



DV3 : Charge d'un condensateur & Etudes de quelques oscillateurs astable



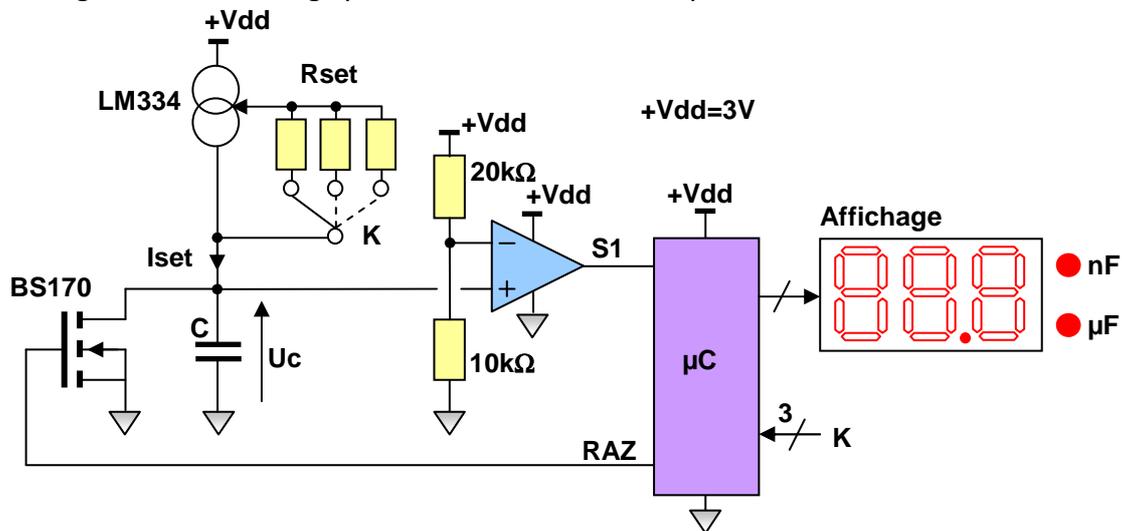
Objectifs

Ce troisième devoir de vacances vous propose de revenir sur la charge d'un condensateur et ses applications dans les circuits oscillateurs.



Exercice n°1 : Un capacimètre basique

Le schéma représenté ci-dessous représente l'architecture d'un capacimètre basique dans lequel on utilise une source de courant constante LM334 dont la valeur du courant I_{set} est fixée par la résistance R_{set} . Le transistor BS170 est considéré comme un interrupteur fermé lorsque $RAZ = +V_{cc}$ et ouvert lorsque $RAZ = 0$. Un μC assure le comptage et la gestion de l'affichage permettant de mesurer la capacité C .



Q1 : Si l'on considère que la sortie RAZ du μC est à l'état haut, que peut-on dire de la tension U_c ? Quelle est l'état de la sortie S1 du montage comparateur ?

Q2 : Rappeler l'équation différentielle qui relie le courant I_c et la tension V_c pour un condensateur.

Q3 : A $t=0$ la sortie RAZ passe à l'état bas et le μC déclenche un compteur. Représenter l'évolution de la tension U_c au cours du temps.

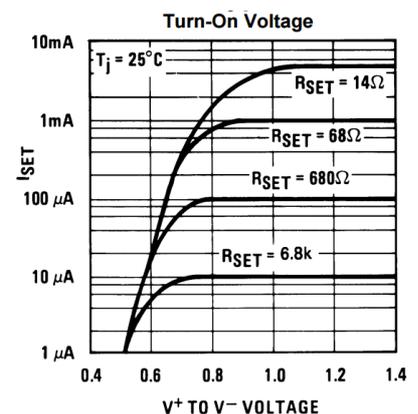
Q4 : Pour quelle tension U_c la sortie S1 change d'état ?

Q5 : Lorsque S1 passe à l'état haut le μC stoppe le compteur. Exprimer la durée du comptage en fonction de I_{set} , C & V_{dd} . Comme les grandeurs I_{set} & V_{dd} sont connus, montrer que la durée du compteur permet de connaître directement la valeur du condensateur.

Le graphique représenté ci-contre est issu de la documentation constructeur du circuit LM334 et sera utilisé pour les questions suivantes.

Q6 : L'horloge du compteur sur 16 bit est de 1MHz. En déduire la durée de comptage maximale. Si l'on choisit une résistance $R_{set}=68\Omega$, en déduire la capacité maximale que l'on peut mesurer.

Q7 : On règle cette fois-ci le commutateur K de telle sorte à obtenir $R_{set}=6,8k\Omega$. Si l'on considère que la précision du compteur est d'un coup d'horloge soit $1\mu s$, en déduire la précision de la mesure concernant la capacité.



Exercice n°2 : Un oscillateur basique

On étudie dans un premier temps le montage de la figure 1 ci dessous dans lequel on utilise un comparateur de tension que l'on considérera comme idéal et dont les conventions de fonctionnement sont fixées sur la figure 2. L'entrée V_e du montage est un signal électrique pouvant évoluer entre 0 et $+V_{cc}$. On fixe $V_{cc} = 5V$.

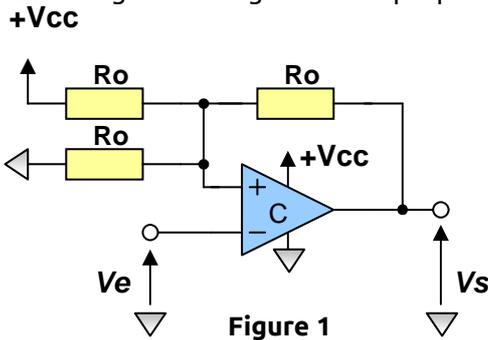


Figure 1

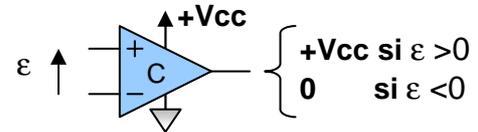


Figure 2

Q1 : Exprimer la tension V_+ (potentiel sur la borne + du comparateur) en fonction de V_{cc} et V_s . Pour les 2 cas $\epsilon > 0$ et $\epsilon < 0$ en déduire les 2 conditions sur la tension d'entrée V_e .

Q2 : En déduire alors la caractéristique de transfert $V_s = f(V_e)$ pour le montage de la figure 1.

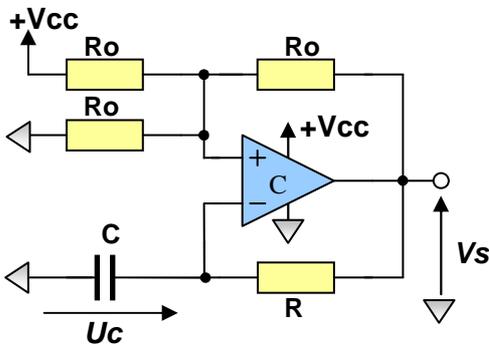


Figure 3

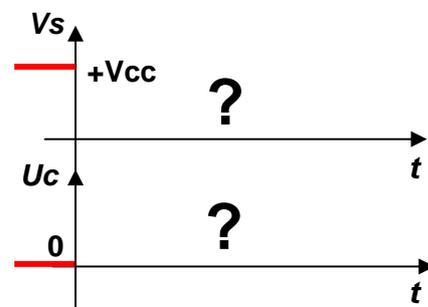


Figure 4

On rajoute au montage de la figure 1 un circuit RC comme l'indique la figure 3 ci dessus. On considère qu'à l'origine des temps $t=0$ le condensateur C est déchargé et $V_s = +V_{cc}$ comme l'indiquent les chronogrammes incomplets de la figure 4.

Q3 : Dessiner en concordance de temps l'évolution des signaux V_s et U_c au cours du temps sur un cycle complet.

Q4 : A partir des chronogrammes et des équations de charge et décharge du condensateur en déduire la fréquence des oscillations de ce montage en fonction de R et C en utilisant le rappel suivant.

Rappel : Réponse d'un système du 1er ordre soumis à un échelon

$$s(t) = s(\infty) + (s(0+) - s(\infty))e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$s(0+)$ représente la valeur prise par la sortie juste après la variation brusque de l'entrée

$s(\infty)$ représente la valeur prise par la sortie en régime asymptotique (après un temps assez long)

τ est la constante de temps du circuit

Q5 : On désire obtenir une fréquence $f_0 = 400\text{Hz}$. On fixe $C = 47\text{nF}$. En déduire la valeur de la résistance R. Proposer une simulation LTSpice permettant de vérifier votre résultat.

Exercice n°3 : Un générateur triangulaire pour modulateur PWM

Lorsque l'on souhaite transmettre une information audio par infrarouge pour une application de type « audio guide » (voir figure 1), le principe consiste à moduler la largeur d'une impulsion dont la fréquence F_0 est comprise entre 50kHz et 100kHz. Ce principe de modulation est connu sous le nom de modulation PWM (Pulse Width Modulation) et s'obtient en comparant le signal audio avec un signal triangulaire de fréquence F_0 . C'est le générateur de ce signal triangulaire que nous vous proposons d'étudier dans cette partie.

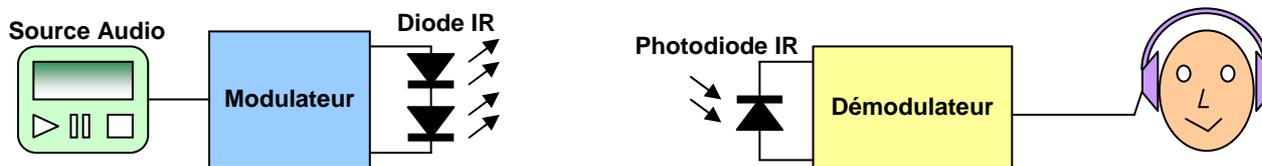


Figure 1 : Transmission audio par infrarouge

Le schéma retenu pour le générateur est représenté sur la figure 2 suivante dans lequel on utilise un amplificateur opérationnel et un comparateur de tension fonctionnant sous une alimentation simple $V_{cc}=5V$.

Q1 : Quelles sont les différences fondamentales qui existent entre un amplificateur opérationnel et un comparateur de tension ?

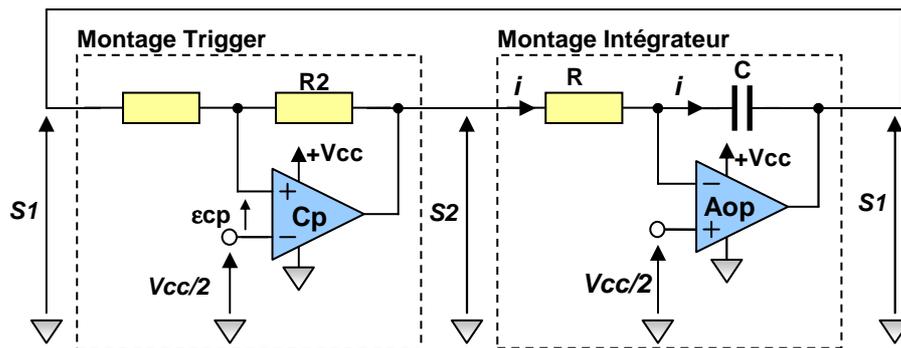


Figure 2 : Générateur de fonction triangulaire

Etude du montage Trigger

Q2 : Exprimer ε_{cp} en fonction de V_{cc} , S_1 , S_2 , R_1 et R_2 .

Q3 : Quelles sont les valeurs de S_2 lorsque $\varepsilon_{cp} > 0$ et $\varepsilon_{cp} < 0$? En déduire les 2 tensions de seuils V_{t1} et V_{t2} ($V_{t1} < V_{t2}$) du montage trigger.

Q4 : Tracer la caractéristique de transfert S_2 en fonction de S_1 du montage trigger. Préciser les sens de basculement.

Etude du montage Intégrateur

Q5 : Exprimer le courant i en fonction de S_2 , V_{cc} et R . Montrer que ce courant ne peut prendre que 2 valeurs constantes.

Q6 : Que peut-on alors dire de la charge du condensateur C ? Montrer que la tension aux bornes du condensateur est de la forme $U_c(t) = \pm k \cdot t + \text{cst}$.

Etude du montage complet

Q7 : On considère à $t=0$ que le condensateur est déchargé et que $S_2 = +V_{cc}$. Dans ces conditions, représenter l'allure des signaux S_1 et S_2 en fonction du temps.

Q8 : Exprimer la fréquence des oscillations en fonction des éléments du montage.

Q9 : On fixe $C=1nF$ et $R_1=1k\Omega$. Calculer les valeurs de R_2 et R afin d'obtenir un signal triangulaire de fréquence 60kHz évoluant entre 1V et 4V.

Q10 : Comment peut-on obtenir simplement la tension $V_{cc}/2$?



Exercice n°4 : Analyse d'une documentation constructeur

Q1 : Quelle est la forme des signaux de sortie obtenus avec ces circuits ? Quel doit être le niveau sur la borne OE pour obtenir ces signaux ?

Q2 : Que signifie la caractéristique « 10ppm/°C Typical Frequency Drift Over Temperature » ?

Q3 : Que signifie les termes « power supply bypass capacitor ». Illustrer votre réponse à partir du schéma d'application proposé.

Q4 : On effectue la configuration suivante pour les 2 registres : (MSB first)

OCT	1	0	1	1	DAC:	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
-----	---	---	---	---	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Quelle est la fréquence des oscillations ?

Q5 : On désire obtenir une fréquence d'oscillation la plus proche de 545kHz. Proposer une valeur pour les registres OCT et DAC ?

Q6 : Décrire simplement les bus d'interfaces séries proposés pour chaque circuit.



LTC6903/LTC6904 1kHz – 68MHz Serial Port Programmable Oscillator

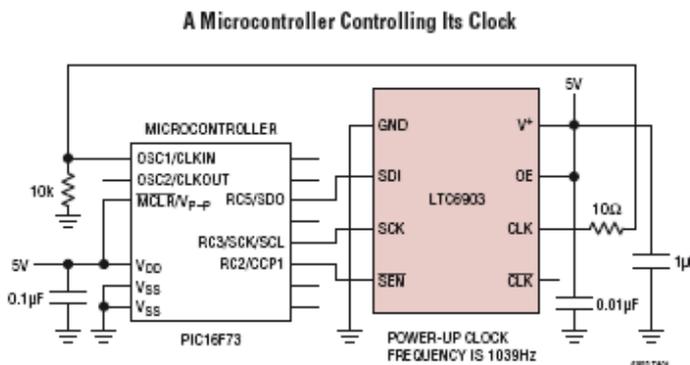
FEATURES

- 1kHz to 68MHz Square Wave Output
- 0.5% (Typ) Initial Frequency Accuracy
- Frequency Error <1.1% Over All Settings
- 10ppm/°C Typical Frequency Drift Over Temperature
- 0.1% Resolution
- 1.7mA Typical Supply Current (f < 1MHz, V_S = 2.7V)
- 2.7V to 5.5V Single Supply Operation
- Jitter <0.4% Typical 1kHz to 8MHz
- Easy to Use SPI (LTC6903) or I²C (LTC6904) Serial Interface
- Output Enable Pin
- -55°C to 125°C Operation
- MS8 Package

APPLICATIONS

- Precision Digitally Controlled Oscillator
- Power Management
- Direct Digital Frequency Synthesis (DDS) Replacement
- Replacement for DAC and VCO
- Switched Capacitor Filter Clock

TYPICAL APPLICATION



DESCRIPTION

The LTC[®]6903/LTC6904 are low power self contained digital frequency sources providing a precision frequency from 1kHz to 68MHz, set through a serial port. The LTC6903/LTC6904 require *no external components* other than a power supply bypass capacitor, and they operate over a single wide supply range of 2.7V to 5.5V.

The LTC6903/LTC6904 feature a proprietary feedback loop that linearizes the relationship between digital control setting and frequency, resulting in a very simple frequency setting equation:

$$f = 2^{\text{OCT}} \cdot \frac{2078(\text{Hz})}{\left(2 - \frac{\text{DAC}}{1024}\right)}; 1\text{kHz} < f < 68\text{MHz}$$

where OCT is a 4-bit digital code and DAC is a 10-bit digital code.

The LTC6903 is controlled by a convenient SPI compatible serial interface. The LTC6904 uses an industry standard I²C compatible interface.

LT, LT, LTC, LTM are registered trademarks of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners. Protected by U.S. Patents including 6342817 and 6614313.

LTC6903 Frequency Error Distribution

