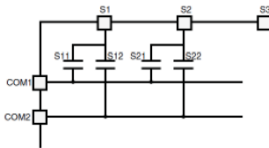


Vypracované otázky z AVS 2014

První část

1. Zobrazovače LCD, typy, uspořádání, funkce. Pojem společné elektrody - „backplain“. Připojení grafického řadiče LCD k mikrořadiči. Připojení semigrafického řadiče LCD s paralelním rozhraním (např. jako u řadiče typu HD44780) k mikrořadiči.

- Segmentový, Grafický zobrazovač LCD, Semigrafický zobrazovač LCD
- Chová se jako kapacita
- Backplain – společná elektroda
- Buzení střídavým napětím úroveň opt. aktivity dána efekt. hodnotou



- - Připojení paralelní nebo spi, paralelní 8 nebo 4 datové vodiče
2. Může být na segment LCD připojeno stejnosměrné napětí nebo se musí budit střídavým napětím? Jakým způsobem se generuje střídavé napětí pro LCD? Jak se ovládají zobrazovače LCD s jednou, dvěma, a více společnými elektrodami? Kolik napěťových úrovní musí budič generovat pro LCD s jednou nebo dvěma (případně třemi, čtyřmi) společnými elektrodami (backplain, COM)?
 - Střídavé, kolik backplainu -> tolik úrovní napětí +1
 - Závisí na efektivní hodnotě střední je nulová
 3. Vysvětlete pojem segmentový semigrafický, grafický zobrazovač LCD. V jakých aplikacích vestavných systémů se používají. Uveďte příklady. Jakou výhody a jaké nevýhody mají zobrazovače LCD oproti zobrazovačům s LED?
 - Segmentová – jako led zobrazovač, kolik segmentů tolik pinů, možná matice, jako led
 - Semigrafický – uložené znaky v paměti, dvourádkové klasické lcd, hd44780 – paralelně, seriově, tabulka znaků a svoje další definovat možné
 - Grafický – jednotlivé pixely např. 128 segmentů 64 backplain, paměťový mirror
 4. Nakreslete schéma připojení indikační LED (červené s napětím v předním směru UF = 2V) k mikrořadiči STM32Fxxx pro proud I = 1 mA.
 - Klasicky: pin(3,3V)-----dioda-----rezistor-----gnd
 - $3,3 - 2 = 1,3V$
 - $1,3 / 0,001 = 1300 \text{ ohmů}$

5. Jak se k mikrořadiči STM32Fxxx připojí LED proudem $I = 100 \text{ mA}$, která má být napájena pomocí zdroje $u = 5\text{V}$? Nakreslete schéma a určete parametry zvolených prvků.

Příklad návrhu spínače ovládaného uP STM32F207

Příklad. LED přední napětí $U_F = 2 \text{ V}$ (podle typu LED)

Požadován proud **100 mA**, napájení **+ 5 V**,

NPN BC637, h_{FE} - volba 50 odhad $U_{CEsat} = 0,5 \text{ V}$

$$U_{CC} = U_F + U_{CEsat} + I_C \times R_C \quad 5 \text{ V} = 2 \text{ V} + 0,5 \text{ V} + I_C \times R_C$$

volba $R_C = 25 \text{ Ohmů}$, proud báze min.

$$I_B = I_C / h_{FE} = 100 / 50 = 2 \text{ mA (min.)}$$

odhad U_{OH} procesoru **3 V** (při $U_{CC} = 3,3 \text{ V}$)

$$R_B = (U_{OH} - U_{BE}) / I_B = (3 - 0,7) / 0,002 = 1150 \text{ Ohmů (max.)}$$

Co se stane, pokud by h_{FE} menší než 50 (např. 40),

Proud I_C bude $= h_{21E} \cdot I_B = 80 \text{ mA}$,

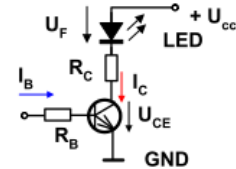
Tranzistor - v lineární oblasti (nebude již v saturaci), nárůst U_{CE} , nárůst výkon, ztráty

$$P_C = U_{CE} \times I_C \quad \text{Použití většího proudu } I_B, \text{ než odpovídá výpočtu,}$$

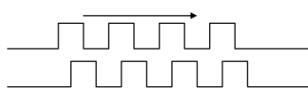
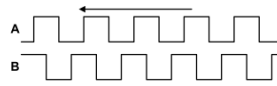
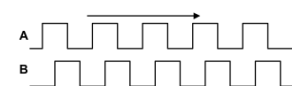
Činitel saturace k_{sat} , volíme např. 2. $I_{Bsat} = k_{sat} \times I_B = 4 \text{ mA}$, tedy $R_B = 570 \text{ Ohmů}$

(v řadě je k dispozici 560 Ohmů)

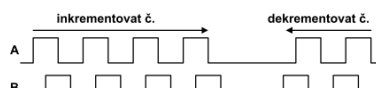
(příměr saturace, nákup = odhadovaná spotřeba $\times k_{sat}$, jistá forma předimenzování)



-
- 6. Čítače v mikrořadičích, uspořádání a způsoby funkce čítačů. Pojem čítač, časovač, vysvětlení. Co obvykle bývá zdrojem impulsů pro čítačovou jednotku použitou ve funkci časovače (Timer) a co je zdrojem impulsů v případě použití této jednotky v režimu čítač (Counter).
- Čítač – čítá vnější pulzy -
- Časovač – synchronní vnitřní pulzy
- 7. Co je to enkodér, jaký signál poskytuje a jaké je jeho použití ve vestavných systémech? Co je to kvadrurní signál? V čem se liší funkce čítače nastaveného pro vstup kvadrurního signálu a funkce čítače nastavené do režimu prostého čítače (counter).
- Snímač polohy, rotační, lineární
- Opto, mecha
- Dvoustopý impulzní signál, 1000 impuls -> 4000 hodnot
- Kvadrurní signál fázově posunuté hrany – sled určuje směr otáčení



běh +, klid, běh -

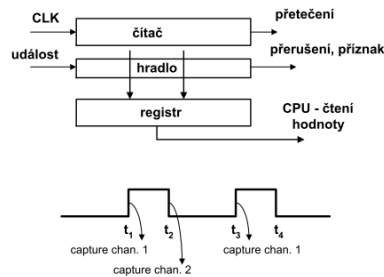


běh, klid, běh v opačném směru

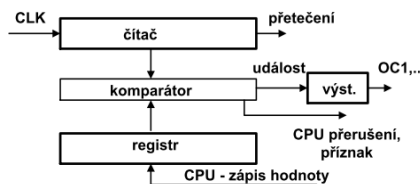
-
- Kvadrurní umožňuje zjistit směr otáčení a je odolný proti zámkům
- Čítač nemůže zjistit směr.... Je jen závislý na jedné stopě
- 8. Je možno využít čítač v režimu pro kvadrurní signál pro prosté čítání impulsů (přicházejících v jednom kanále).
- Ano viz předchozí bod

9. Čítačová jednotka mikrořadiče v záchytném režimu - input capture a komparačním režimu output compare. Znázorněte graficky a vysvětlete pomocí časového diagramu funkci čítačové jednotky v režimu input capture a v režimu output compare. Jak se může pomocí čítačové jednotky pracující v režimu output compare s ovládáním výstupního pinu generovat signál s hranami v přesně definovaných okamžicích, nezávisle na okamžité funkci programu?

- Input capture – událost (hrana) capture uložení hodnoty čítače do záchytného registru a vyčtení nebo dma, analógie stopky – mezičas



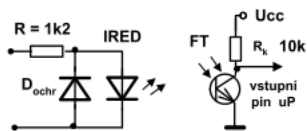
- output compare – čítá a komparuje s nastavenou hodnotou pak vytvoří událost, výstup, analógie budík



- Genrovat signál v přerušeni čítače

10. Co je to signál PWM, jak se generuje a k čemu se ve vestavných systémech může využívat? Vysvětlete princip řízení intenzity podsvícení LCD a řízení intenzity svitu LED pomocí PWM. Jak je možno řídit podsvícení LCD v závislosti na okolním osvětlení? Nakreslete uspořádání pro nejjednodušší snímání okolního osvětlení pomocí fototranzistoru připojeného na převodník ADC v STM 32Fxx. Proč je nutno u některých zobrazovačů ve vestavných systémech zapotřebí řídit intenzitu podsvícení LCD? Vysvětlete způsob řešení.

- Pwm je pulzně šířkové modulace
- Řešení s použitím čítače, nastavuje střídu signálu
- Řízení motorků stejnosměrných, led



- Výstup optočlenu jako normální zapojení dioda – procesor-odpor .. popř. tranzistor..
- Velká intenzita okolního osvětlení – výšení intenzity podsvícení displeje měření fototranz v okamžicích vypnuté low hodnoty pwm

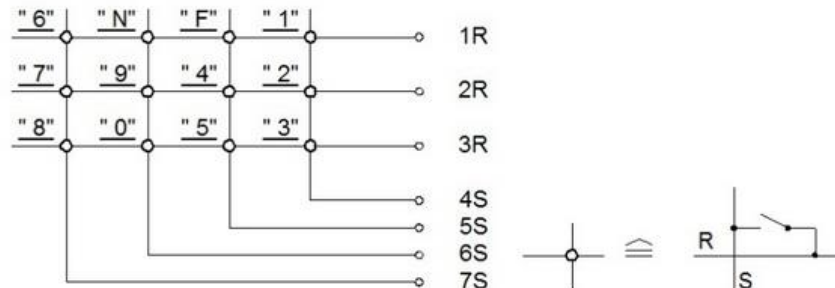
11. Mikrořadiče STM32F207, STM32F100. Popište možné konfigurace vstupně- výstupního pinu mikrořadiče. V jakých konfiguracích může fungovat. Co je to výstupní režim typu „open drain“. „push pull“?

- Pull-up, pull down, no-pull

- Open drain - tahám sepnutím brány k zemi k low
- Push pul tahám buď nahoru nebo dolů low i high

12. K čemu se může využít konfigurace pinu jako vstupního s „pull up“ rezistorem? Nakreslete připojení tlačítka a maticové klávesnice k mikrořadiči STM32Fx a vysvětlíte způsob čtení jejich stavu. Co jsou to odskoky tlačítka, jak by se mohly rušivě projevit a jak se programově ošetří a vyloučí toto působení?

- V klidovém stavu je hodnota na pull up v high úrovni typ. 3,3V

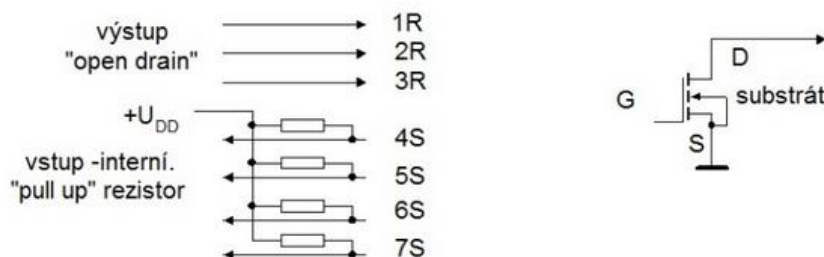


Zapojení klávesnice do obvodu

Následující popis odpovídá níže uvedenému obrázku. V případě potřeby je možné zaměnit sloupkové vodiče za řádkové, nicméně princip zůstane stejný.

Řádkové vodiče budí piny procesoru, které musí být konfigurovány jako výstupní v režimu **open drain**. Je to z toho důvodu, aby nedošlo k poškození pinů procesoru v případě, kdy uživatel stiskne dvě tlačítka připojená na jeden sloupkový vodič (zkratuje tím padem dva výstupní piny procesoru).

Sloupkové vodiče jsou drženy externími, případně interními pull-up rezistory ve stavu log. 1. Zároveň piny procesoru, ke kterým jsou sloupkové vodiče připojeny, jsou konfigurovány jako vstupní.



-
- Řádky postupně budím a sloupce čtu tím zjistím stlačené tlačítko – stiskem tahám k zemi
- Odskoky mohou nasčítat více stisknutí než skutečně bylo, řeší se: přerušení stisku a po několika ms se zkontroluje zda je stále stisklé a naopak – nejjednodušší

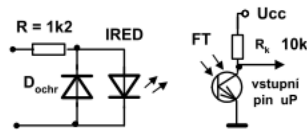
13. Převodníky ADC a DAC, funkce, vlastnosti a jejich použití pro snímání polohy a osvětlení.

- Co k tomu říci – převod digit na analog a naopak z hlediska referenčního napětí
- Například potenciometr na vstup adc, zdroj – fototranzistor – odpor – vstup adc
- Dac pro výstup pwm možné také měnit amplitudu

14. Vysvětlíte řešení jednoduchého snímač úhlové polohy s odporovým potenciometrickým snímačem (viz cvičení). Naznačte řešení jednoduchého vestavného systému a metodu pro určení náklonu nosníku pomocí potenciometru s otočným běžcem s pevně připojeným ramenem se závažím.

- Vstup adc ochrany odpor kohm
- 4096 hodnot potenciometru může být např 270 stupňů, spočítá LSB a je to – trojčlenka

15. Naznačte řešení vestavného systému pro realizaci jednoduchého snímače (optické závory-) pro indikaci průchodu objektu. Využijte LED a fototranzistor napojený na STM32Fxxx.



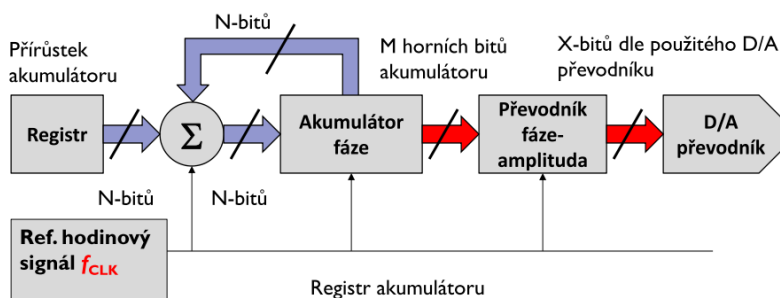
-
- Nechám diodu svítit a měřím signál na fototranzistoru, nemusí být ired, a nemusím měřit log hodnotu ale třeba adc

16. Akcelerometr, co to je, jakou informaci poskytuje, k čemu může být ve vestavném systému využit?

- Poskytuje informaci o zrychlení ve svých osách
- Airbagy, pohyb auta, náklon a sklon, otáčení displeje smartphone

17. Podstata generování periodického signálu pomocí převodníku DAC mikrořadiče metodou programové realizace přímé číslicové syntézy (DDS). Čím je dáno rozlišení při nastavení frekvence periodického signálu generovaného pomocí metody DDS? Co je to „fázový akumulátor“ a jak jste jej realizovali v úloze?

- Navzorkovaný periodický signál počet vzorků je $P=2^M$, m bity chceme adresovat v paměti vzorků



-
- frekvence výstupního signálu generovaného pomocí DDS: $f_{OUT} = \frac{f_{CLK}}{2^N} \Delta Acc$ neboli ACC je přírůstek

Frekvenční rozlišení DDS $\Delta f_{OUT} = \frac{f_{CLK}}{2^N}$

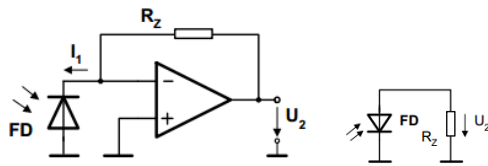
Fázové rozlišení DDS $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{2^N}$

-
- Akumulátor fáze x bitová proměnná
- Utlum amplitudy řešení sw, hw, nutné přidat také LP filtr

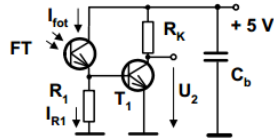
18. Operační systém Free RTOS. Co je to FreeRTOS? Jaký základní prvek využívá FreeRTOS pro tvorbu paralelně běžícího kódu? Jaké má výhody použití FreeRTOS oproti použití stavového automatu v časově kritických aplikacích?

- Rtos je plánovač a sada našich tasků
- Prerušuje tasky na základě priority... a při prerušení časovače, systicku – volba
- Můžeme přidávat tasky a nemusíme řešit nějaký stavový automat

19. Fotodioda, Fotoranzistor, kombinace LED - fototranzistor jako snímač polohy (optická závora, infra diody zapojení do obvodu, napojení na mikrořadič.

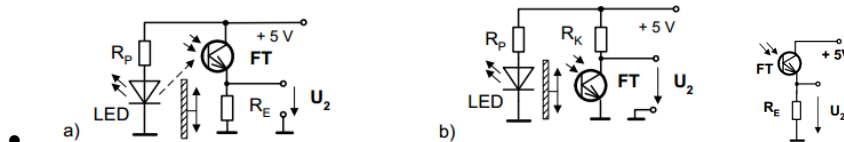


-
-



Obr. 7 zapojení fototranzistoru se zesilovacím stupněm s prahováním.

zapojení pro jednoduché prahové snímání osvětlení s fototranzistorem je na obr. 7. Výstup lze být navázán na logický vstup mikropočítače. Velikostí R_1 se nastavuje práh snímaného osvětlení, při kterém snímač reaguje.



- a) adc vstup, b) i/o uP, c) adc
- R_E aby byl v saturaci
- Připojení na adc

20. Nakreslete zapojení, kde bude mikrořadič s převodníkem ADC vyhodnocovat okolní osvětlení pomocí fotodiody. Navrhněte metodu a potřebný obvod pro vyhodnocení kolísání osvětlení (blikání) s fotodiódou a mikrořadičem s využitím ADC.

- Viz přechodící otázka

• Obvod s přepětím v zatížení emitor, volba R_z podle požadované rezistivity

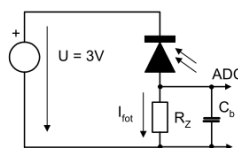
C_b – blokování – kvůli odběru vzorku převodníkem ADC, využít pokud možno dlouhou dobu odběru vzorku, časová konstanta $R_z \cdot C_b$

Potřeba nabití vzorkovacího kondenzátoru ADC, volba C_b např. 1n F,

C_b volit tak, aby byla podstatně menší, než perioda změn intenzity záření, které je třeba sledovat

Opačná volba – potřeba měřit střední hodnotu osvětlení (zářivky) volba čas. konst větší než perioda změn (perioda blikání 10 mS),

$R_z = 20 \text{ k}\Omega$, pro rozsah 1 kLux, $U = 1,5 \text{ V}$

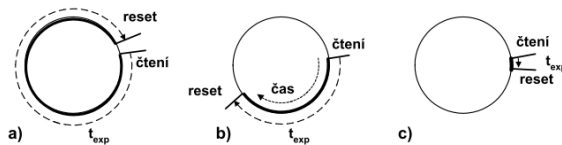
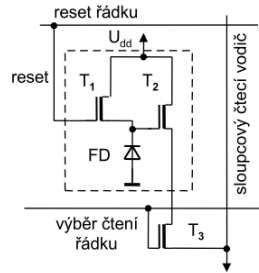
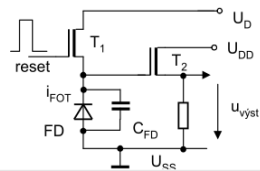


-

- Pozor na frekvenci blikání... násobky periody... aby nebylo ztmavování a zesvětlování

21. Obrazový senzor CMOS typu Rolling Shutter, fotoelement, blokové uspořádání a vlastnosti. Co vyjadřuje označení „Rolling Shutter“ z hlediska okamžiků expozice jednotlivých částí obrazu?

- čtení po řádcích
- výběr jednotlivých sloupců
- reset po řádcích
- možnost globálního resetu (současný reset všech buněk)



-
-
- Možno zvolit doba expozice
- Nevýhoda kácení – každý řádek se čte v jinou dobu
- Blikání zářivek (musí být násobky periody) a špatná doba expozice - „roleta“ na obraze

22. Jak se získá barevný obraz, když vlastní fotodiody v obrazovém senzoru nejsou spektrálně selektivní? Co je to Bayerův filtr. Jestliže by u obrazového senzoru (barevného) v telefonu bylo uvedeno, že má 2 Mixely, kolik pixelů je červených (citlivých na červenou), kolik zelených a kolik modrých. Jaké problémy mohou vznikat při snímání scény mobilním telefonem s obrazovým senzorem (typu rolling shutter) pokud by bylo intenzivní osvětlení zářivkami (blikajími frekvencí 100 Hz) a procesor při automatickém řízení doby expozice by ji nastavil na hodnotu 5 ms? Jaké problémy se mohou projevit při snímání obrazu pohybujícího se objektu senzorem typu Rolling shutter, pokud je nastavena krátká doba expozice?

- Bayerův filtr

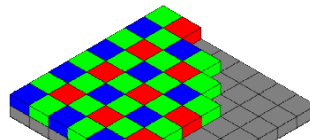
Barevné obrazové snímače, obvykle Filtr RGB podle Bayera (Bryce E. Bayer, Eastman Kodak Comp., US patent. R.1976)

Na struktuře senzoru je doplněn barevný filtr

snímač s 8 Mpixely, ½ zelených, ¼ červených ¼ modrých fotoelementů

(pozn. kamera 3 CCD – 3 monochromatické senzory, optická dělicí soustava a 3 filtry (R, G, B), pro každý senzor celý jeden filtr)

(existují i senzory s jinou kombinací barev)



-
- Chyby – roleta, kácení při pohybu, kmitání zrychlování

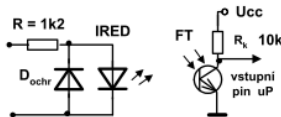
23. Jaké rozhraní se obvykle používá pro nastavení parametrů obrazových senzorů CMOS. jaká rozhraní pro přenos obrazových dat mohou mít senzory CMOS? Co vyjadřuje pojem ROI (region of interest)? Jakým způsobem se snižuje rozlišení obrazového senzoru CMOS (přeskakování sloupců a řádek- „skip“).

- Nastavení i2c

- Data DCMI, I2C (diferenciální páry), MIPI-Mobile Industry Processor Interface, CSI – Camera Interface (DSI- Display Interface)
- ROI umožňuje rychlejší vyčítání nějaké části snímače

24. Optrony, uspořádání, vlastnosti, parametry, použití. Nakreslete schéma binárního (logického) vstupu (s úrovněmi 0 a +5 V) do mikrořadiče s napájením 3,3 V pokud je k dispozici optron CNY17 s činitelem CTR = 60 procent. Nakreslete schéma logického, galvanicky odděleného výstupu s optronem pro mikrořadič STM32F207.

- Infra red a fototranzistor



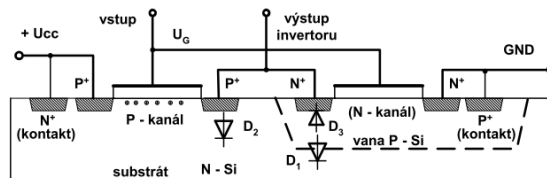
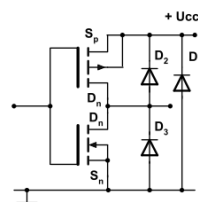
- CTR je Parametr CTR poměr přenosu proudu kolektoru fototranzistoru vůči proudu IRED I_C/I_F fototranzistoru vůči proudu IRED
- $CTR = I_{FT} / I_{IRED}$, v procentech, bývá přes 40 % a více – 100 % ($I_{RED} - FT$),

25. Logické obvody CMOS, základní vlastnosti. Proč se nesmí přepólovat napájení procesoru STM32, vysvětlete na základě znalosti velmi zjednodušené struktury obvodu CMOS.

- Je to struktura NMOS a PMOS

NMOS a PMOS tranzistorů

CMOS invertor
(není CMOS tranzistor !)

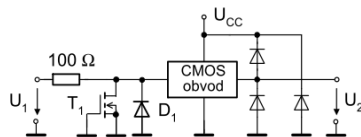


- Diody v nepropustném směru při přepolování se otevřou – vhodné používat zdroj z omezením proudu
- Standardní CMOS, HCMOS - $U_{ihmin} = 0,7 \cdot U_{CC}$, $U_{ilmax} = 0,3 \cdot U_{CC}$ (nemožné připojit na vstup HC $U_{CC} = +5V$) U_{oh} není kompatibilní s TTL
- HCMOS kompatibilní s TTL - $U_{ihmin} = 2V$ $U_{ilmax} = 0,8V$ $U_{CC} = +5V$

26. Co je to „Latch up efekt“, kdy může nastat a jak by se projevil. problematika ESD (Electrostatic discharge) z hlediska práce s mikrořadiči. Náhradní schéma výstupu GPIO procesoru STM32Fxx. Jaké napětí (přibližně) bude na výstupu mikrořadiče s napájením 3,3 V, pokud by budil LED, zapojeno proti zemi proudem 4 mA. Uveďte výpočet a potřebné neznámé parametry odhadněte.

- Proudová injekce možná i statickou elektřinou.
- Parazitní tyristor v CMOS, mezi U_{CC} a GND
- Vnucení nadměrného proudu do vstupu nebo výstupu, teče pn přechody.
- Poté zůstává tyristor sepnutý, odpojit jej může jen vypnutí napájení

- Nutné obvody chránit proti ESD – nepředávat odvádět náboj, pásky, neukazovat na obvody.. před manipulací vybit až 10tky kV



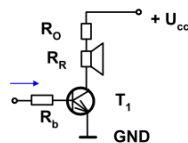
- je u 5v tolerant... jinak t1 je také dioda
- ?????????????????????????????????????? ledka

27. Odběr logických obvodů CMOS. Proč s frekvencí hodinového signálu mikrořadiče roste jeho proudový odběr?

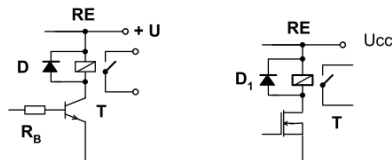
- Rychlé změny stavu často za sebou přináší dynamický proudový odběr. Navíc čím rychlejší hrana hodin, tím větší proudový impuls.
- Cmos - při překlápění stavů teče příčný proud

28. Výkonové výstupy vestavných systémů, relé, stykač, ovládání relé procesorem. Jednoduchý signalizační akustický výstup (např. signalizace odemknutí) systému s mikrořadičem. Nakreslete obvod pro ovládání relé pomosí procesoru STM32F207. Relé potřebuje pro sepnutí proud 80 mA při napájení 5 V. K dispozici je zdroj napětí + 5 V a tranzistor NPN a PNP s $h_{21E} = 100$. Co je to kontakt typu NO, kontakt NC u relé ? Co vyjadřuje označení přepínacího kontaktu relé - typu „brake before make“?

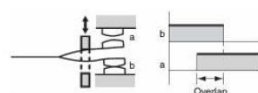
- Relé – proud cívku přitáhne/odtáhne spojovací člen



- pípání např. pwm.... Rr je nízká musíme předsadit odpor
- Ovládání relé NPN tranzistorem, nebo nmos, dioda vybíjí indukčnost

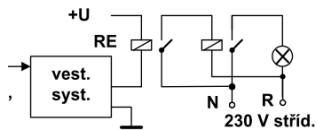


- Náhradní obvod Urele zanedbáme..... $U_{cc}=U_{rele}(zandebámě)+U_{ce}(0.5V)+U_{odpor}$
 $R_{odpor}=(5-0,5)/0,008=550\Omega$
 $I_b=I_c/h_{fe}=asi\ 3700\Omega$
- NO – normály open
- NC – normály closed
- Přepínací kontakt („s přerušením při přepnutí“) BBM (Break Before Make) contacts (Non-shorting contacts) – nezkratují se obvody a b mezi nimiž se pohyblivý kontakt přepíná



-

29. Nakreslete uspořádání vestavného systému, který má v budově periodicky zapínat větrání (odsávání vzduchu) je - li ventilátor, který se má ovládat, osazen asynchronním třífázovým motorem. K dispozici je stykač s ovládací cívkou na 230 V st. a relé se spínacím kontaktem) dimenzovaným na 400 V) s cívkou na 5 V a proudem cívky 40 mA.



-
- Mezi procesorem a relé 5 v bude npn tranzistor dopočítat prvky
- Druhé relé bude třífázové a řídit ventilaci

30. Co je to „solid state relay“, čím se liší od obvyklého mechanického relé a jakou výhodu ve vestavném systému při ovládání výkonové zátěže může mít oproti standardnímu elektromechanickému relé?

Polovodičové „relé“ typu SSR

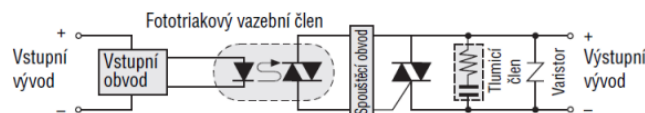
Blok SSR - označený *polovodičové relé „Solid State Relay“* - elektronická náhrada relé, řídicí obvod je galvanicky oddělen od výkonových polovodičových prvků realizujících funkci spínače

Různé varianty podle účelu použití, požadovaného proudu

Nejednodušší – pro aplikace spínání signálů kombinace IRED (infračerveně zářící dioda – fotodiody pracující jako zdroj napětí pro ovládání řídicí elektrody MOS tranzistoru. (viz. firma CP Clare)

Výkonové SSR - pro spínání v obvodu např. 230 V/ 50 Hz galvanické oddělení řídicích a výkonových obvodů

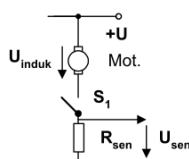
(ideové uspořádání – příklad SSR)



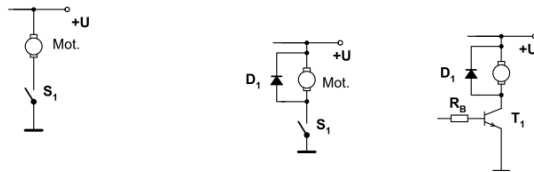
-
- Asi bude rychlejší nebude mít zákmity

31. Stejnosměrný a krokový motorek, způsoby jejich ovládání mikrořadičem. Jak se může pomocí mikrořadiče řešit bezpečné zavírání okna automobilu (zamezení přivření rukou zavíraným okénkem)? Jak se může mikrořadičem řídit rychlost otáčení stejnosměrného motorku? je možno využít PWM, pokud ano, jak? Blok označovaný jako H-můstek, jak se jím může řídit otáčení stejnosměrného motorku v obou směrech.

- Při překážce okna se na snímacím rezistoru změní napětí tedy proudový odběr – tím se vyhodnotí překážka



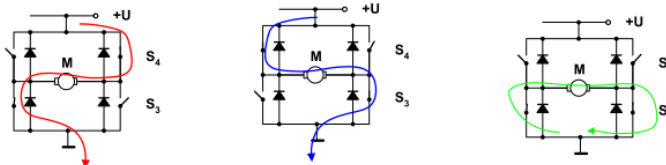
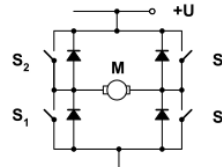
-
- Řízení zapínání vypínání, pwm- změna střední hodnoty napájení



-
- Dioda ve schématu je pro odvedení vypínacího proudu
- H můstek

H můstek pro ss motorky

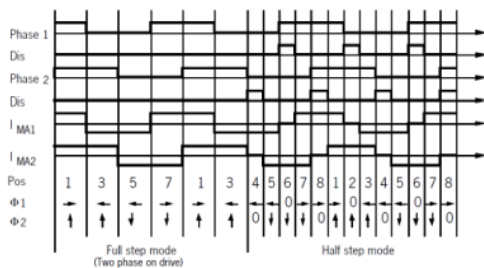
Pro změnu směru otáčení ss motorku – H můstek
změna směru proudu (doleva, doprava),
Brždění – el. motorek jako generátor do zkratu
vyrábí el. energii, která se převádí na teplo
 (ověření – otáčet rotorem motorku naprázdno
 a pak zkratovat vinutí)



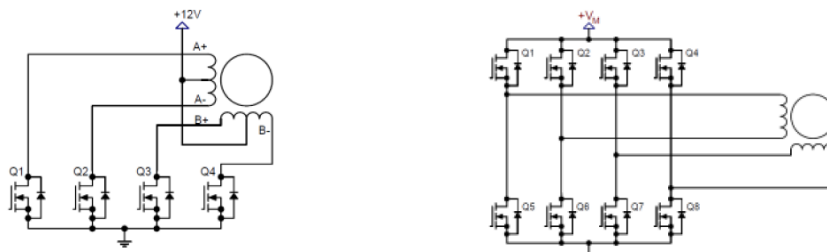
•

32. Krokový motorek a způsob jeho řízení mikrořadičem.

- Vinutí jedno, dvě
- Bipolární, nebo unipolární (jeden společný vývod)
- Full step – vinutím teče proud vždy- tam nebo tam, 4 kroky na periodu
- Half step – teče tam nebo tam nebo neteče, 8 kroku na periodu
- Řídí se něčím podobným jako h mustek pro každé vynutí



•

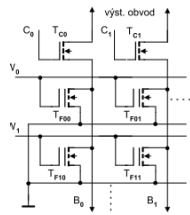
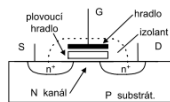


•

33. Paměti, volatilní, nevolatilní paměť, synchronní, asynchronní paměť. paměti FLASH typu NOR a NAND. Který typ paměti FLASH se používá jako vnitřní paměť programu v mikrořadiči? Paměti SRAM, DRAM, SDRAM. Jaký je zásadní rozdíl mezi pamětmi SRAM a SDRAM?

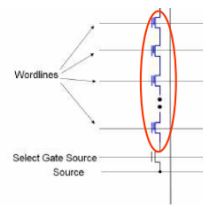
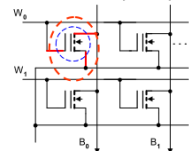
- Volatilní – závislé na napájení

- Nevolatil. - Nezávislé na napájení
- Synchronní – v rytmu hodinového cyklu
- Asynchronní – operace paměti jsou určovány na základě řídicích signálů, asynchronní požadavky, pomalejší
- Flash
- Nor-flash
 - Náboj pod plovoucím hradlem
 - používané pro mikroprocesory ST



- Nand – flash

FLASH NAND- skupina pam. tranzistorů



Paměť **FLASH NAND** programování i mazání - **tunelováním** elektronů

NAND relativně **pomalý** náhodný přístup (odezva – uS), **rychlý** přenos dat- hromadné čtení- **sekvenční přístup**

Rychlost FLASH NAND (např. SSD,...) při čtení – dána **hromadným paralelním čtením** mnoha tisíc paměťových buněk do vnitřní **vyrovnávací paměti stránky** (RAM), z které se pak data čtou rychle **sekvenčně** na výstup

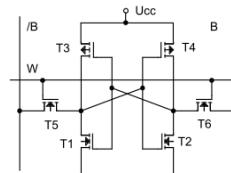
- Sram

SRAM – statické paměť RAM

Statická paměť – informace **zůstane** uložena v paměti po celou dobu, pokud je připojeno napájení, bez potřeby jakékoliv formy obnovování informace

Informace - uložena ve **bistabilním** klopném obvodu. **Pam. buňka, 1 bit – 6 tranzistorů**,

SRAM - v mikrořadiči jako vnitřní paměť, (operační paměť), obvykle jako paměť dat



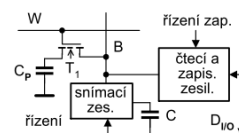
rychlá

- Dram

DRAM - dynamická paměť RAM

Informace uložena ve formě náboje na paměťovém kondenzátoru C_p , pam. buňka 1 kondenzátor C_p + 1 tranzistor MOS – T_1

Kapacita C_p malá, hluboko pod 1 pF



Vybíjení kondenzátoru - potřebné **periodické obnovování informace** (**refresh**) s intervalem řádu zlomek sekundy

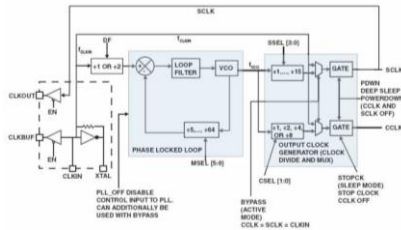
- SDram

- Je to synchronní paměť dram
- Na hranu

- DDR na obě hrany

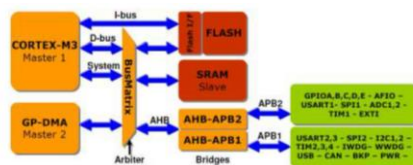
34. Obvod fázového závěsu PLL a jeho využití pro generování hodinového signálu v mikrořadiči. Dohlížecí obvod typu watch dog, funkce, význam, použití při zajištění spolehlivé činnosti vestavného systému.

- Phase lock loop



- Watch dog
 - Processor hlásí, že reaguje každou definovanou chvílí jinak je upozorněn, popřípadě zresetován tímto obvodem

35. Procesor ARM, základní vlastnosti architektury. Kolik bitů má instrukční kód instrukce ARM a Thumb? Které společné rysy mají mikrořadiče od různých výrobců se shodným jádrem ARM Cortex M3. Co je to instrukční sada Thumb -2?



- Arm - 32bitové
- Thumb 16 bitové
- Thumb2 16 i 32 bitové dohromady
- Všechny proc s m3
 - Mají společné stejně definované výpočetní jádro
 - Nvic, vektor přerušení
 - systick
 - Stejnou sadu instrukcí
 - Deterministická obsluha přerušení
 - Adresování definované

Druhá část

1. vzorkovací věta, příklad vzorkovacího obvodu, anti aliasing filtr vesus šířka pásma digitalizovaného signálu, základní typy AD převodníků (aproximační, integrační, komparační, sigma-delta), princip, základní blokové schéma

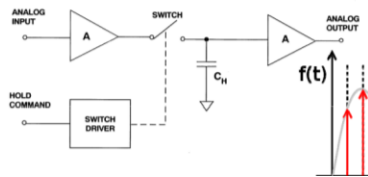
Vzorkovací (Shannonův-Kotělníkův) teorém

Zpětná a přesná rekonstrukce spojitého, frekvenčně omezeného signálu z jeho diskrétních hodnot možná pouze tehdy, je-li vzorkovací kmitočet alespoň 2x vyšší než-li maximální frekvence rekonstruovaného signálu.

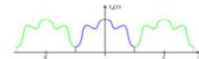
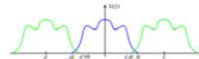
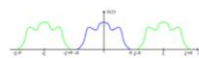
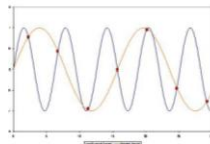
$$f_{vz} \geq 2f_{sig_max}$$

•

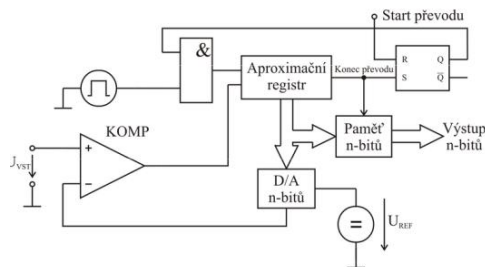
Vzorkovací obvod (SAMPLE-and-HOLD zesilovač)



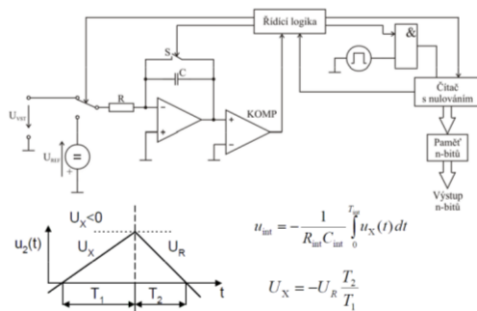
-
- Anti-aliasing filter:
 - Omezení frekvenčního pásma, zamezí překrývání spektra vstup signálu
 - Typicky LP filter



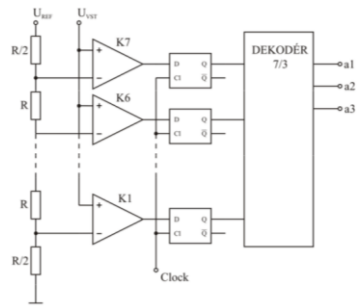
-
- základní typy AD převodníků :
 - aproximační – středně rychlé, 12-18 bitů



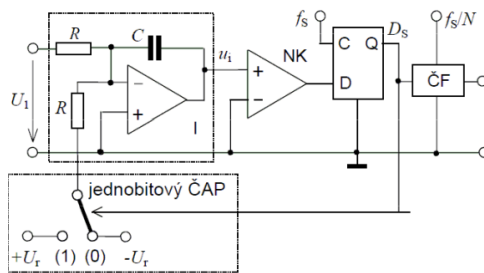
- integrační – pomalý, přesný, vysoké rozlišení, potlačuje rušení periody v násobku doby integrace



- komparační- nejrychlejší, čím víc bitů tím víc děliče, malé rozlišení



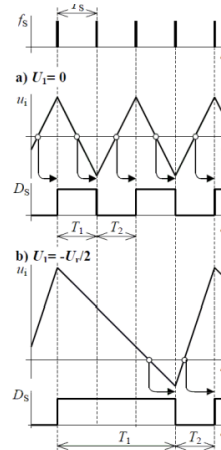
- sigma-delta, velmi přesné, pracuje na principu vyrovnání náboje



Stav pro $U_i = 0$ a pro $U_i = -U_r/2$

$$a) U_i = 0 \rightarrow \frac{T_s - T_s}{T_s + T_s} U_i = \frac{0}{2T_s} U_i = 0$$

$$b) U_i = -U_r/2 \rightarrow \frac{T_s - 3T_s}{T_s + 3T_s} U_i = \frac{-2T_s}{4T_s} U_i = -\frac{U_i}{2}$$



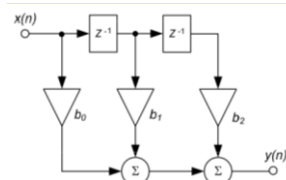
2. Základní rozdělení a vlastnosti DF, typy DF z hlediska průběhu frekvenční charakteristiky, základní struktury FIR a IIR filtrů (nakreslení blokové struktury), obecný přenos vyjádřený pomocí diferenční rovnice, přenosu vyjádřený v z-transformaci, výhody digitálních filtrů - srovnání porovnání s analogovými, typické aplikace DF v praxi,



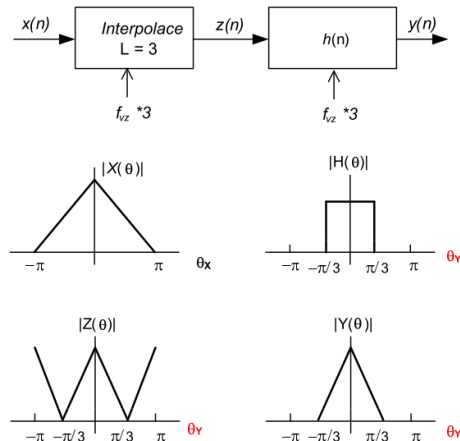
- bloky z^{-1} , Σ , b_0 , zpožďovací (n-1) vzorek, sčítačka, násobička
- obecný zápis přenosu v z-transformaci:

$$h(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b_0 + b_1 \cdot z^{-1} + b_2 \cdot z^{-2} + \dots + b_N \cdot z^{-N}}{1 - a_1 \cdot z^{-1} - a_2 \cdot z^{-2} - \dots - a_M \cdot z^{-M}}$$

- Koeficienty a' jsou nulové u FIR
- FIR – finite impulse response
 - Vždy stabilní
 - Vysoký řád = vysoká strmost stop pásma
 - Lineární fáze
 - Nárůst spoždění

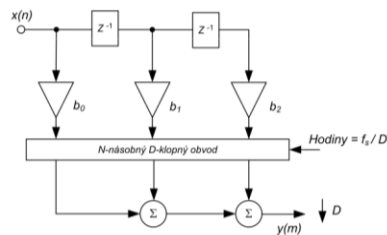


- IIR – infinite impulse response
 - Nemusí být stabilní
 - Analogie k analogovým filtrům,
 - Nížší řád pro vyšší strmost
 - Nelineární fáze

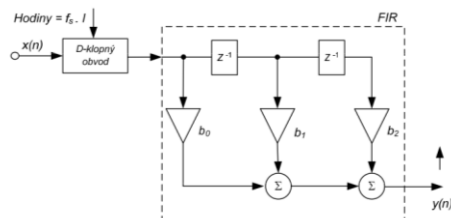


- Obecné převzorkování I/D
 - Interpolace I, antialiasing, antialiasing, decimace D
- Optimalizované formy:
 - decimace

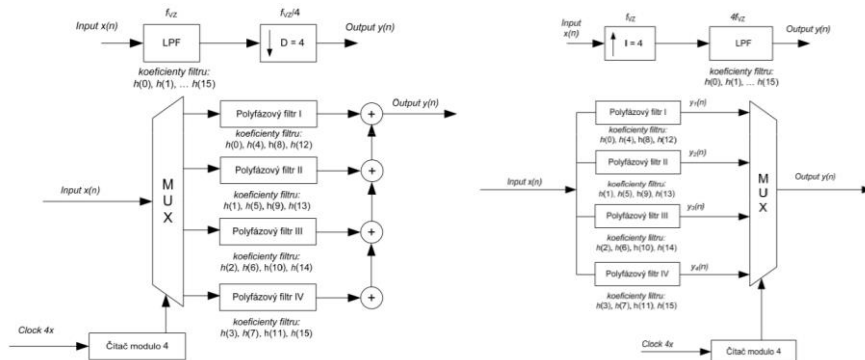
Historie vzorků uschováno v D-klopném obvodu
Konvoluce se provádí pouze každý M-tý vzorek



-
- Interpolace – optimalizujeme když dáme d klopný obvod mezi zpožďovací členy a násobičky, pak konvoluce každý chtěný vzorek



- Polyfázové filtry (decimace a interpolace):



-
- Rozdělí se fir do několika kratších – úspora výpočtu konvoluce

4. Frekvenční analýza – diskrétní Fourierova transformace (přímá, inverzní – vztahy pro výpočet), příklady frekvenčních spekter „základních signálů“ (sin, symetrický obdélník se střídou 1:1, trojúhelník, bílý šum, Dirac), volba N (počet bodů DFT) při výpočtu DFT, efekt rozmazání spektra (leakage) – jak lze eliminovat, frekvenční rozlišení DFT, okénkování, typy oken, jaké jsou možnosti zvýšení frekvenčního rozlišení, princip FFT algoritmu, princip frekvenční lupy

- DFT

- Určení spektra vzorkovaného signálu (získá fázi a frekvenci signálu)
- DFT a inverzní DFT

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j \frac{2\pi}{N} n \cdot k} \quad x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) e^{j \frac{2\pi}{N} n \cdot k}$$

n – značí časovou oblast

k – značí frekvenční oblast

N – délka vstupní posloupnosti

-

Výstupem DFT je komplexní proměnná, proto :

Amplituda spektra

$$Amp_X(k) = \sqrt{Re(X(k))^2 + Im(X(k))^2}$$

výpočet v MATLABU : funkce **abs()**

Fáze spektra

$$phase_X(k) = \arctg \frac{Im(X(k))}{Re(X(k))}$$

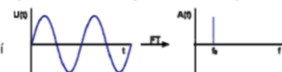
-

- Frekvenční spektra známých signálů

Frekvenční spektrum signálu – nese informaci o rozložení jednotlivých spektrálních složek (frekvencí) v analyzovaném signálu – spektrum získáme aplikací Fourierovy transformace

Příklady signálů, jejich spektra:

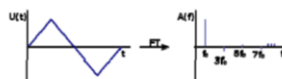
harmonický signál (sin) – jedna frekvenční složka



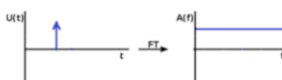
symetrický obdélník (střída 1:1) – obsahuje pouze liché harmonické (útlum 1/n)



trojúhelník – obsahuje liché složky s alternující fází (0,180)



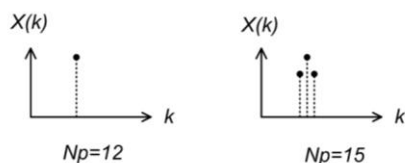
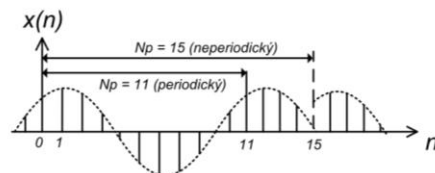
Dirac – zastoupeny všechny frekvenční složky – konstantní amplituda



-

- Počet vzorků N pro DFT a **leakage**

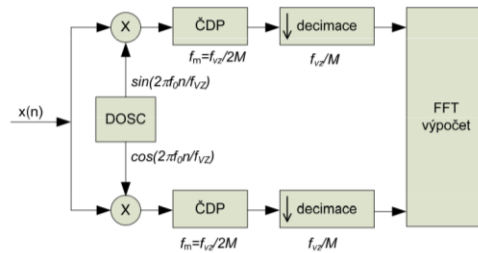
- je dán pro periodický signál s periodou N_p vzorku jako: $N = k \cdot N_p$ (k je celé číslo), pak nedochází k rozmazání spektra na hranici obálky (leakage)



-

- Také to má být $N=2^M$ (4,8,16)

- Když nelze splnit tak se použije okénko w a pracuje se $x_{out}(n)=x_{in}*w(n)$
 - Obdélníkové, hanning, hamming, blackman, trojúhelník, kaiser
- FFT
 - Různé metody jak ušetřit výpočetní výkon
 - Rozdělení sudých lichých členů posloupnosti
 - 8mi bodové fft (bitová reverzace)
 - Výpočet pomocí matic
- Zvětšení rozlišení DFT
 - Decimace – redukuje vzorkovačka a tím se zvýší rozlišení
 - Doplnění nul do posloupnosti – prodloužení záznamu
 - Frekvenční lupa



5. korelační metody zpracování signálu, definiční vztahy pro výpočet korelačních funkcí diskrétního signálu, autokorelační funkce pro základní signály (periodický, bílý šum, směs signálu a šumu), Wiener-Chinčinovy vztahy, základní typické oblasti použití korelačních metod

- korelační funkce zkoumají vzájemný vztah dvou signálů
- když na sebe dva signály závisejí – jsou korelovány
- míra závislosti z hlediska statistiky – korelační koeficient od -1 do 1, když je nula nekorelují

Nejvíce používané momenty: **střední hodnota** a **rozptyl** náhodné veličiny

$$\mu_x = E(X) = \sum_{i=1}^n x_i P_i \quad \mu_x^2 = \sigma_x = E[(X - \mu_x)^2] = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2 P_i$$

•

Výpočet korelačních funkcí pro spojité náhodné veličiny

Korelační funkce mezi signály $x(t)$ a $y(t)$

$$R_{xy}(t, t + \tau) = E[x(t) \cdot y(t + \tau)]$$

Autokorelační funkce signálu $x(t)$

$$R_{xx}(t, t + \tau) = E[x(t) \cdot x(t + \tau)]$$

Kovarianční funkce mezi signály $x(t)$ a $y(t)$

$$K_{xy}(t, t + \tau) = E[\{x(t) - \mu_x\} \{y(t + \tau) - \mu_y\}]$$

Autokovarianční funkce signálu $x(t)$

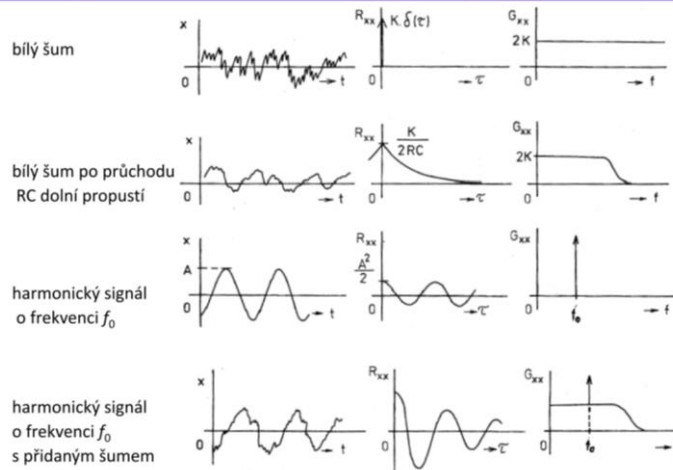
$$K_{xx}(t, t + \tau) = E[\{x(t) - \mu_x\} \{x(t + \tau) - \mu_x\}]$$

•

$$\hat{R}_{xx}(\tau) = \frac{1}{T_M - \tau} \int_0^{T_M - \tau} x(t)x(t + \tau)dt$$

$$\hat{R}_{xx}(rT) = \frac{1}{N - r} \sum_{n=1}^{N-r} x(nT)x(nT + rT)$$

Příklady autokorelačních funkcí



Wiener-Chinčinovy vztahy:

- Možnost jak využít FFT, DFT algoritmy pro výpočty (auto)korelační funkce
navzorkovat signál, spočítat spektrum signálu – umocněním na kvadrát
vypočítat výkonovou spektrální hustotu S_{xx} – po té aplikovat algoritmy DFT či
FFT na výpočet korelačních funkcí)

$$R_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xx}(f)e^{j2\pi f\tau}df \quad R_{xy}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xy}(f)e^{j2\pi f\tau}df$$

Pro $\tau=0$ hodnota autokorelační funkce
v počátku představuje celkový výkon signálu! $\Rightarrow R_{xx}(0) = \int_{-\infty}^{\infty} S_{xx}(f)df$

Aplikace korelačních funkcí:

- Radar, sonar (odraz) – při známé rychlosti šíření určíme vzdálenost d
- Při známé vzdálenosti (odraz) zjistíme rychlost šíření (prostředí, slanost vody)
- Detekce periodického signálu v šumu

Doplnění k části 2

6. Vysvětlete pojem číslicového zpracování signálu, uveďte alespoň 5 oblastí v technické praxi, kde jej lze s výhodou využít.

- Telekomunikace GSM, komprese dat, lékařství, ultrazvuk, mri, tomografie, letectví, radar, sonar, armáda, šifrování, průmysl, řízení, odrušování průmyslových signálů, komunikace optikou, filtrace

7. Vysvětlete pojem: jednotkový skok a jednotkový (Diracův) impuls (nejlépe obr.). Co je to impulzní charakteristika? Co je to přechodová charakteristika?

Jednotkový skok

$$1(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 0.5, & t = 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$$

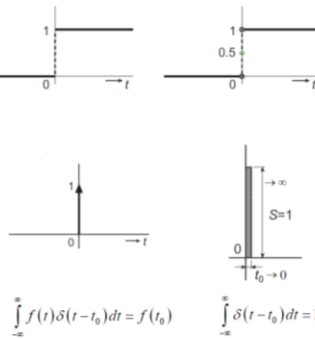
$$\mathcal{L}\{1(t)\} = \frac{1}{p}$$

Jednotkový (Diracův) impuls

$$\delta(t - t_0) = 0 \quad \text{pro } t \neq t_0$$

$$\rightarrow \infty \quad \text{pro } t = t_0$$

$$\mathcal{L}\{\delta(t)\} = 1$$

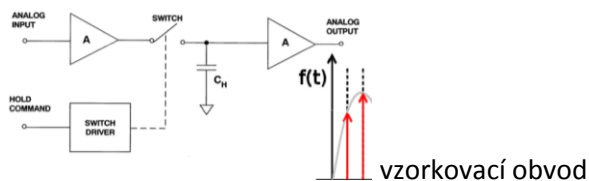


-
- Impulzní je na jednotkový impuls
- Přechodová na jednotkový skok

8. Vysvětlete pojem vzorkování a kvantizace signálu, antialiasing filtr, vzorkovací teorém (vzorkovací větu), nakreslete a vysvětlete základní princip vzorkovacího obvodu (tzv. sample/hold obvod).

- Vzorkování – vzorkovací obvod vyčítá hodnotu signálu v daných fvz okamžicích sample-hold
- Kvantizace – převodníky a/d mají omezené bitové rozlišení tak se hodnota přivine k nejbližší hodnotě
- Vz. Teorém – vzorkujeme alespoň 2x větší fvz než je freq signálu

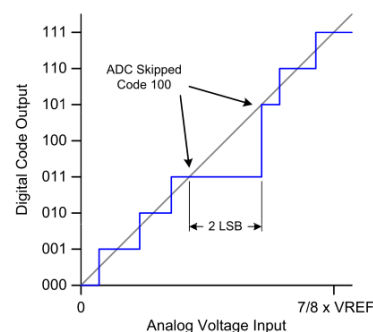
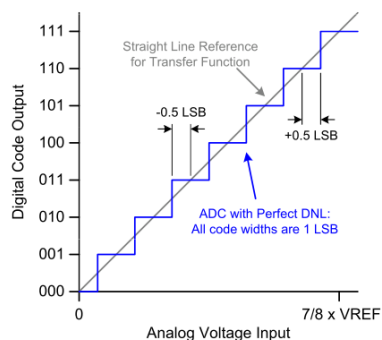
Vzorkovací obvod (SAMPLE-and-HOLD zesilovač)



- vzorkovací obvod

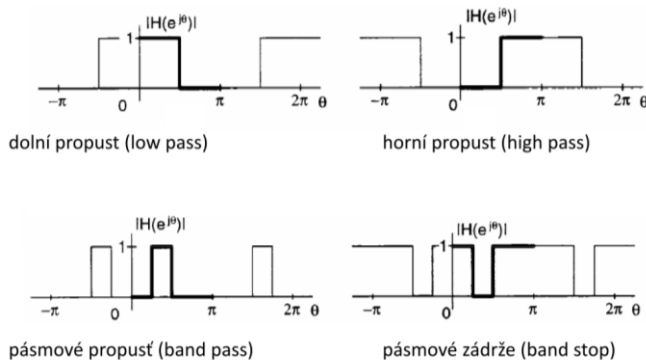
9. Uveďte základní nejčastěji v praxi používané typy A/D převodníků, nakreslete blokové schéma struktury A/D převodníků a vysvětlete jejich princip, uveďte jejich typické parametry (rychlost vzorkování, typický počet bitů, speciální vlastnosti jako např. imunita vůči sériovému rušení apod., typické příklady použití). Statické chyby převodníků (diferenciální a integrální nelinearita).

- Převodníky viz [předešlé](#)
- Diferenciální x integrální nelinearita nelinearita A/D



10. Napište základní rozdělení digitálních filtrů a uveďte jejich charakteristické vlastnosti, nakreslete frekvenční charakteristiky běžných frekvenčně selektivních filtrů (DP, HP, PP, PZ).

- Fir, IIR,



11. Nakreslete základní blokovou strukturu FIR a IIR filtrů, napište vztah pro obecný přenos číslicového filtru (bez ohledu na typ) pomocí diferenční rovnice, pomocí Z-transformace, uveďte výhody použití digitálních filtrů ve srovnání s analogovými – v čem jsou jejich přednosti?

- Viz [předešlé](#)
- Lepší strmost než analogové, větší variabilita

12. Co znamená „kvantování koeficientů“ u FIR či IIR filtrů? Jak se provádí? Na co je nutné si dát pozor při této operaci?

- Konečné rozlišení $\rightarrow$ kvantování, změna frekv. charakteristiky $\rightarrow$ možná nestabilita

13. Nakreslete uspořádání diskretního systému s přenosem

- ?????

14. Vysvětlete pojmy decimace a interpolace (včetně grafického znázornění frekvenčních spekter před a po dané operaci).

Viz výše

15. Vysvětlete princip obecného převzorkování signálu faktorem I/D, uveďte příklady optimalizované formy decimátorů či interpolátorů (decimací a interpolační FIR, polyfázové filtry (nejlépe obrázek)).

Viz výše

16. Vysvětlete pojem frekvenční analýza (FA)? Jaké nástroje se používají pro FA ?

DFT

17. Diskrétní Fourierova transformace (přímá a inverzní transformace – vztahy pro výpočet), popište všechny proměnné (indexy) ve vztahu!

Viz výše

18. Uveďte příklady frekvenčních spekter „základních signálů“ sin, symetrický obdélník se střídou 1:1, trojúhelník, bílý šum, Dirac. Jaký je požadavek na volbu N (počet bodů DFT) při výpočtu DFT? K čemu ještě lze využít algoritmu pro výpočet DFT?
19. Vysvětlete pojem rozmazání spektra (leakage) při frekvenční analýze? Jak jej lze eliminovat? Co je to okénkování? Jaké znáte typy váhovacích oken?
20. Jaké jsou možnosti změny frekvenčního rozlišení DFT ? Čím je dáno frekvenční rozlišení ve vypočteném spektru?
21. Nakreslete a popište princip tzv. frekvenční lupy?
22. Co je to tzv. „twiddle factor“? Vysvětlete a graficky znázorněte princip algoritmu FFT.
23. Vysvětlete princip korelace, jaké znáte jiné „korelační funkce“?
24. Uveďte vztahy pro výpočet korelačních funkcí diskrétního signálu. Popište všechny proměnné ve vztahu.
25. Kde a jak lze nalézt využít korelačních funkcí? Uveďte alespoň dva typické příklady (obrázek + stručný popis aplikace).