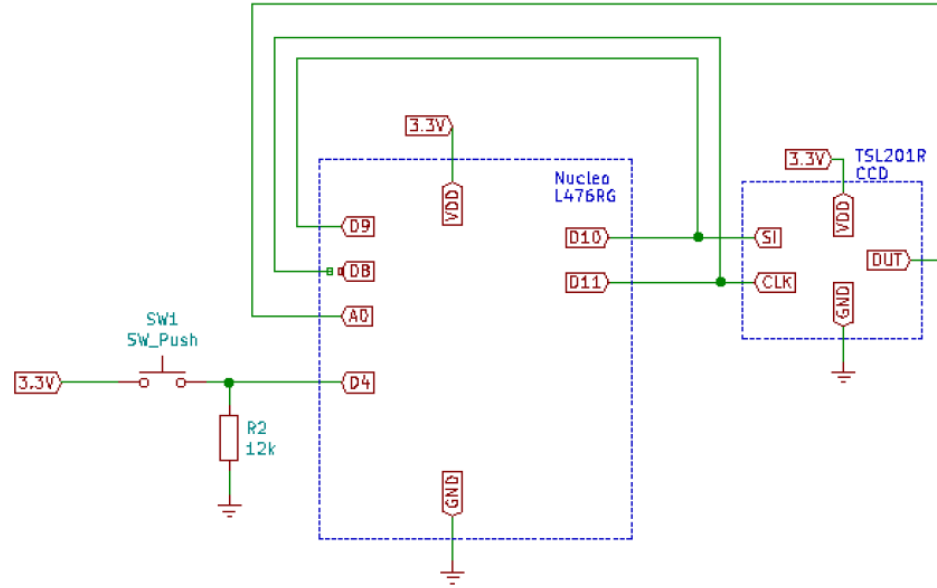


Figure 5. Schematic of Outputs for the L293D

Pont en H – L293 / Diagramme fonctionnel

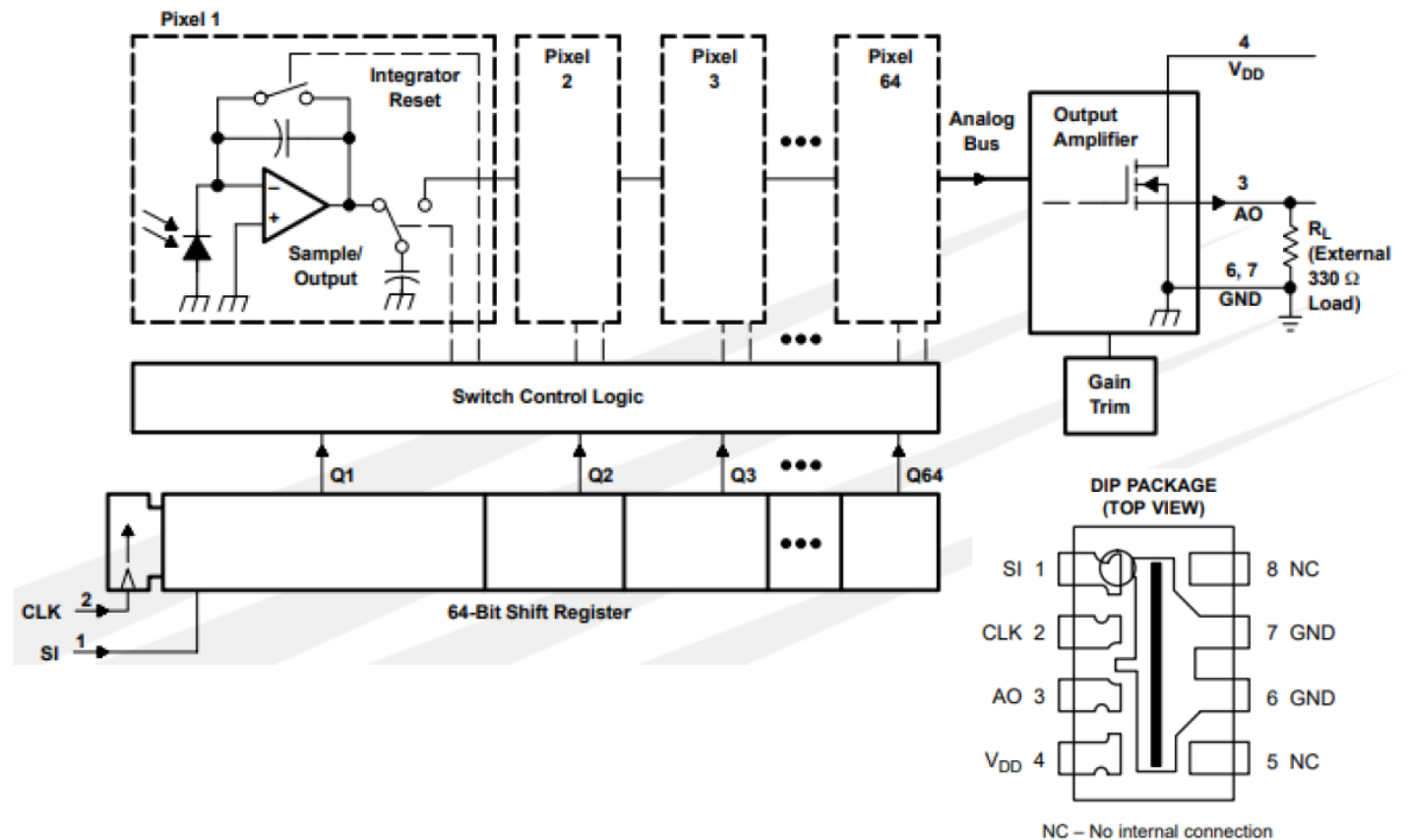


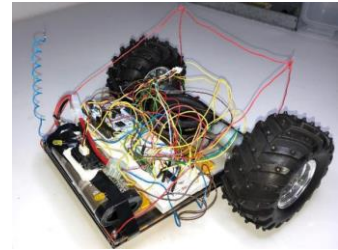
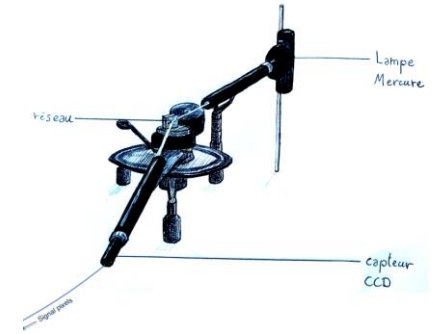
Structure N4



Capteur linéaire CCD - TSL201R

Functional Block Diagram



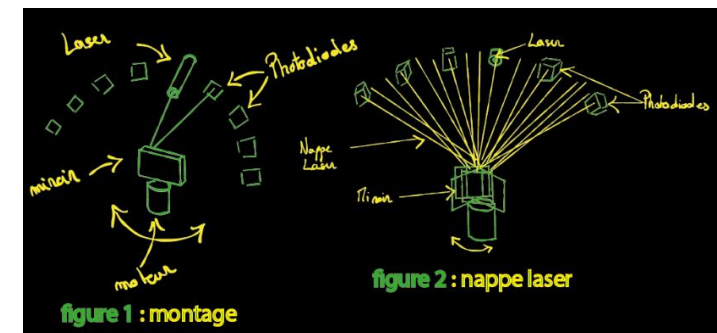
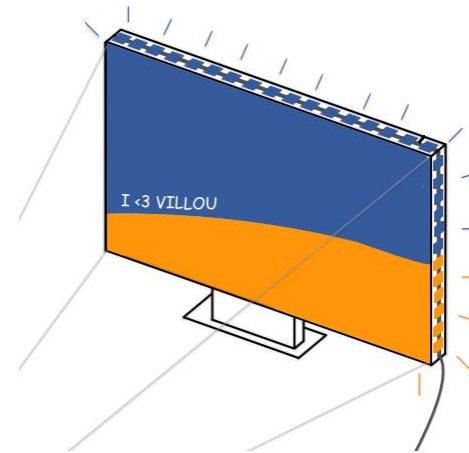


Ingénierie Electronique

Projets Semestre 6

(hors CFA)

Julien VILLEMEJANE



Projets Semestre 6

Systemes industriels



Robotique



Son et lumière



Les années précédentes

Projets Semestre 6

Systèmes industriels



Robotique



Son et lumière



- ➔ **Projet par équipe de 4**
- ➔ **Prototype complet**
- ➔ **Documentation**

- ➔ **Compétences complémentaires**
Au choix des étudiant.es

Les années précédentes

Projets Semestre 6

Systemes industriels



Robotique



Son et lumière



- ➔ **Projet par équipe de 4**
- ➔ **Prototype complet**
- ➔ **Documentation**

- ➔ **Compétences complémentaires
Au choix des étudiant.es**

Les années précédentes

Thème 3 des TP du Semestre 5
Projet 2019-2020



Music Equalizer

Logo SONOLUX par Ambre VISIVE

2022-2023 – Année de transition...

Refonte des enseignements autour du traitement de l'information

- ▶ Modules d'électronique et d'informatique
- ▶ Modules de Calcul scientifique



apprentissage par l'expérience dans des situations "complexes" proches de la vie professionnelle

Enquête auprès des industriels de la photonique

- ▶ Développer des systèmes interdisciplinaires
- ▶ Développer des interfaces de pilotage
- ▶ Automatiser des bancs de mesures
- ▶ Extraire et analyser des données
- ▶ Simuler des phénomènes physiques
- ▶ Gérer un projet multi-équipes



compétences d'ingénierie

- Interfaçage / Acquisition
- Pilotage / Contrôle
- Traitement de données
- Outils numériques pour la physique

Projets Semestre 6

2022-2023 – Année de transition...



Projets d'ingénierie en électronique / interfaçage acquisition et traitement de données

- ▶ Pour valider nos hypothèses sur l'évolution des enseignements
- ▶ Pour vous mettre en situation quasi professionnelle



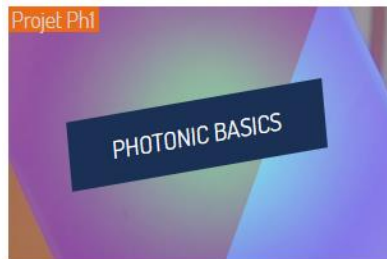
Constituer des équipes de 4 étudiant.es



Choisir un thème qui vous motive

Pour développer des compétences pour votre carrière professionnelle

<http://lense.institutoptique.fr/projets/>



- ▶ Interfaçage Python / Nucléo / Instrumentation
- ▶ Développement de bibliothèques réutilisables
- ▶ Ressources pédagogiques / Documentation
- ▶ Conception de maquettes pédagogiques

