
ETC22 - Embedded Technology Club

ETC22 - Embedded Technology Club

Organizovaný ČVUT FEL v r. 2024 pro středoškolské studenty se zájmem o techniku a další její studium

3. Setkání 18.3.2024

3. ETC22- náplň

Kapacitor- kondenzátor

Přechodový děj na RC, využití pro časování

Logický obvod CMOS HC132 (74HC132)

Detektor světla, detekce zasloužení

Logická funkce NAND

Blikač s HC132, bzučák s HC132

Kuchyňské minutky, šachové hodiny

Elektrický kohout – „vstávej“

Fotopast

Demonstrace principu dynamické paměti RAM

RS- klopný obvod- demonstrace principu statické paměti SRAM

Kapacitor - kondenzátor

Elektrický náboj značení Q

Přiblížení proud 1 A za 1 sekundu představuje prošlý náboj 1 C Coulomb

$Q = I \cdot t$ (Náboj, proud x čas)

Akumulátor v autombilu 44 Ah (Ampérhodin)- indikuje se, že je schopen poskytnout odpovídající proudu 1 A po 44 hodin

To je $Q = 44 \times 60 \times 60 = 158\,400$ I (Coulombů)

Kondenzátor - prvek schopný uložit elektrickou energii, náboj

Pokud se na kondenz. o kapacitě C přivede náboj Q , bude na něm napětí U

$C = Q / U$, z toho vyplývá = náboj na kondenzátoru $Q = C \cdot U$

Čím větší kapacita, tím větší náboj na kondenzátoru při stejném napětí

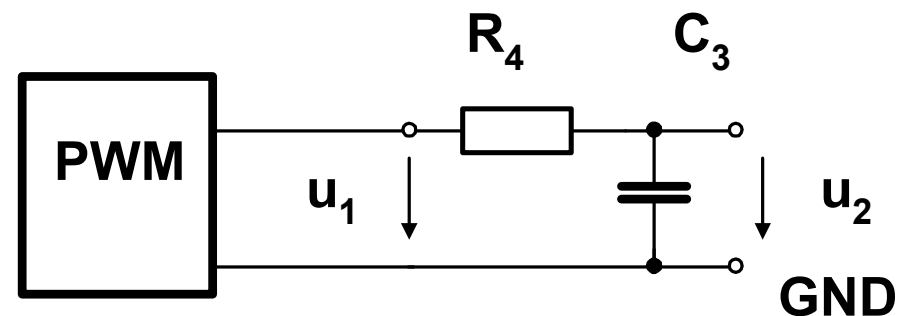
Kapacita – jednotka **F** – Farad

Pro nás je příliš velká, používáme

pF pikofarad 1×10^{-12} F

nF nanofarad 1×10^{-9} F

uF mikrofaraad 1×10^{-6} F



Kondenzátor a jeho vodní analogie

Zjednodušené vysvětlení pro studenty gymnazií,
kteří ještě neměli elektřinu a magnetismus

Použijeme **analogie**

Elektrický proud - proud vody,

Náboj – množství vody.

Kondenzátor – „sud“

Kapacita – **S** -plocha průřezu sudu

Elektrické napětí – tlak vody

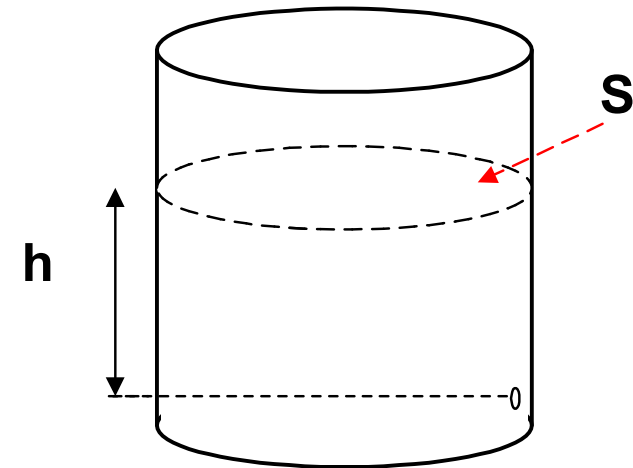
(tlak u dna - úměrný výšce hladiny, hustotě a gravit. zrychl **$p = h \cdot \rho \cdot g$**)

Elektrický odpor – hydrodynamický odpor - proti proudění vody)

Pokud se do sudu o **průřezu S** nalije **množství** vody **V**, hladina vystoupá do **výšky h** a u dna bude tlak **p**

plocha podstavy (průřezu) **S**, výška hladiny v sudu **h**,
objem kapaliny **$V = S \times h$**

Poznámka: toto jsou skutečně pouze analogie („podobnosti“) sloužící pro vysvětlení základů během několika minut.



Kondenzátor a rezistor jako časovací obvod

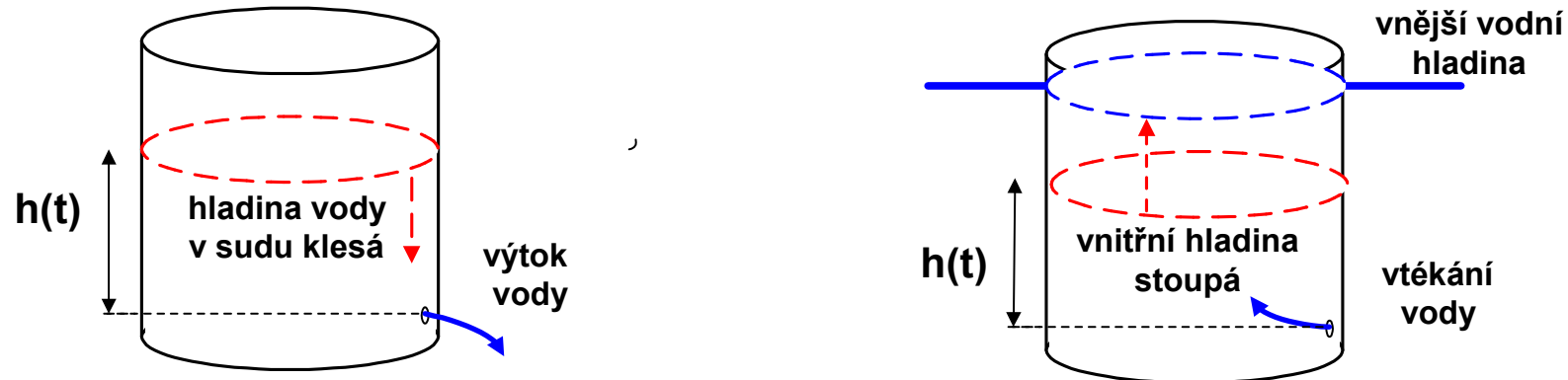
Nabitý kondenzátor budeme vybíjet (a nabíjet), to využijeme pro určení doby.

Podoba – vodní hodiny;

(pozn. vodní hodiny by neměly konstantní plochu průřezu S pro linearizaci char.)

Vypouštění vody ze sudu malým otvorem - pokles hladiny s časem - jako analogie vybíjení kondenzátoru C přes rezistor R

Napouštění vody do sudu (ponořeného do vodní nádrže) přes malý otvor - analogie nabíjení kondenzátoru přes rezistor

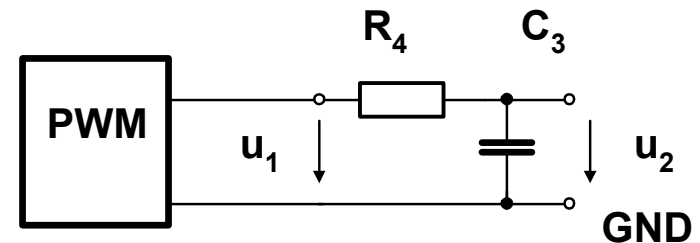
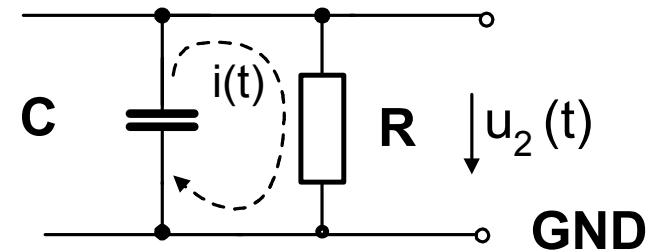


Jaký bude časový průběh výšky hladiny $h(t)$ při vypouštění – jaka **funkce**?

Vybíjení kondenzátoru rezistorem

Kondenzátor o kapacitě C nabijeme na napětí U_M a následně jej budeme vybíjet přes **rezistor** o odporu R

Časový průběh napětí bude mít tvar klesající **exponenciály**



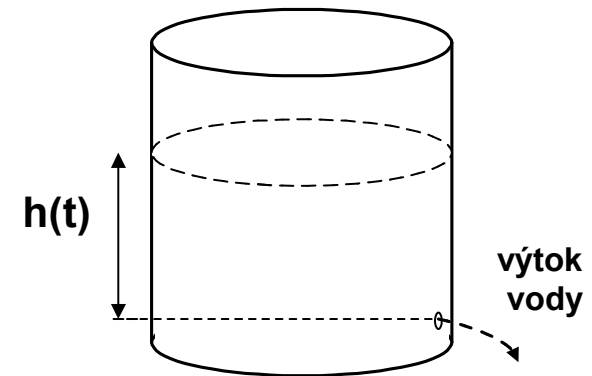
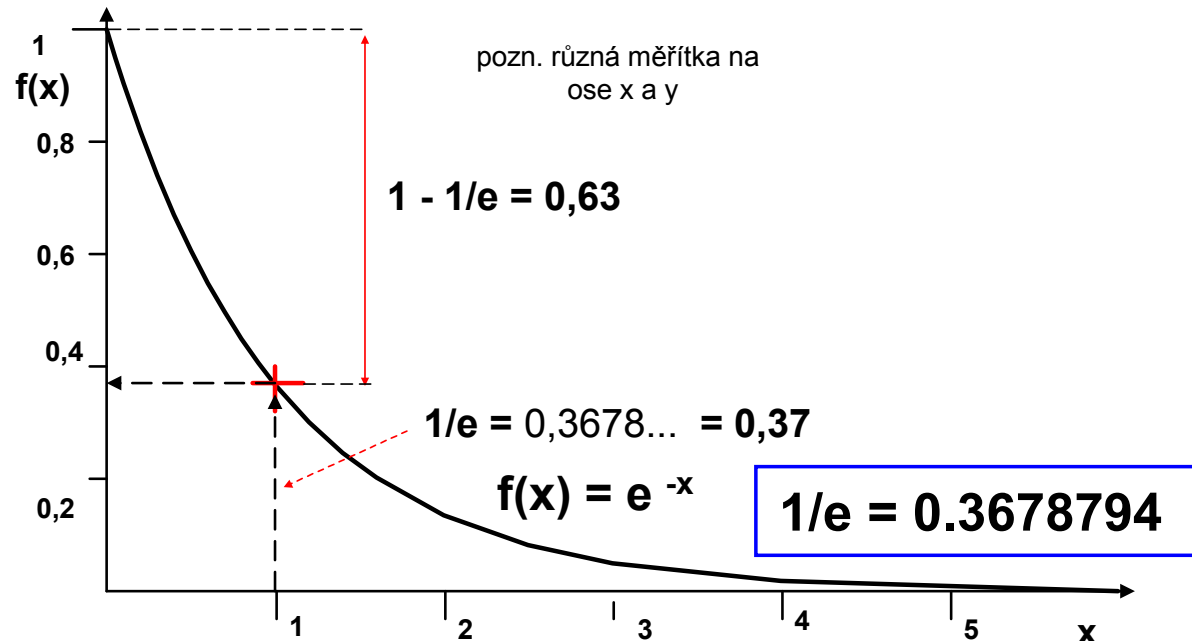
Přechodový děj, exponenciála

Časový průběh napětí na kondenzátoru C vybíjeného přes odpor R
funkce – **exponenciála** (zatím jsme v matematice asi neměli),

$$f(x) = e^{-x} = \frac{1}{e^x}$$

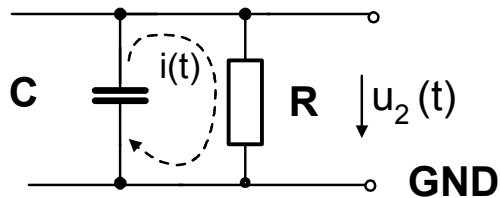
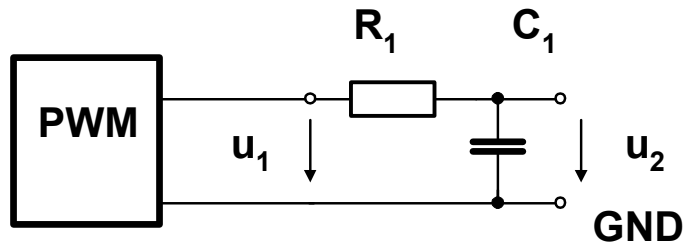
analogie: vytékání vody otvorem ze sudu, pokles výšky hladiny $h(t)$ v čase, snížení rychlosti výtoku, zpomalení vyprazdňování sudu

$e = 2,7182818$; číslo $e =$ základ přirozených logaritmů



RC článek, odezva na skok

Vybíjení kondenzátoru přes R_1 (po jeho předchozím nabití na napětí U_M)

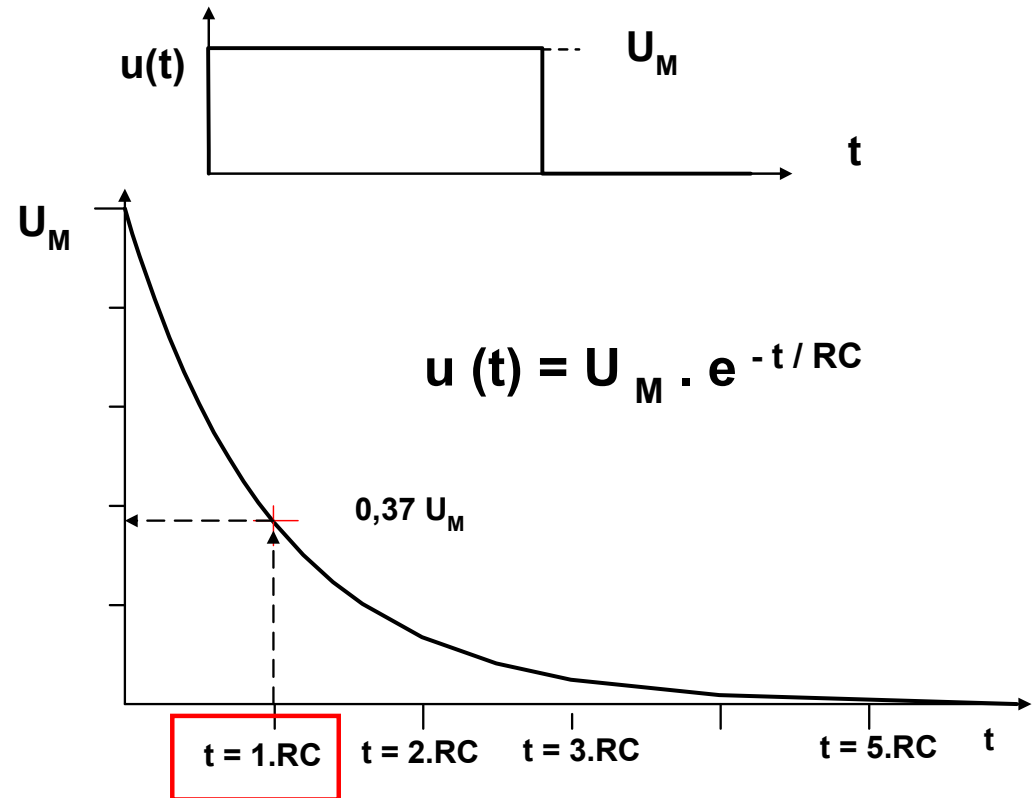


exponenciální průběh – obecně

$$f(x) = e^{-x}$$

Vybíjení kondenzátoru nabitého na U_M .

$$u_2(t) = U_M \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

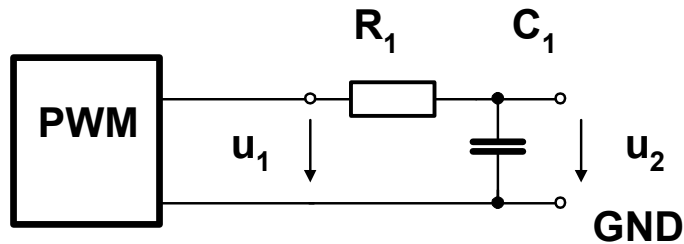


Součin $R \times C$ je časová konstanta τ (tau)

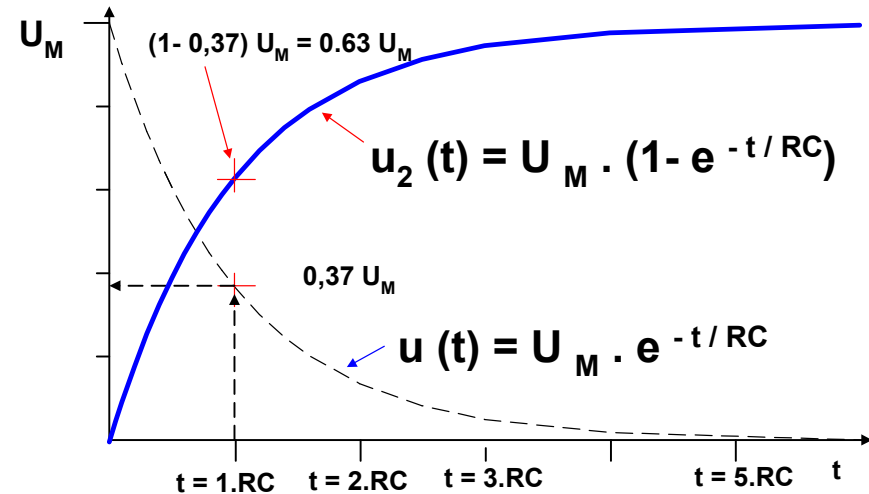
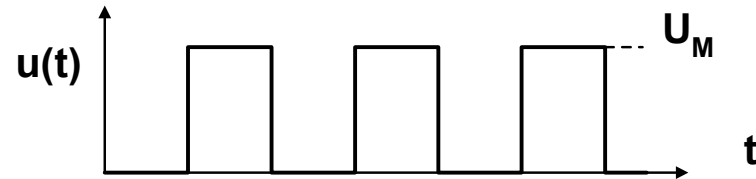
Za dobu τ se C_1 vybije na $1 / e = 2,7183.. = 0,3678$ to je přibl. 37 %

RC článek, odezva na skok

Nabíjení kondenzátoru přes R_1



Nabíjení kondenzátoru – jako doplněk, tedy *převrácená* exponenciála (1- průběh exp.)



Lze popsat jako: velikost **skoku** napětí **x** průběh „**obrácené**“ **exponenciály** (1 - exp)

$$u(t) = U_M \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

Přechodový děj na integračním článku RC

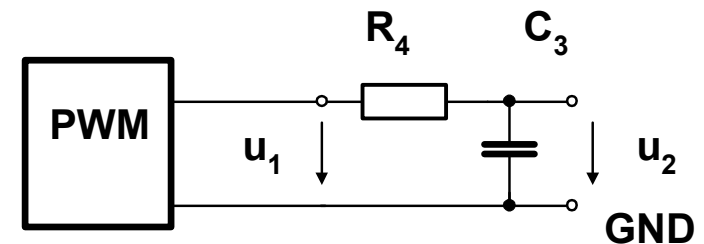
Při našich experimentech budeme pro určení času využívat vyhodnocení doby, za kterou napětí na kondenzátoru dosáhne dané (zvolené) hodnoty.

Experiment:

Zapojení **PWM** (č.8) na vstup RC (napětí u_1) a současně na **Ch₁** (č.7)
Trigger podle kanálu **Ch₁** na pinu č. 7

Výstup RC – napětí u_2 na **Ch₂** pin č. 1

$R_4 = 10\text{ k}$, $C_3 = 100\text{ nF}$, pozorovat signál



Přechodový děj – použití odporového trimru

Případně do série s R4 zapojit odporový trimr
100 k (rezistor o proměnném odporu 0- až 100 k).
Sedovat změny signálu při otáčení jezdce,
měnit frekvenci a střihu, jak se mění signál

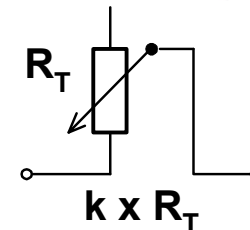
Značení:

$$502 = 50 \times 10^2 = 5 \text{ k} = 5\,000 \, \Omega$$

$$104 = 10 \times 10^4 = 100 \text{ k} = 100\,000 \, \Omega$$

Využijeme jeden *krajní* vývod a *střední* vývod trimru

Úpravy vývodů trimru – kleštěmi vyrovnat
do plocha konec pootočit o 90 stupňů
„*do vrtule*“ -aby dobře držel v kont. poli.

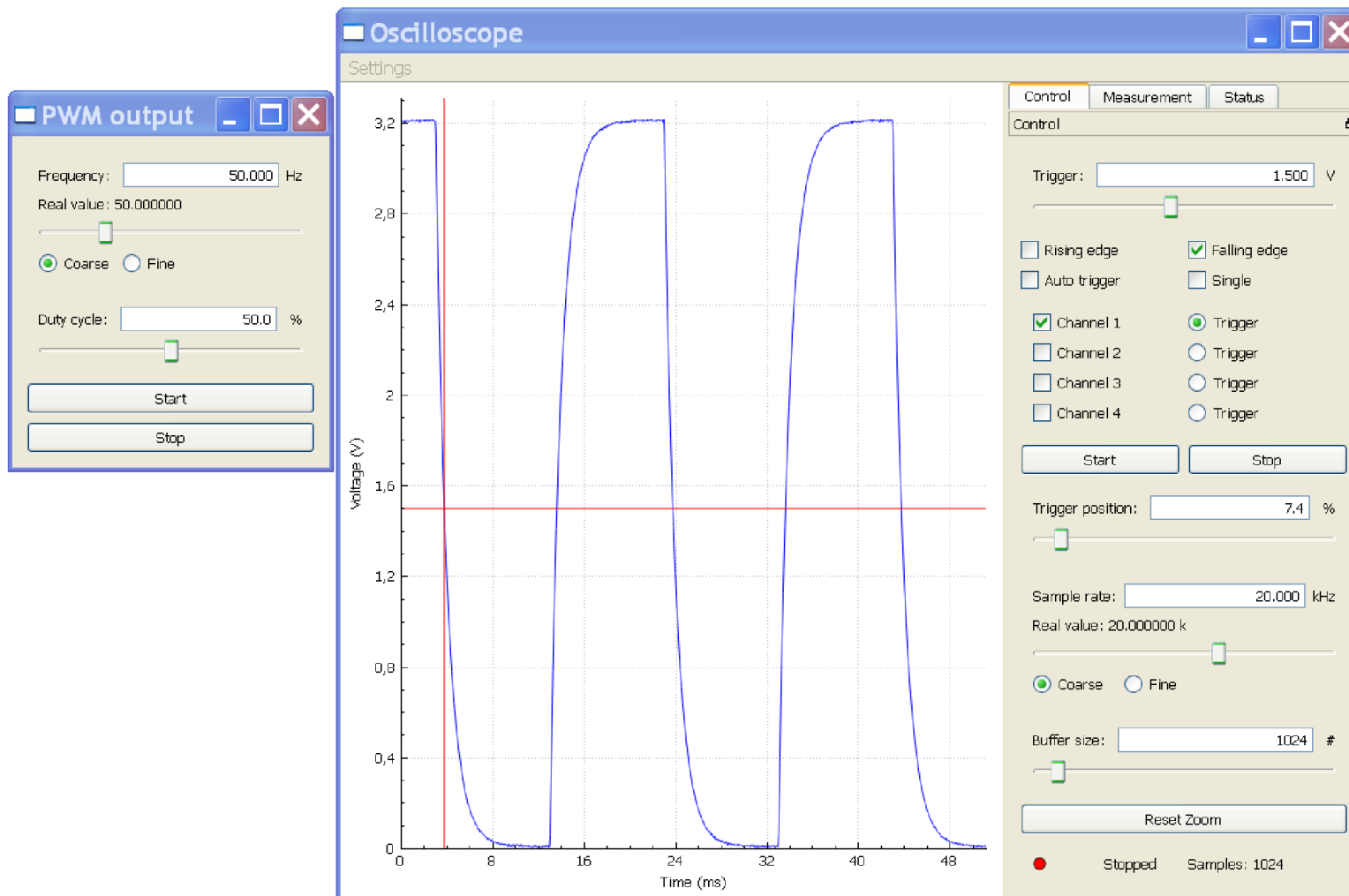


Přechodý děj

PWM 50 Hz, sampling 20 kHz

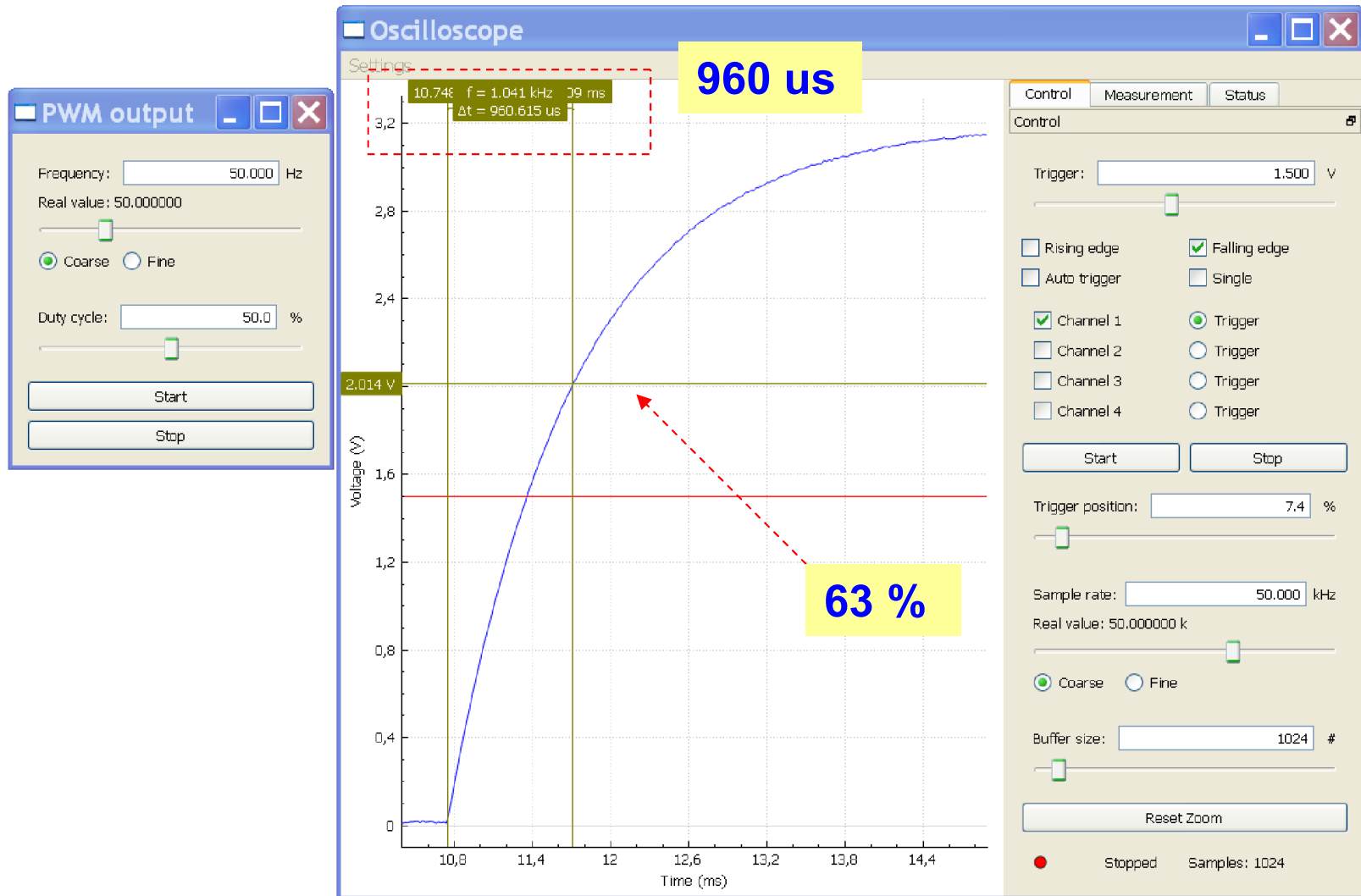
$R = 10 \text{ k}$ $C = 100 \text{ nF}$,

$\tau = 10\,000 \times 1 \times 10^{-7} = 0,001 \text{ s} = 1 \text{ ms}$ – nominálně dle parametrů souč.



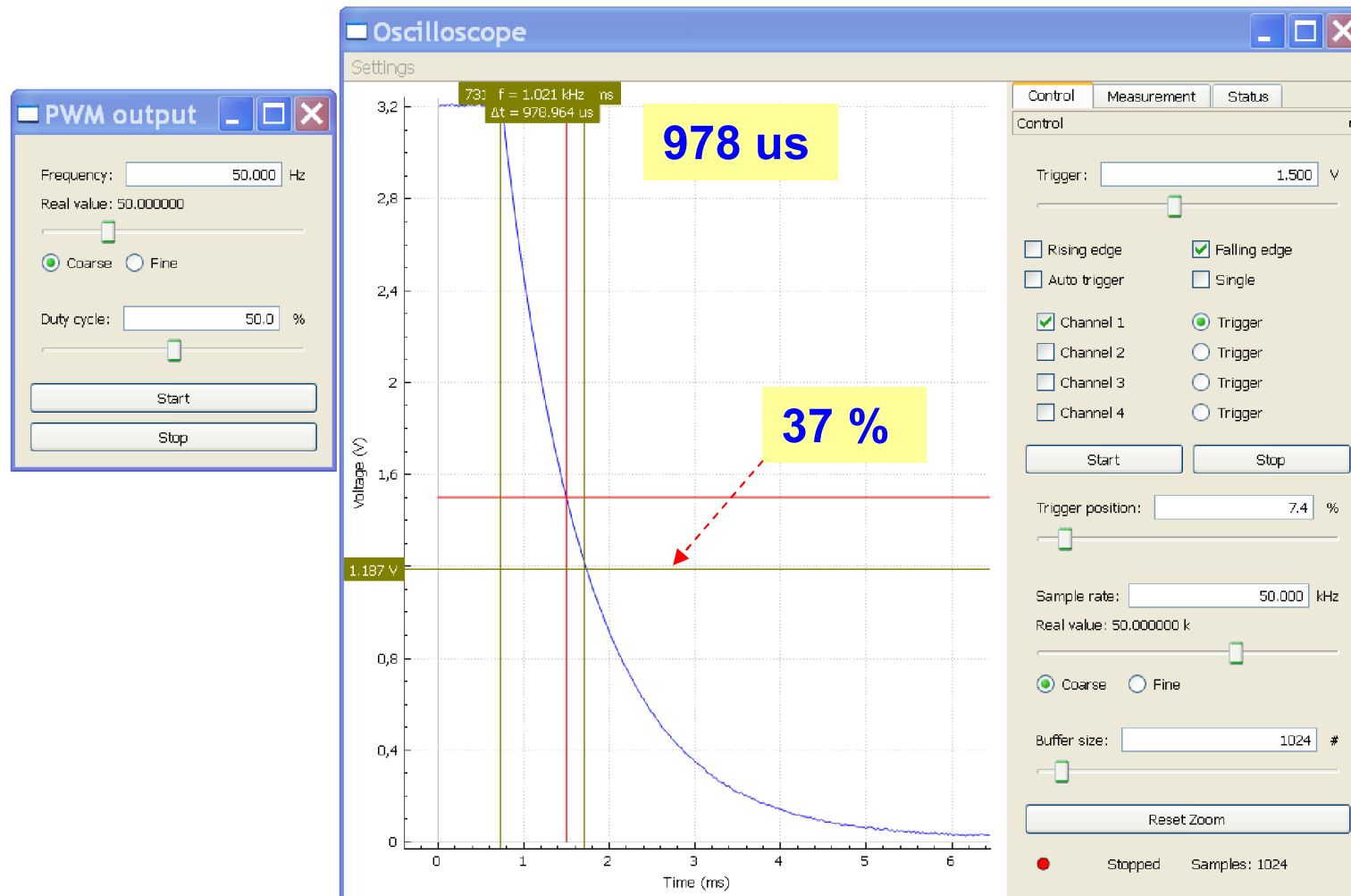
Přechodný děj, detail náběžné hrany

Detail náběžné hrany, **nabíjení** kondenzátoru **100 nF přes 10 k**,
nárůst napětí



Přechodový děj, detail spádové hrany

Detail spádové hrany, **vybíjení** kondenzátoru, pokles napětí

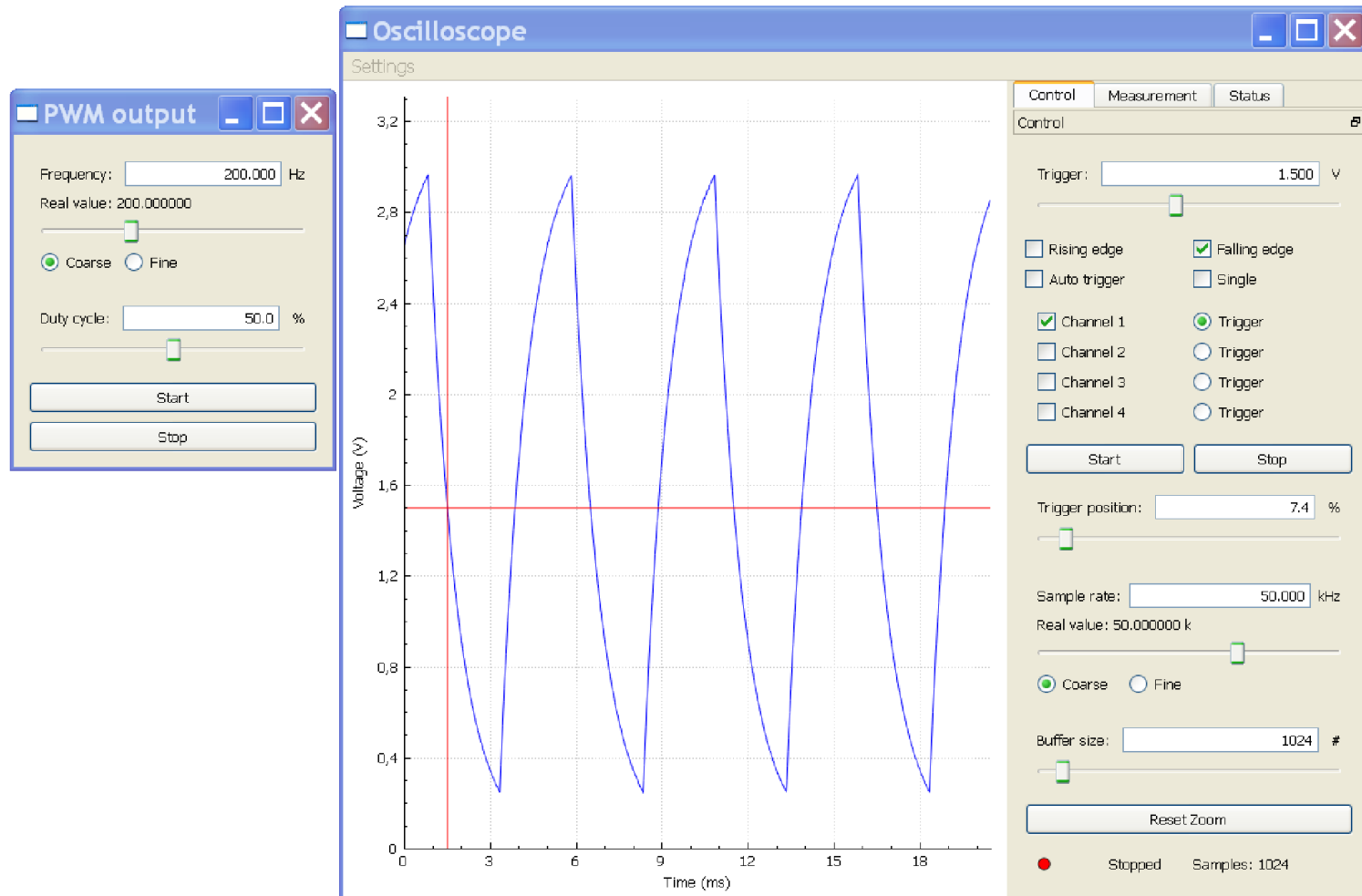


Omezení amplitudy signálu na RC článku, 200 Hz

PWM 200 Hz, sampling 20 kHz, $R = 10\text{ k}$ $C = 100\text{ nF}$

Kondenzátor se za krátkou dobu již **nestačí plně nabít** nebo **plně vybit**

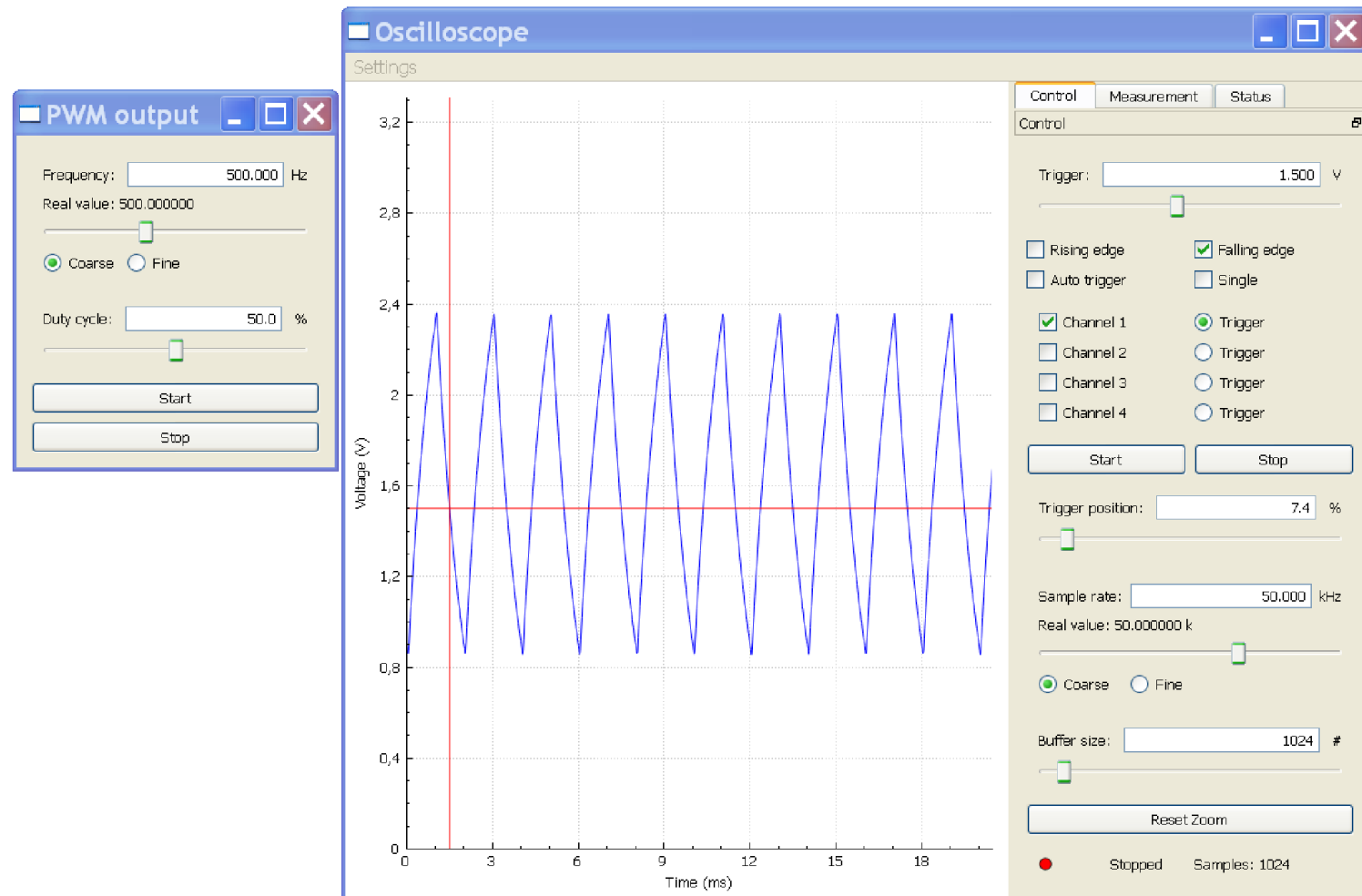
Signál již „nestačí“ „**přebíhat**“ od nuly do maxima.



. Omezení amplitudy signálu na RC článku, 500 Hz

PWM 500 Hz, sampling 20 kHz, $R = 10 \text{ k}$ $C = 100 \text{ nF}$

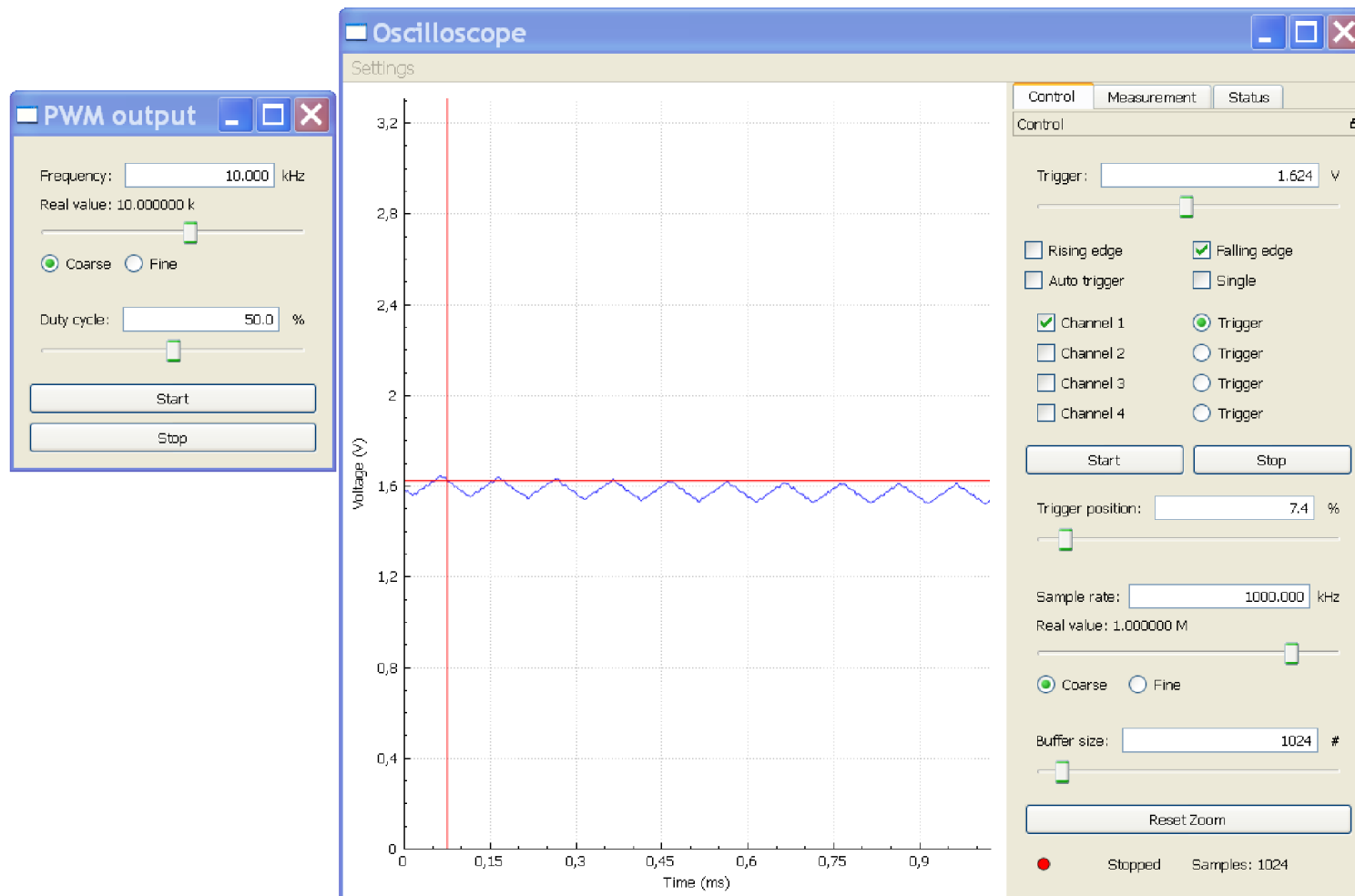
Je pozorovatelný další pokles rozkmitu napětí u_2



Omezení amplitudy signálu na RC článku, 10 kHz

PWM 10 kHz, sampling např. 1000 kHz, R = 10 k C= 100 nF

Je další pokles rozkmitu



Přechodový děj, časová konstanta

Časová konstanta tau = τ přechodného děje na RC článku je

$\tau = R \cdot C$; zde $100 \text{ nF} \cdot 10\,000 \text{ Ohmů} = 1 \text{ ms}$ (10^{-3} s) 1 milisekunda

Časová konstanta vyjadřuje **dynamiku** (resp. pomalost reakce soustavy).

Časová konstanta: **chladnutí domu** (při vypnutí topení), **chladnutí šálku čaje**, **chladnutí bojleru s teplou vodou...** Čím je čas. **konstanta větší**, tím soustava má větší „setrvačnost a **reaguje pomaleji** na změny.

Integrační článek RC se často používá pro nastavení zpoždění (zpomalení) reakce. Jednoduché **časovací obvody**.

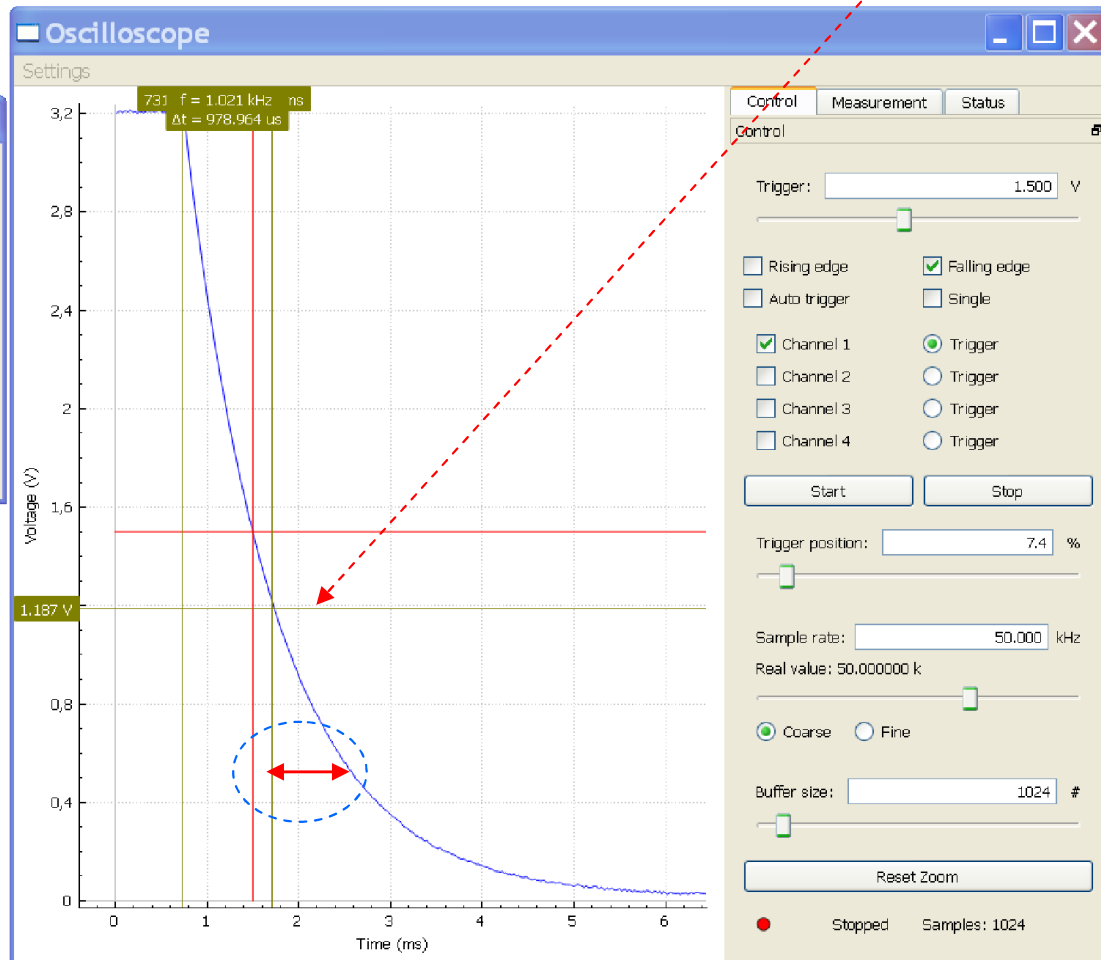
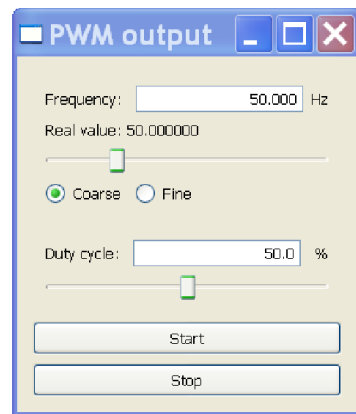
Integrační článek RC použijeme např. pro nastavení **periody blikání** v blikači s obvodem **74HC132**

Analogie: bojler s teplou vodou- čím větší je jeho **kapacita** (objem vody) a čím je lepší **tepelná izolace- velký tepelný odpor**, tím pomaleji chladne- klesá jeho teplota;tedy je větší časová konstanta systému

Přechodový děj, spádová hrana, čas. konstanta

Za dobu rovnou τ (tau) se napětí přiblíží k ustálené hodnotě až na 37 % odchylky od ustálené hodnoty, tedy na hodnotu napětí $3,3 \text{ V} \times 0,37 = \text{cca } 1,2 \text{ V}$ (počáteční napěří x 0,37)

Vyšlo $979 \text{ us} = 0,979 \text{ ms}$



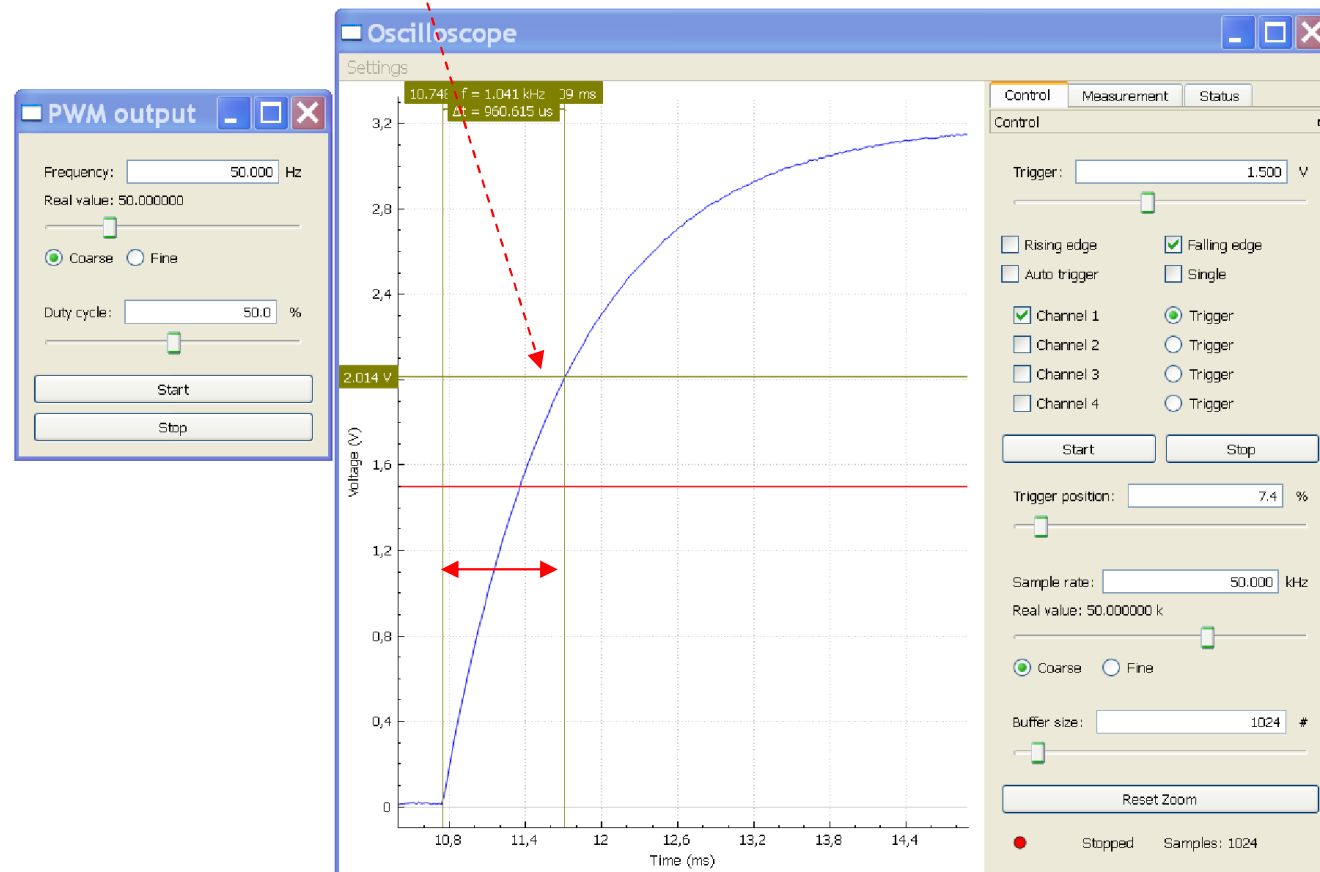
Změřit kapacitu vybraného kondenzátoru , příp. paralelní nebo sériové kombinace kondenzátorů.
?? Změna čas. konst.?

Určení časové konstanty z přechod. děje

Za dobu $\tau = R \cdot C$ se napětí přiblíží k ustálené hodnotě až na 37 %
odchylky od ustálené hodnoty, tedy skok je $100 \% - 37 \% = 63 \%$

$3,3 \text{ V} \times 0,63 = 2,079 \text{ V}$,, cca 2 V

Pomocí kurzorů změřit dobu pro dosažení napětí 2 V, zde 960 us



Logický obvod, logická funkce

Mikrořadiče jsou číslicové- logické obvody

Zpracovávají signály představované logickými hodnotami 0 a 1

<https://dronebotworkshop.com/basic-logic/>

Jedna ze základních logických funkcí je funkce AND (**součin**) $Y = A \cdot B$
(případně zápis $Y = A \times B$, Y výstup, A, B vstupy)

Booleova logika, Booleovská funkce – základ číslicové techniky

viz též *Booleova logika* https://cs.wikipedia.org/wiki/Booleova_logika

Pravdivostní tabulka **funkce AND** (logický **součin**)

A	B	Y	
0	0	0	je vidět, že v této funkci stav 0 na vstupu je “agresivní”
1	0	0	postačuje jedna „0“, aby výsledek byl „0“ nula
0	1	0	
1	1	1	

Analogie: **A** koupaliště je **otevřené**

B svítí **slunce**

Y – **jdeme se koupat**, pokud **A** koupaliště je **otevřené** a také **svítí** slunce

Pro **log. 1** musí být **obě podmínky splněny**, **logický součin**

Logická funkce Negace

Pravdivostní tabulka **funkce NOT** (negace, inverze) $Y = \overline{A}$

A	Y
0	1
1	0

Výrok se neguje- je to opačně slunce **svítí, slunce **nesvítí****

Logická funkce **NAND**- realizuje ji též **74HC132**

Logická funkce **NAND** - negace **AND** funkce **AND** a za ní **NOT**

Pravdivostní tabulka **funkce NAND** $Y = \overline{A \cdot B}$ (pruh nad funkcí značí negaci)

A	B	Y
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Další funkce – negace

Výrok, když se **nejdeme koupat**, jdeme **do kina** $Z = Y = \overline{A \cdot B}$

To lze přepsat jako $Z =$ **negaci** funkce **AND** to je = **NAND**

Postačuje jedna „0“, aby výsledek byl „1“ nula

Budeme používat obvod **74HC132** realizující funkci **NAND**

Logické obvody HC – MOS, zjednodušeně pro inf.

Pin V_{CC} napájení, **supply voltage**, (positive supply), připojit kladné napájení

Napájecí napětí řady 74HCxx je v rozmezí **+ 2 V až + 6 V**

Budeme používat **+3,3 V**,

Napětí na výstupu obvodu HC: **L – Low, H - High**

Úroveň „L“ -v logice HC MOS – nulové napětí, **0 V** ,stejně jako GND

Úroveň „H“ v logice HC MOS – **kladné** napětí, na výstupu „H“ = přibližně V_{CC}

Kde je rozmezí na vstupu **na vstupu**? U obvodů 74HC

úroveň L je od **0** do **$0,3 \times V_{CC}$** = to je od **0 V do cca + 1 V**

úroveň H je od **$0,7 \times V_{CC}$** = a výše, při $V_{CC} = 3,3 \text{ V}$ to od **+ 2,3 V** výše

V katalogu u 74HC00 je:

*Each gate performs the **Boolean function** $Y = \overline{A \bullet B}$ in **positive logic**.*

Co se tím myslí - **Pozitivní logika**?

Logická 0 se reprezentuje jako **nízká** napěťová úroveň **L (Low)**

Logická 1 se reprezentuje jako **vysoká** napěťová úroveň **H (High)**

Obvod 74HC132 4x dvouvstupový NAND

V katalogu je „Quad 2-input NAND Schmitt trigger“

Obsahuje čtyři hradla (obvody) NAND s charakteristikou Schmitova obvodu ? Co to je ?

U normálního obvodu se napětí na vstupu nemá nacházet v „zakázané“ oblasti „uprostřed“ mezi V_{ILmax} a V_{IHmin}

Obvod s charakterem **Schmittova obvodu** to „snese“. Jak to funguje?

Vstupní obvod má **hysterezi** (analogie např. jako vůle v řízení auta – volant).

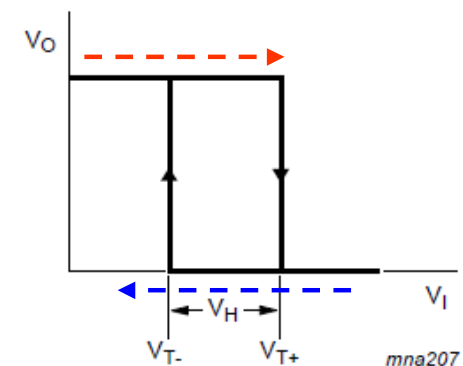
Níže charakteristika **invertoru s hysterezí**.

Např. na vstupu **roste** napětí; když dosáhne hodnoty V_{T+} , tak se výstup **překlopí do hodnoty L** a bude tam tak dlouho, dokud vstupní napětí **opět neklesne** až pod hodnotu V_{T-} , pak se výstup teprve **změní na hodnotu H**

U 74HC132 při napájení **3,3 V** jsou prahové hodnoty

V_{T-} = cca **1 V**, při **poklesu** z H na L na vstupu

V_{T+} = cca **1,9 V** při **růstu** z L na H na vstupu



Hystereze

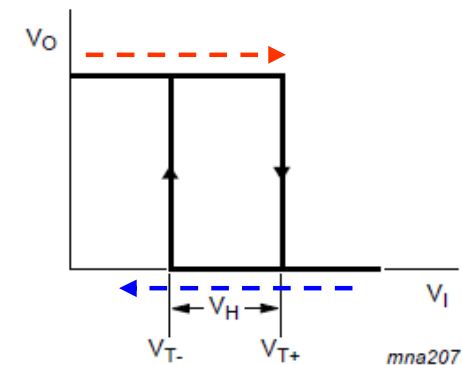
Hystereze se využívá také v jiných zařízeních např. doma– při regulaci kotle ústředního topení. Plamen je naplno, nebo vypnut. Zapíná při poklesu pod spodní hranici, vypíná při překročení horní hranice.

Rozdíl těchto hranic může být i malý. Zamezí se tak stavu, kdy by systém stále opakovaně zapínal a vypínal. Zde je hystereze žádaná.

Pro názornost též - při řízení auta- pokud by se sledoval směr pohybu, tak se zjistí, že ovládání volantu a regulace směru se děje s jistou malou hysterezí.

Unavený člověk – horší reakce; zásah a regulace směru až při větší odchylce - „jev „motání se“ po silnici . Nežádáný jev.

Hystereze v **mechanických systémech, robotická ruka,.. by byl velmi nežádáný jev.** Nepřesnost polohování,...



Kychyňské minutky s hradlem NAND 74HC132

74HC132 má vysoký vstupní odpor cca $10^9 \Omega$ (neodebírá vstupem proud)

Časovací obvody- dobabude určena jen chováním (nabíjením nebo vybíjením) obvodu RC

$C_1 = 22, (47) \mu\text{F}$, $R_6 = 120 \text{ k}$, $R_7 = 470$

R7 ochranná funkce (omezení proudu)

Stisk TL, L („0“) na vstup; L_1 **svítí, po dobu** dokud se C1 nabíjí, až napětí na C1 dosáhne horní prahové úrovně +1,9 V, výstup překlopí a L1 zhasne světlo minutky na dobu cca $R \cdot C$, $T_{\text{ON}} =$ cca **2,6, (5,6) sekund**

Doba svitu - určena přibl. časovou konst. (přeběh z 0 V na 1,9 V = 57 % U_{CC}), přesné výpočty – přechodový ,jsou potřeba logaritmy, pro zájemce)

Minutky typ **rozsvícení jen na dobu- „zpožděné zhasnutí“**

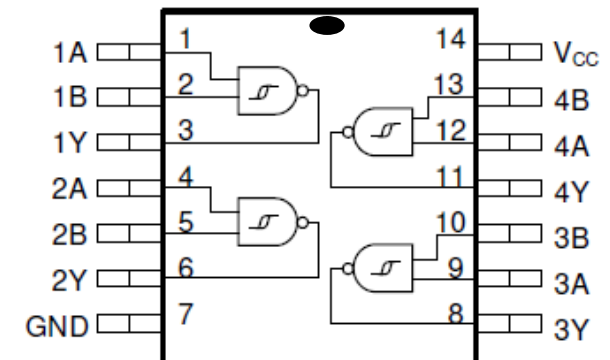
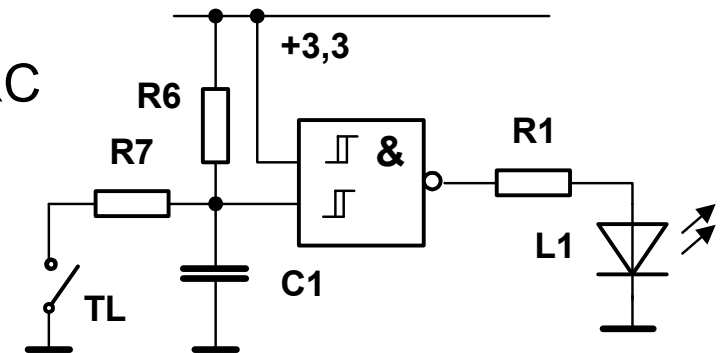
příp. **„funkce jen na dobu“**

Pozn. Pro R je možno volit hodnoty i 10- ky $M\Omega$

Napájení: V_{CC} na +3,3 V , GND – na GND,

Vstupy nevyužitých hradel: vhodné alespoň

jeden vstup z hradla připojit na GND (proti kmitání)



Minutky č. 2 „time – out“ s hradlem NAND 74HC132

$C_1 = 22$ (47) μF , $R_6 = 120$ k, $R_7 = 470$. Stisk TL nabije C_1 , L_1 **zhasne** na vstupu kombinace „1;1“ a výstup 0 (viz log. fce NAND)

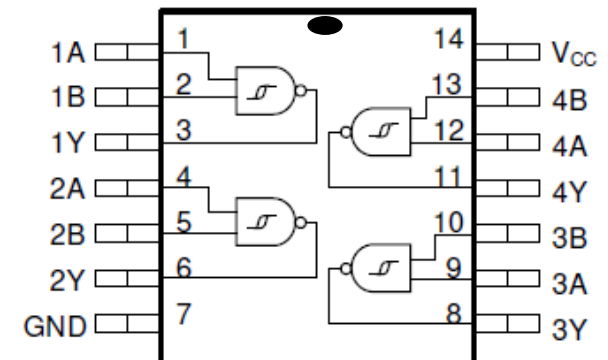
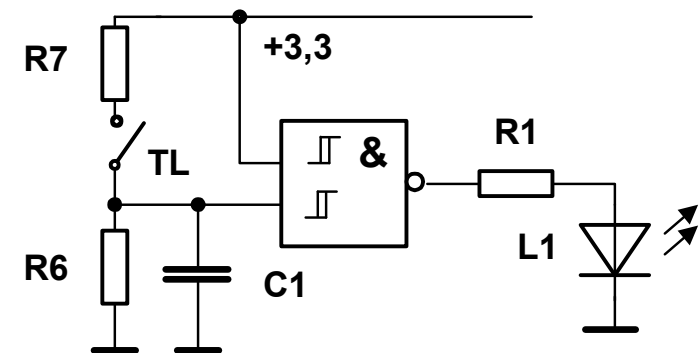
Po uvolnění TL se C_1 **vybíjí** přes R_6 , až napětí na C_1 klesne pod $U_{T-} = 1$ V, na vstupu bude L („0“) výstup H („1“) L_1 se **rozsvítí** a svítí stále

minutky typ **rozsvícení až po době**

„zpožděné rozsvícení“; „šachové hodiny“

Modifikaci povolení funkce na omezenou dobu, nebo až po dané době **lze zakomponovat i do dalších** úloh, bzučák, blikání,..., kde zůstal volný vstup.

Poznámka: Obvody 74HC132 zapojujeme poněkud nekorektně, nevyužité vstupy hradel (vždy alespoň jeden) bychom měli zapojit na definované napětí GND). Jinak hrozí nebezpečí parazitních oscilací.

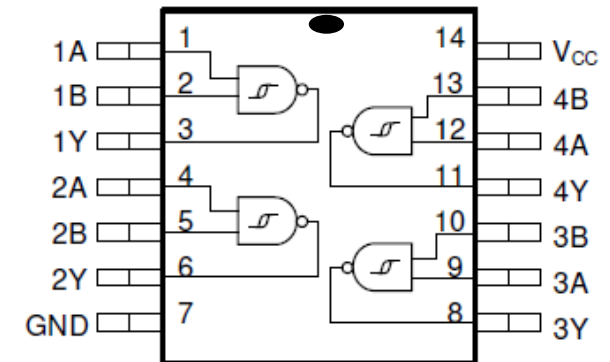


Vyhodnocení světla s hradlem NAND 74HC132

Vývod č. 1 vlevo od indexové značky na pouzdře.

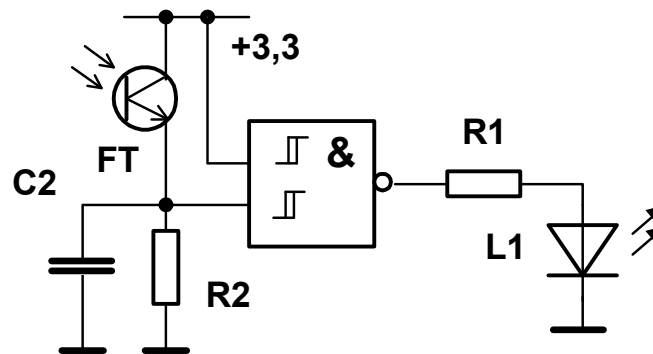
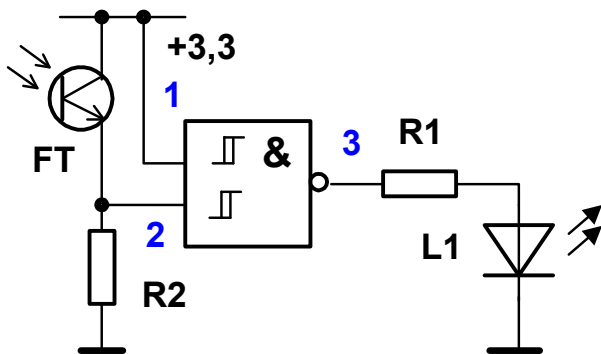
Zapojit **GND** na GND -0 V, **V_{CC}** na +3,3 V. V dalších zapojeních se vždy automaticky předpokládá správné připojení **GND** a **V_{CC}**, a nebude již kresleno

Fototranzistor, **R₂ = 10 k**, (příp. 20 k)- podle světla
Zakrytím FT (tma) jím nepoteče proud působením
R₂ na vstupu bude úroveň **L**, výstup bude **H**,
LED svítí. **Nevyužitý vstup** připojen na úroveň **H**
(neovlivní chování).



Výsledný obvod funguje jako **invertor**

Úprava proti působení **blikání zářivek** (pohasínání) **C₂ = 22 uF** nebo **47 uF**,
kondenzátor **zpomalí reakci**, viz - **časová konstanta** pro vybíjení



Nakreslíme si **vlastní schéma** a označíme **čísla vývodů**, které využijeme, např. 1,2,3. (nezapomenout na napájení).

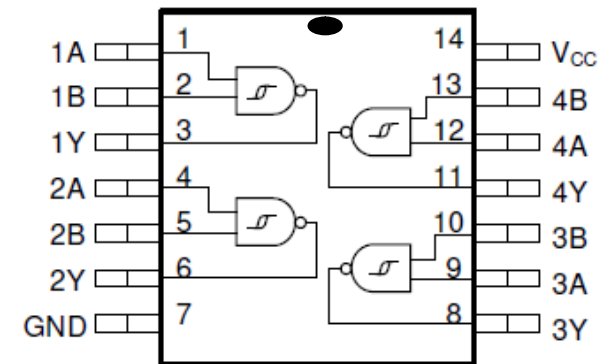
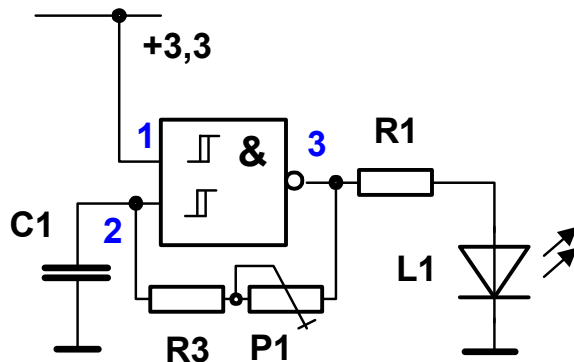
Blikání s 74HC132, relaxační oscilátor

Hysterezi můžeme využít pro blikání s **relaxačním oscilátorem** s 74HC132

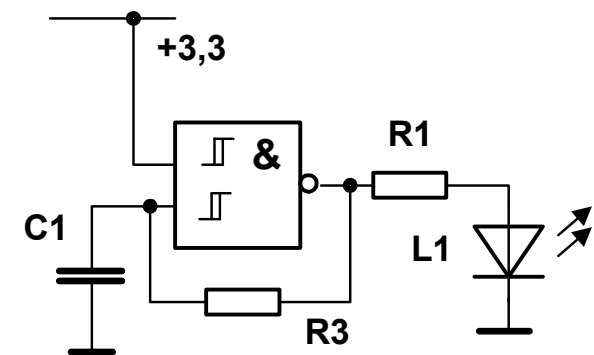
Perioda **blikání** je přibližně **1,1 až 1,2 x RC**

$C_1 = 22$ (47) M, $R_3 = 2k2$ (3x červený proužek), $R_1 = 470$

P_1 trimr 100 k



Varianta bez trimru $R_3 = 10$ k
(20 k sériově 10 +10 k)



Bzučák s relaxačním oscilátorem s 74HC132

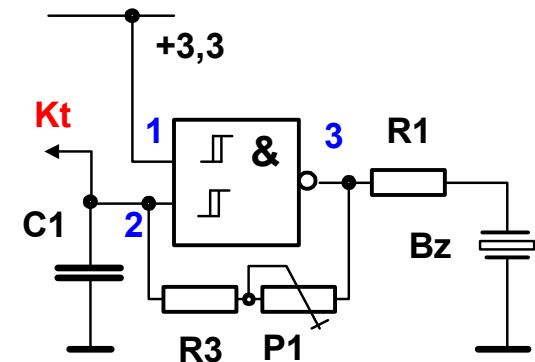
Relaxační oscilátor; zvolíme $R_1 = 10 \text{ k}$, $C = 100 \text{ nF}$

Čas. konstanta (τ tau) = 1 ms, frekvence
přibližně 800 Hz. Změnit – paralelně další rezistor,
případně použití trimru P1, $R_3 = 470$

Osciloskopem pozorovat signály na výstupu
74 HC132 a na C_1 . Určit frekvenci kmitů.

Osciloskopem sledovat signál na pinu č.2.

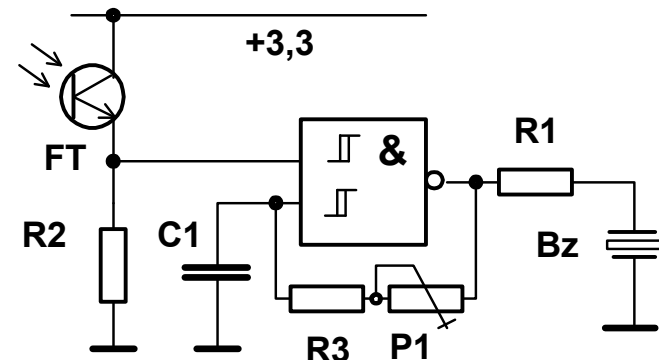
Možno doplnit funkci písknutí, „*jen na dobu*“ doplněním
obvodu s R, C a tlačítkem k pinu č. 1.



Modifikace – indikace světla –
funkce kohout “vstávej” začne pískat,
když je světlo.

Zapojení oscilátoru zůstává. Navíc je obvod
s FT. Za tmy je funkce blokována **L (0)**
agresivní stav u NAND.

Světlo- na vstupu je **úroveň H (1)**, začne bzučet
a budit.



Simulace principu funkce **dynamické paměti**, skup. B

V počítačích se používají **dynamické paměti RAM**, kde se binární informace uchovává (logická 1 nebo 0) **ve formě náboje na paměťových kondenzátorech** realizovaných v integrovaném obvodu v technologii CMOS. Jejich kapacita je velmi malá, velmi - velmi hluboko pod pF

Dynamická paměť - protože dochází k vybíjení, náboj se zmenšuje a musí se proto stále periodicky (dynamicky) opakovaně obnovovat.

Demonstrujeme si princip dyn. paměti

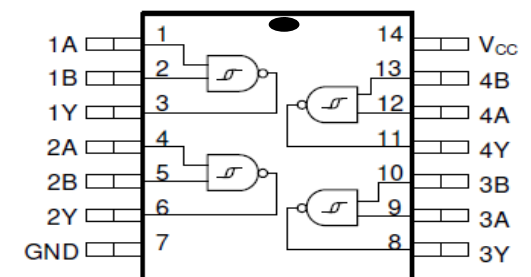
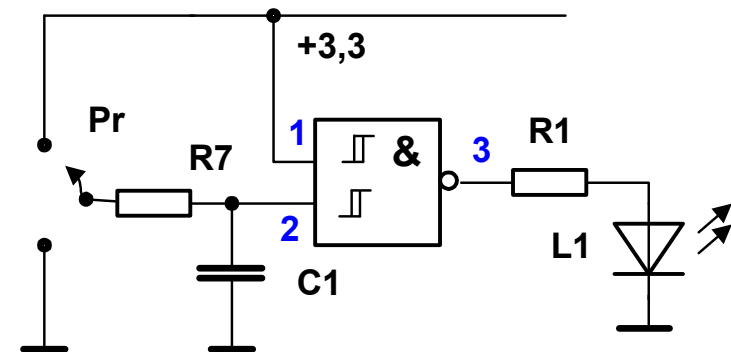
$C_1 = 100 \text{ nF}$, $R_7 = 470$. PR. přepínač

realizovaný „ručně“ ohebným vodičem

Můžeme použít i jiné kapacity kondenzátorů, aby bylo vidět vybití.

Pozn. 1 Při **vypnutí** napájení se C_1 působením vstup HC132 **vybíje**.

Pozn. 2 V paměti **FLASH** je sice informace také uložena ve formě náboje, ale tam je jiné uspořádání a nedochází k tak velkému vybíjení a náboj v paměťové buňce tak vydrží řadu let.



Demonstrace přenosu inform. ve formě náboje Skup. B

V experimentu budeme **informaci** reprezentovat, jako **velikost náboje**.

V **obrazových snímačích CCD**, (případně obrazových senzorech **CMOS**) je informace o expozici (osvětlení) daného fotoelementu vyjádřena **velikostí náboje**, který následně přenáší. $C_1 = 22 \text{ nF}$, $C_2 = 100 \text{ nF}$

PR na A_1 (GND), C_2 **vybit**, připojit na **B**, vybijí se i C_1 . **L1- OFF**.

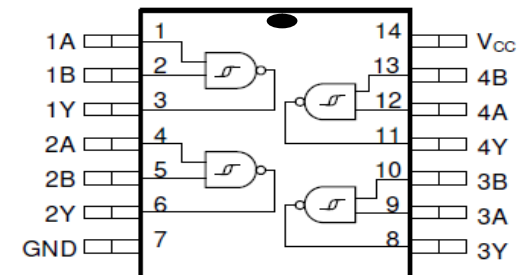
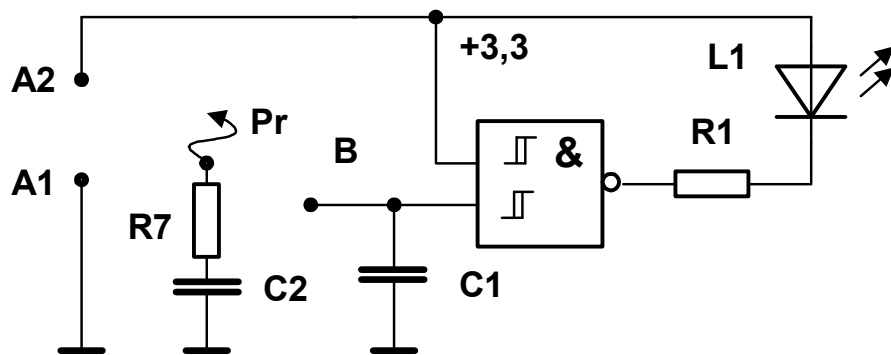
PR na A_2 (V_{CC}), C_2 **nabit**, připojit na **B**, nabije se i C_1 . **L1- ON**.

Experiment 2 : Prohodit, $C_2 = 22 \text{ nF}$, $C_1 = 100 \text{ nF}$,

Bude to fungovat stejně, nebo se bude muset **vícekrát** přepínat?

Nápověda, je to, jako když se **malým vědrem** na **vodou** naplňuje velký sud, musí se jít **vícekrát**. Zde cca 6 x až 10 x.

Zkuste vysvětlit pomocí znalosti velikosti náboje a napětí na kondenzátoru.



Demonstrace přenosu inform. ve formě náboje

V experimentu budeme **informaci** reprezentovat, jako **velikost náboje**.

V **obrazových** senzorech **CMOS** je informace o expozici (osvětlení) daného fotoelementu vyjádřena **velikostí náboje**, který následně přenáší.

$C_1 = 22 \text{ nF}$, $C_2 = 100 \text{ nF}$,

experiment **a)** přenos z A2 na B, **exp. b)** přenos z A1 na B,

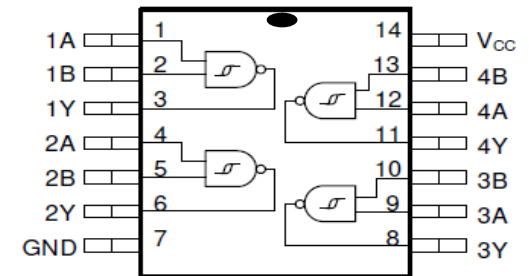
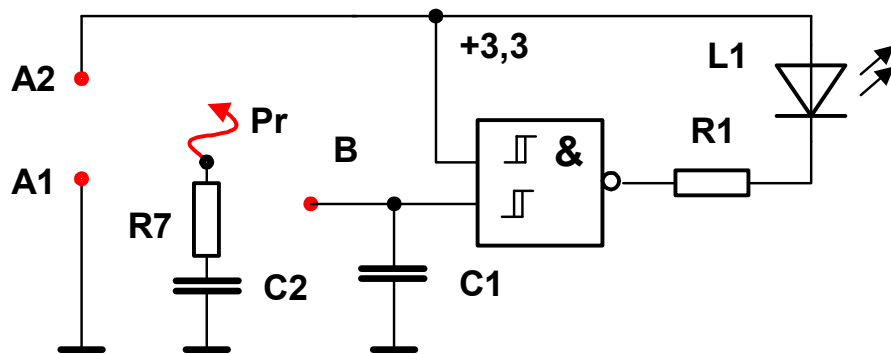
PR na A_1 (GND), C_2 **vybit**, připojit na B, **vybije se i C_1 . L_1 - OFF.**

PR na A_2 (V_{CC}), C_2 **nabit**, připojit na B, **nabije se i C_1 . L_1 - ON.**

Experiment 2 Prohodit , $C_2 = 22 \text{ nF}$, $C_1 = 100 \text{ nF}$,

Bude to fungovat stejně, nebo se bude muset vícekrát přepínat?

Nápověda, je to, jako když se **malým vědrem na vodou** naplňuje velký sud, musí se jít vícekrát. Zde cca 6 x až 10 x.



Blikání s 74HC132, relaxační oscilátor

Hysterezi můžeme využít pro blikání s **relaxačním oscilátorem** s 74HC132

Perioda blikání je přibližně 1,1 až 1,2 x RC

Viz – časová konstanta τ (tau), $C = 47 \mu\text{F}$, $R = 10 \text{ K}$

Nakreslíme si vlastní schéma a označíme čísla vývodů, které využijeme, např. 1,2,3. (nezapomenout na napájení).

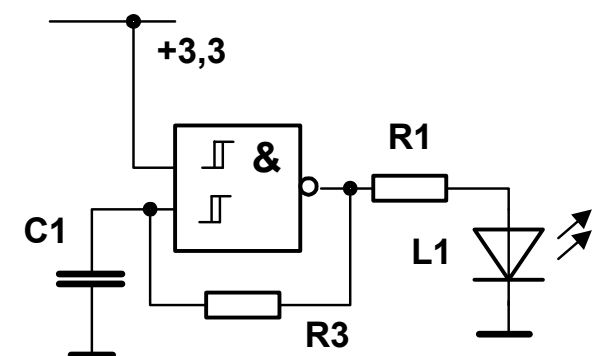
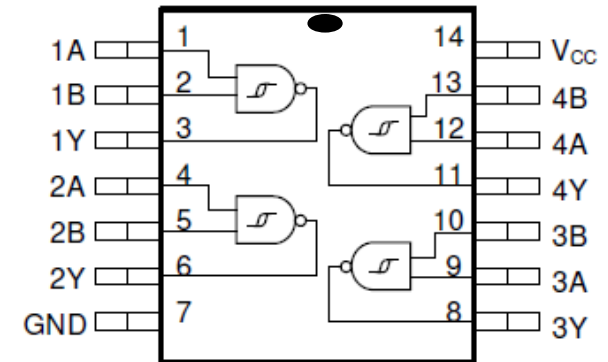
Sestavit obvod a měnit součástky. Např. přidat paralelně další kondenzátor, přidat paralelně další rezistor 10k, nebo zapojit další rezistor 10k sériově.

Nebo použít odporový trimr (jako rezistor s nastavitelným odporem) - pozor do série zapojit rezistor 470 Ohmů.

Kondenzátor se nesmí připojit na výstup bez rezistoru. Trimr by mohl nastavit i téměř nulový odpor.

Pomocí voltmetru v režimu recording pozorovat signály, **Ch₁** na výstup HC132, **Ch₂** na **C₁**

Určit periodu kmitů



Klopný obvod RS a NAND 74HC132

$R_4 = 10\text{ k}$, $R_5 = 10\text{ k}$, $R_1 = 470$

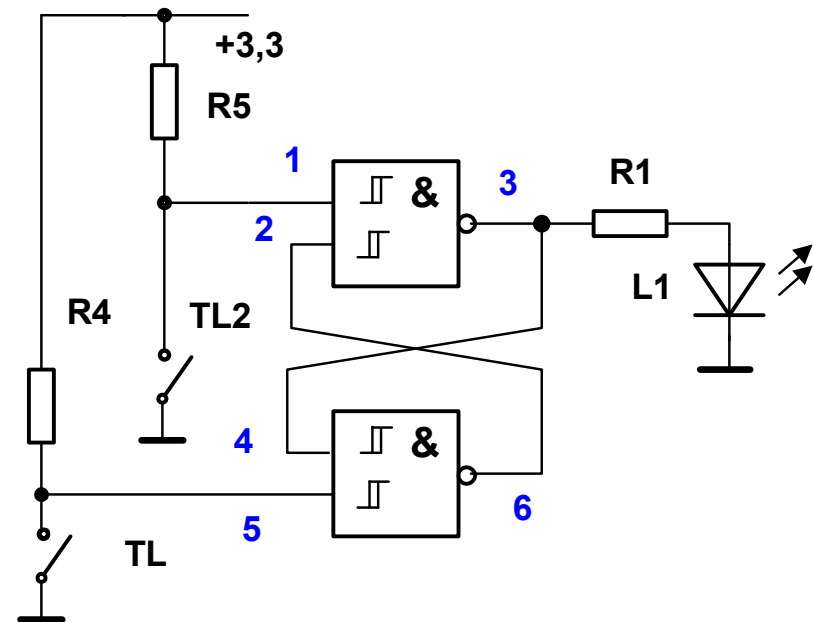
(možná je i libolná jiná hodnota řádu jednotek, desítek kOhmů)

RS klopný obvod, je to také **elementární paměťový obvod** s kapacitou 1 bit.

Na podobném principu funguje paměť SRAM v našem mikrořadiči - G030

Stiskem TL, se LED L_1 rozsvítí

Stiskem TL2 LED L_1 zhasne



Fotopast s klopným obvodem RS

74HC132 $R_4 = 10\text{ k}$, R_2 - podle potřeby pro nastavení prahové úrovně světla.

V případě rušivého blikání zářivek je možno doplnit paralelně k R_2 $C = 47\text{ uF}$

Nakreslete si své schéma s čísly vývodů.

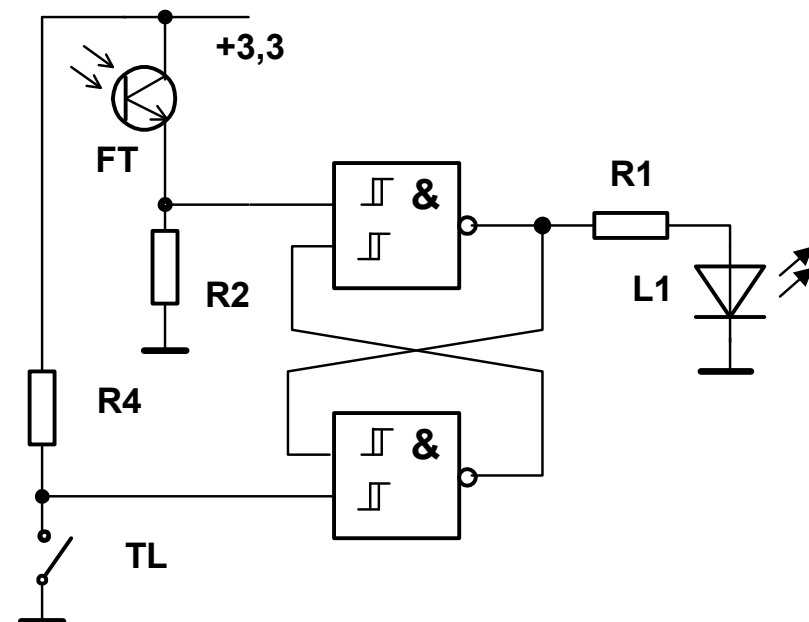
TL stisk. L1 zhasne.

Pokud někdo zakryje FT, pomocí R_2 se na vstup přivede úroveň „L“, (log 0) a **LED** se rozsvítí.

Zůstane **svítit stále** a indikuje tak i předchozí krátkodobé zakrytí FT.

Pozn. Hodnora R_4 není kritická, R_4 slouží pouze jako pull-up rezistor. Když je TL rozepnuté, zajistí na vstupu úroveň „H“ – log. „1.“

R_4 - desítky kiloOhmů,
v nouzi i jednotky kiloOhmů

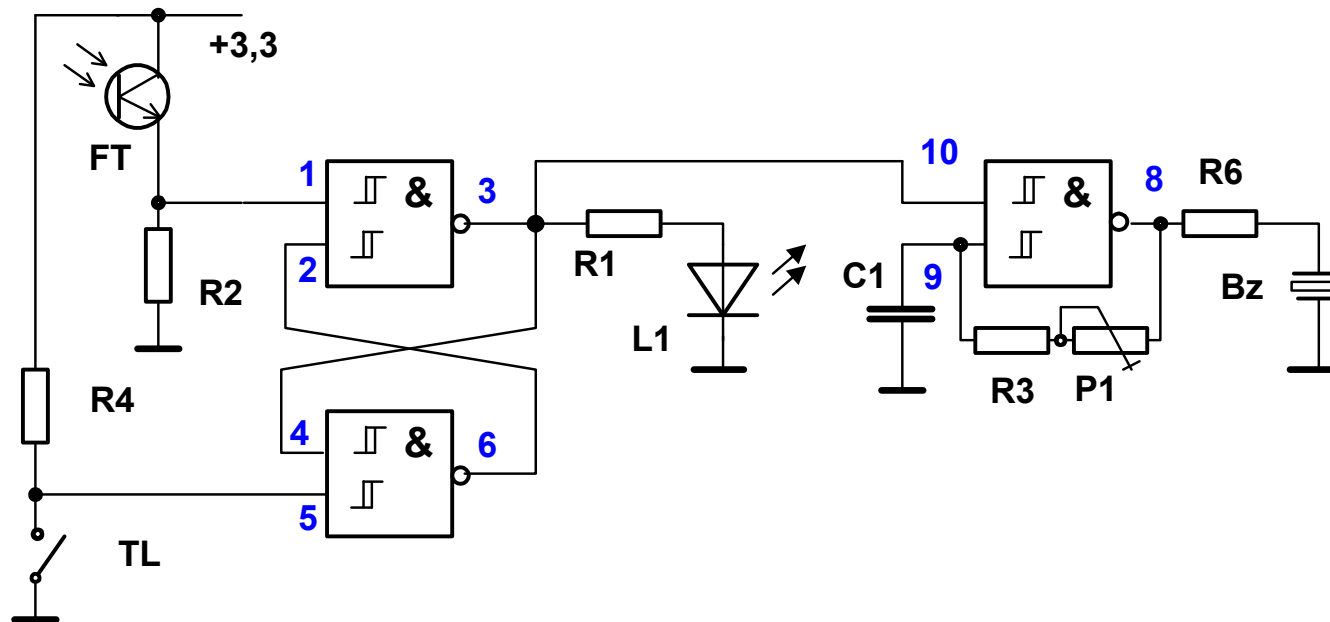


Fotopast 2 se zvukem – alarm

$R_4 = 10\text{ k}$, $R_2 = 10\text{ k}$, nebo podle potřeby. $C_1 = 100\text{ nF}$, $R_6 = 2\text{ k}$

R_3 , P_1 , dle úlohy bzučák

Při **zaclonění fototranzistoru** (průchod osoby, kočky, naplnění pasti,..) se aktivuje (stále) bzučák až do doby vynulování stavu pomocí tlačítka **TL**.



▪

.Konec