

Návrh a realizácia automatizovaného separátora riadeného mikroprocesorom.

Tomáš Malatinec
FEI STU Bratislava

ÚVOD

Priemyselnú informatiku môžeme v dnešnej dobe vidieť takmer všade vo všetkých odvetviach. Automatizované zariadenia a procesy nám vo veľkej miere uľahčujú život. Aby však mohla byť automatizácia použitá vo výrobe, je potrebné dôkladne vypracovať návrh a previesť testy a simulácie. Automatizovaný proces nesmie zlyhať a preto treba tiež zabezpečiť ochranné opatrenia kvôli možnému nežiadúcemu kolapsu. Každý proces má svoj vstup a výstup a ten treba kontrolovať, čiže musí byť zabezpečená spätná väzba, ktorá nám zaručí správnu funkčnosť.

Úloha

Mojou úlohou je navrhnuť skonštruovať zariadenie, ktoré bude pomocou mikroprocesora triediť biele a čierne loptičky bez zásahu človeka. Chel by som na tomto zariadení demonštrovať využitie priemyselnej informatiky v praxi a bežnom živote. Takéto zariadenie by sa mohlo používať napríklad ako učebná pomôcka na školách pre osvojenie si zručností v oblasti priemyselnej informatiky.

Analýza úlohy

Zariadenie bude pozostávať z troch hlavných častí: mechaniky, elektroniky a riadiaceho programu, ktorý sa bude starať o samotný chod celého systému. Program sa bude nahrávať do mikroprocesoru a nebude ho už možné meniť počas vykonávania činnosti. V prípade potreby bude nutné zmeniť program tak, aby vyhovoval našim požiadavkám a opätovne ho nahráť do mikroprocesoru. Obsluha zariadenia bude môcť počas chodu vykonávať len jednoduché operácie pomocou ovládacieho panela obsahujúcim prvky štart, stop, reset.

Ako stavebný prvok budú použité rôzne hliníkové profily, drevo, plast. Počas

testovania mi postačila stará stavebnica MERKUR. Vzhľadom na jej nedostatočnú tuhosť nebude možné použiť ju na zhotovenie finálnej konštrukcie, pretože nastávali komplikácie pri uchopení loptičky. Triedič bude predstavovať zariadenie podobné portálovému žeriavu. Jeho úlohou bude triediť čierne a biele loptičky.

Podobné procesy môžeme vidieť napríklad v priemyselnej výrobe, kde sa separujú chybné výrobky.

V hornej časti bude uchopovacie zariadenie pre loptičky, ktoré bude riešené pomocou ventilátora, ktorý bude mať za úlohu vytvoriť podtlak a následne prisť loptičku do nasávacieho otvoru. Pôvodne som chcel pre tento účel použiť starý kompresor z chladničky ale pre jeho veľké rozmery a zbytočný hluk som od tejto možnosti ustúpil. Po uchopení loptičky sa presunie ventilátor aj s uchytanou loptičkou buď v horizontálnom alebo vertikálnom smere do jednej zo svojich krajných polôh, kde sa loptička uvoľní a spadne do zásobníka. Celý proces sa bude opakovať až pokiaľ sa nenaplní jeden zo zásobníkov alebo sa nevyprázdni podávač loptičiek.

Zariadenie bude mať vlastný napájací zdroj, ktorý bude nezávisle napájať dve hlavné elektronické časti, a to výkonovú a logickú. Preto je nutné zabezpečiť dva sekundárne okruhy z napájacieho zdroja. Pre motory 12 V a pre logické obvody 5 V. Zdroj bude súčasťou celej elektroniky, čiže sa bude nachádzať na jednej doske plošného spoja spolu s logickou časťou elektroniky.

Na doske plošného spoja okrem zdroja bude nachádzať logický obvod L298-H-most na ovládanie jednosmerných motorov. Ďalej tu budú logické komparátory spracúvajúce signály zo snímačov a tieto potom bude vyhodnocovať mikroprocesor a následne riadiť činnosť akčných členov. A poslednou súčasťou bude takzvaný LED bargraph ktorý slúži na signalizáciu stavu procesu.

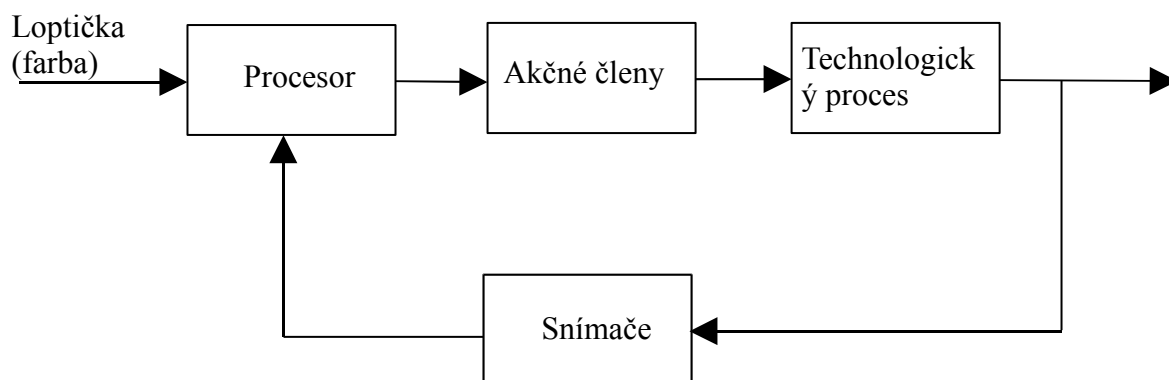
Je možné ho preprogramovať napríklad na počítanie loptičiek či iné úlohy.

Ostatné elektronické súčiastky ako sú snímače, polohové spínače a motory budú uchytané na samotnej konštrukcii.

Úlohou motorov je uvedenie systému do pohybu na základe vyhodnotenia signálov zo snímačov v mikroprocesore. Snímače kontrolujú farbu loptičky pred prevzatím z hlavného zásobníka, kontrolujú naplnenie vedľajších zásobníkov a polohové spínače kontrolujú polohu portálu respektíve dopravníka.

Všetky tieto súčasti sú prepojené konektorovými káblami na hlavnú dosku plošného spoja takže je možné spúšťať proces aj na väčšie vzdialenosti. Treba však zvážiť cenu nákladov na kabeláž.

Principiálna schéma



Napájací zdroj

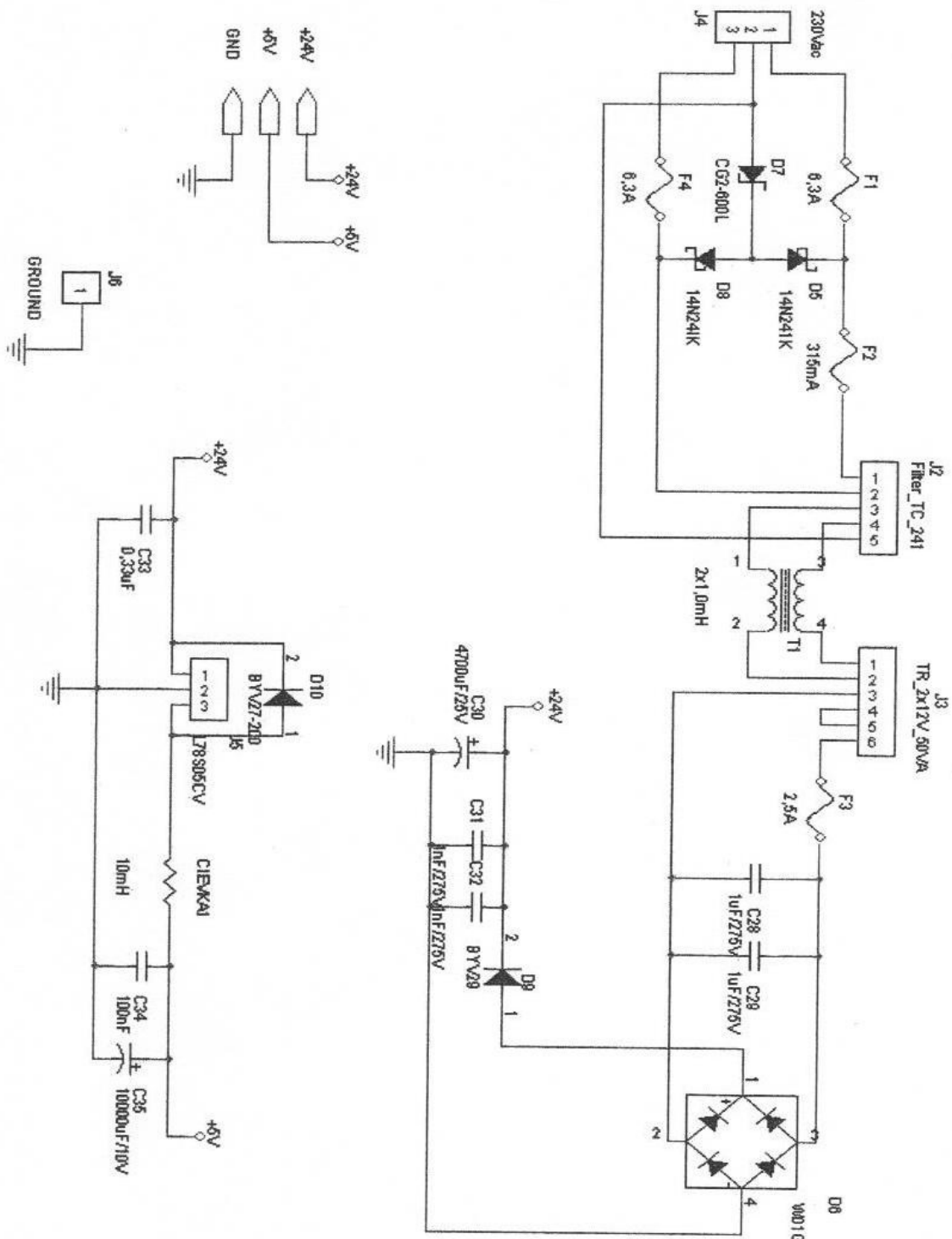
Sieťové napätie 230V/50Hz je filtrované cez dvojicu filtrov J2 a pomocou filtra P MEC 2x1mH. Takto odfiltrované napätie privedieme na vstup toroidného transformátora TR J3 kde sa transformuje na 2x12V. Keďže je potrebné napätie 24V pre napájanie jednosmerných motorov, tak sekundárne vinutia traťa spojíme do série.

Na výstupe je teraz 24V ale striedavých. Napätie usmerníme dvojcestným usmerňovačom D6 (GBU 8A) a odfiltrujeme dvoma paralelne zapojenými kondenzátormi C31 a C32 . Paralelne je pripojený ešte jeden elektrolytický kondenzátor C30, ktorý obmedzuje nárazové prúdy a chráni tak jednosmerné motory.

Napájacie napätie 5V pre logické obvody je riešené tiež veľmi jednoducho.

Do obvodu pripojíme stabilizátor J5 a aby bola hodnota 5V stabilná použijeme diodu D10 aby sa napätie nezvýšilo nad 5V. Elektrolyt C35 v obvode slúži ako obmedzovač nárazových prúdov aby nedošlo k poškodeniu logických obvodov.

Zdroj a vlastne všetky elektronické prvky sú chránene voči prepätiu dvojicou varistorov D5, D8 a bleskoistkou D7 na vstupe do transformátora.

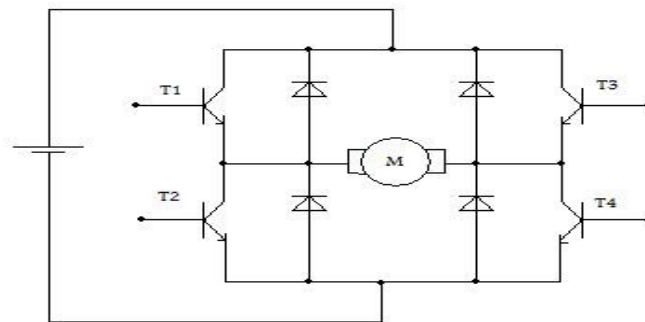


[1] schéma napájacieho zdroja

H-most

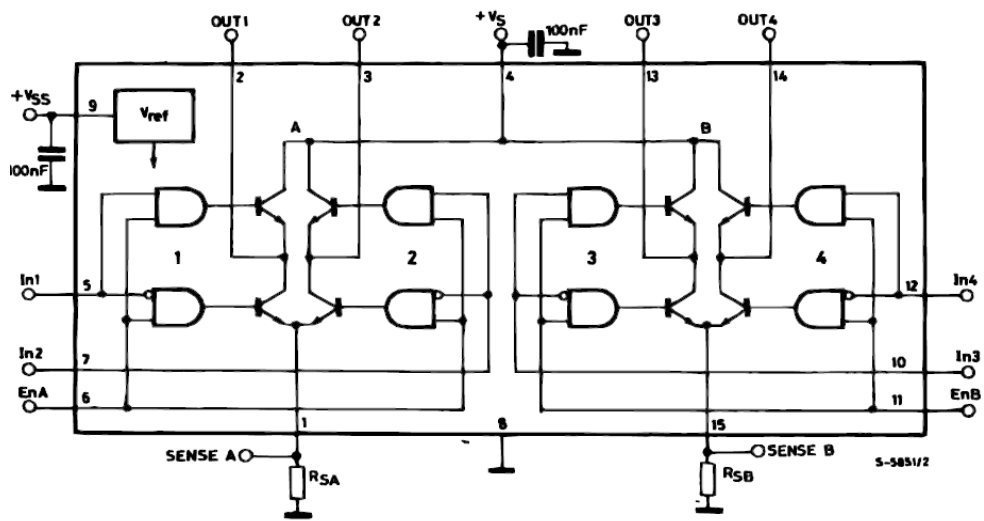
H-most je jednoduché zapojenie štyroch tranzistorov v spínacom režime. Takéto zapojenie umožňuje meniť polaritu napätia, v mojom prípade sa využíva na zmenu smeru otáčania jednosmerných motorov alebo ich spínanie (obr 3.2.). V mojej práci budem ovládať dva jednosmerné motory a ako rezervu budem mať jeden motor v prípade potreby nejakého podporného mechanizmu.

Keďže realizácia troch H-mostov je časovo náročná a aj nakladná pretože jeden H-most pozostáva zo štyroch tranzistorov a ochranných diod a samozrejme aj iných podporných súčiastok (obr 2.1.), a preto je najlepšie použiť obvod L298N (obr 2.2.), ktorý sa najčastejšie používa na riadenie jednosmerných motorov.

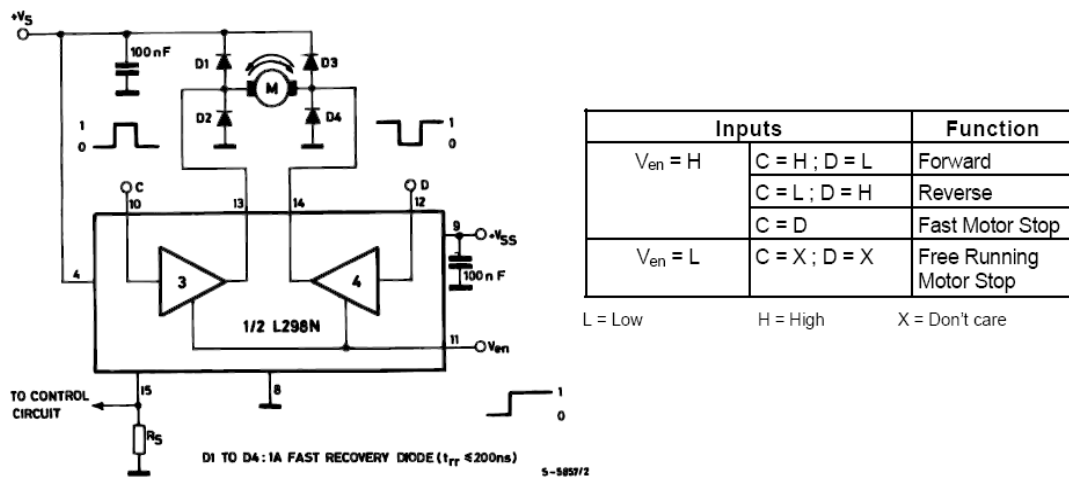


Hlavnou prioritou je minimalizácia elektronických obvodov a toto je dokonalou náhradou. Ďalšou výhodou obvodu sú riadiace signály 5V, ktorý bude privádzaný priamo z mikroprocesora bez použitia akéhokoľvek zosilňovača.

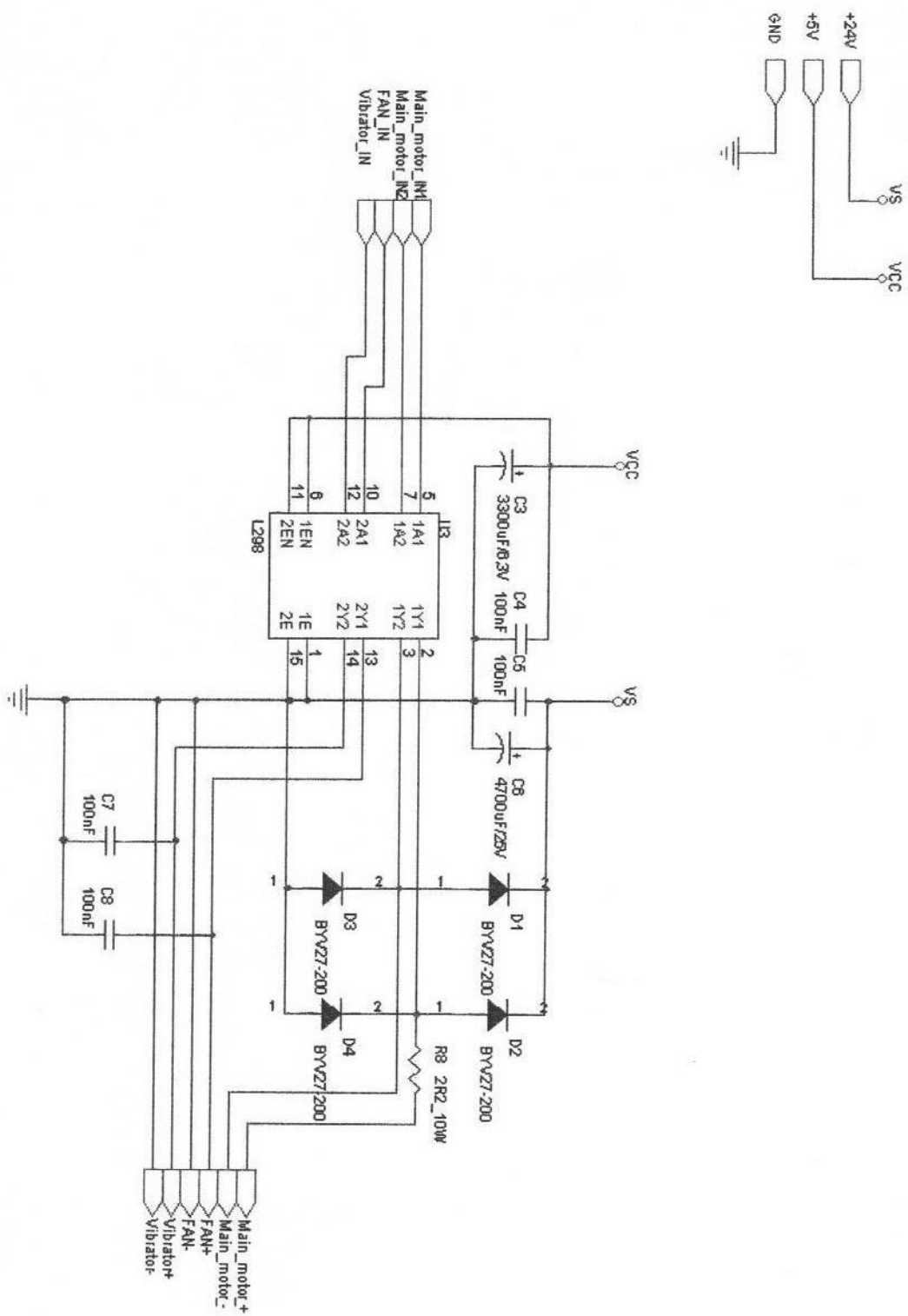
Na vstup obvodu sa privádza signál priamo z mikroprocesora a výstup je chránený diódami D1, D2, D3, D4, ktoré majú zabrániť prieniku indukovaných napätí a ochrániť tak obvod pred zničením. Vznik týchto indukovaných napätí pochádza z motorov, pretože každý motor má nejakú dobehovú krivku, vtedy do motora neprivádzame žiadne napätie. Motor je vypnutý, ale svojou vlastnou zotrvačnosťou tak spôsobí, že na kotve motora sa naindukuje napätie, ktoré by sa dostalo priamo na výstup riadiaceho obvodu. Pri testovaní som však urobil viackrát jednu chybu a to takú, že sa mi podarilo zničiť niekoľko takýchto obvodov. Vnútorňý odpor motora bol len 10Ω ohmov a to spôsobilo vznik veľkého prúdu, väčšieho než je dovolený, pretekajúceho cez obvod. Odpor motora sa musel zväčšiť zaradením 50Ω odporu do série spolu s motorom.



Obr 2.2. Bloková schéma obvodu L298N



Obr 2.3. Ovládanie smeru otáčania DC motora



[2] schéma zapojenia H-mosta

Ventilátor

Ventilátor je ďalšou dôležitou súčasťou projektu. Jeho úlohou bude totiž nasadiť a presadiť loptičku a preniesť ju na určené miesto.

Medzi veľkým množstvom ventilátorov som nakoniec vybral jeden značky SUNON hlavne kvôli veľkému prietoku vzduchu až 203m³/hod. Samozrejmosťou je napájanie 24V. Veľký prietok vzduchu dostatočne zabezpečí aby sa loptička bez problémov prisala a udržala sa počas premiestňovania. K ventilátoru je však potrebné priradiť ešte stabilizátor aby napätie 24V udržal stabilné aj pri väčšom odbore ventilátora. Ventilátor je motor takže na jeho ovládanie využijem už spomínaný H-most, Keďže ventilátor je napájaný 24V, tak 5V z mikroprocesora ako riadiaci signál stačiť nebude. Ovládať jeho otáčky nebude potrebné, bude sa len zapínať a vypínať na základe polohy pomocou polohových spínačov aby sa vedelo kde má loptičku vyzdvihnúť a kde ju ma pustiť.

Hlavný motor

Motor pochádza zo starej tlačiarne. Napájanie motora je 24V a prúdový odber má 3A. Tento jednosmerný motor je ovládaný signálmi z mikroprocesora cez H-most. Hlavný motor je vlastne hlavný pohon celého dopravníka, čiže presúva ventilátor spolu s loptičkami po dráhe oboma smermi.

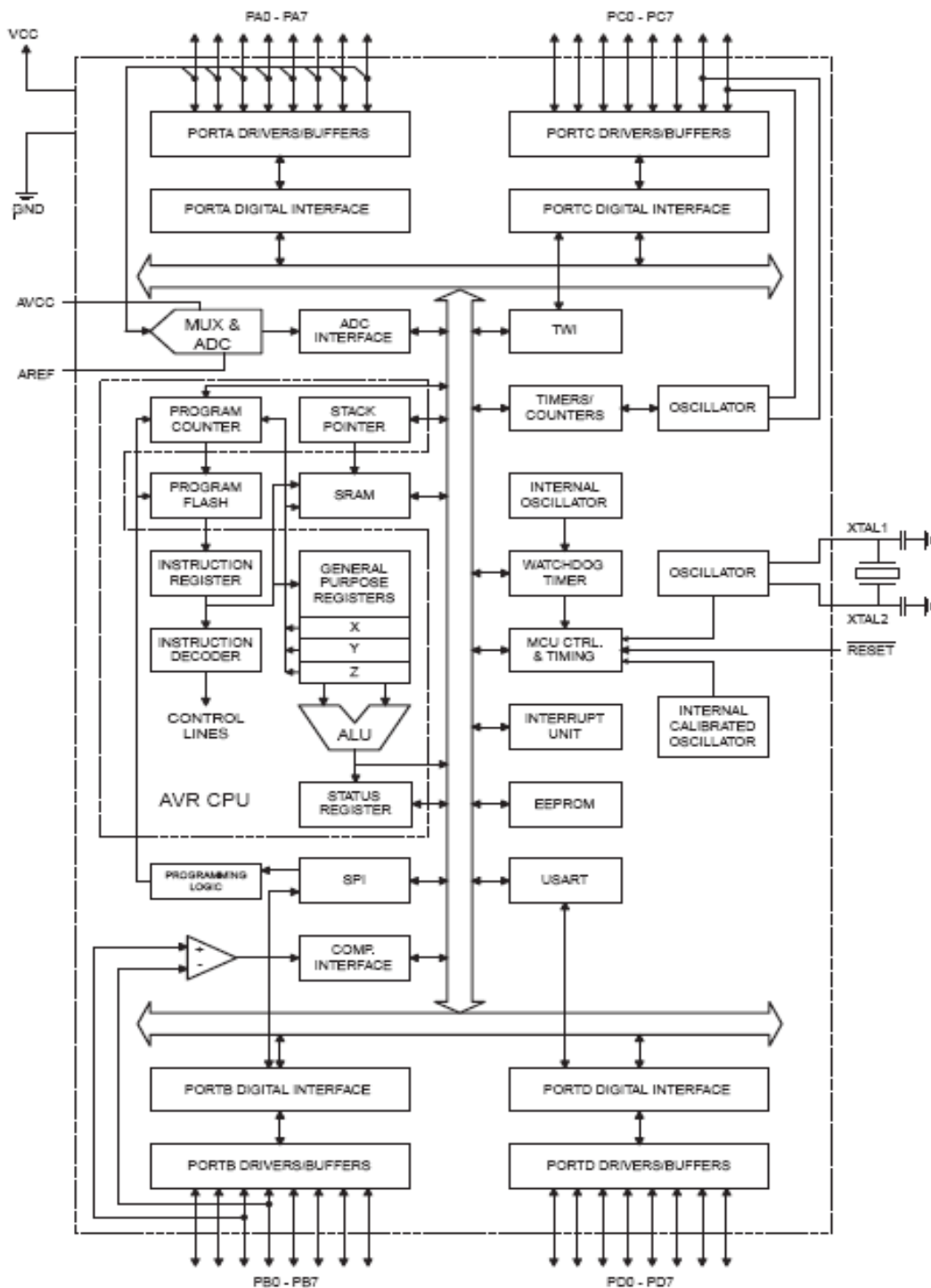
Mikroprocesor

Mikroprocesor Atmel ATmega32 (obr 2.4.) je riadiacou jednotkou celého systému. Má štyri 8-bitové vstupno-výstupné porty. Taktovacia frekvencia je 8 Mhz. Ak chceme mikroprocesor zresetovať musíme na pin RESET priviesť logickú nulu, čiže 0V. Resetovanie je realizované cez tlačítko. Po stlačení sa vstup mikroprocesora označený ako RESET skratuje so zemou takže sa privedie signál 0V. Mikroprocesor sa spúšťa a zastavuje tlačítkami štart a stop.

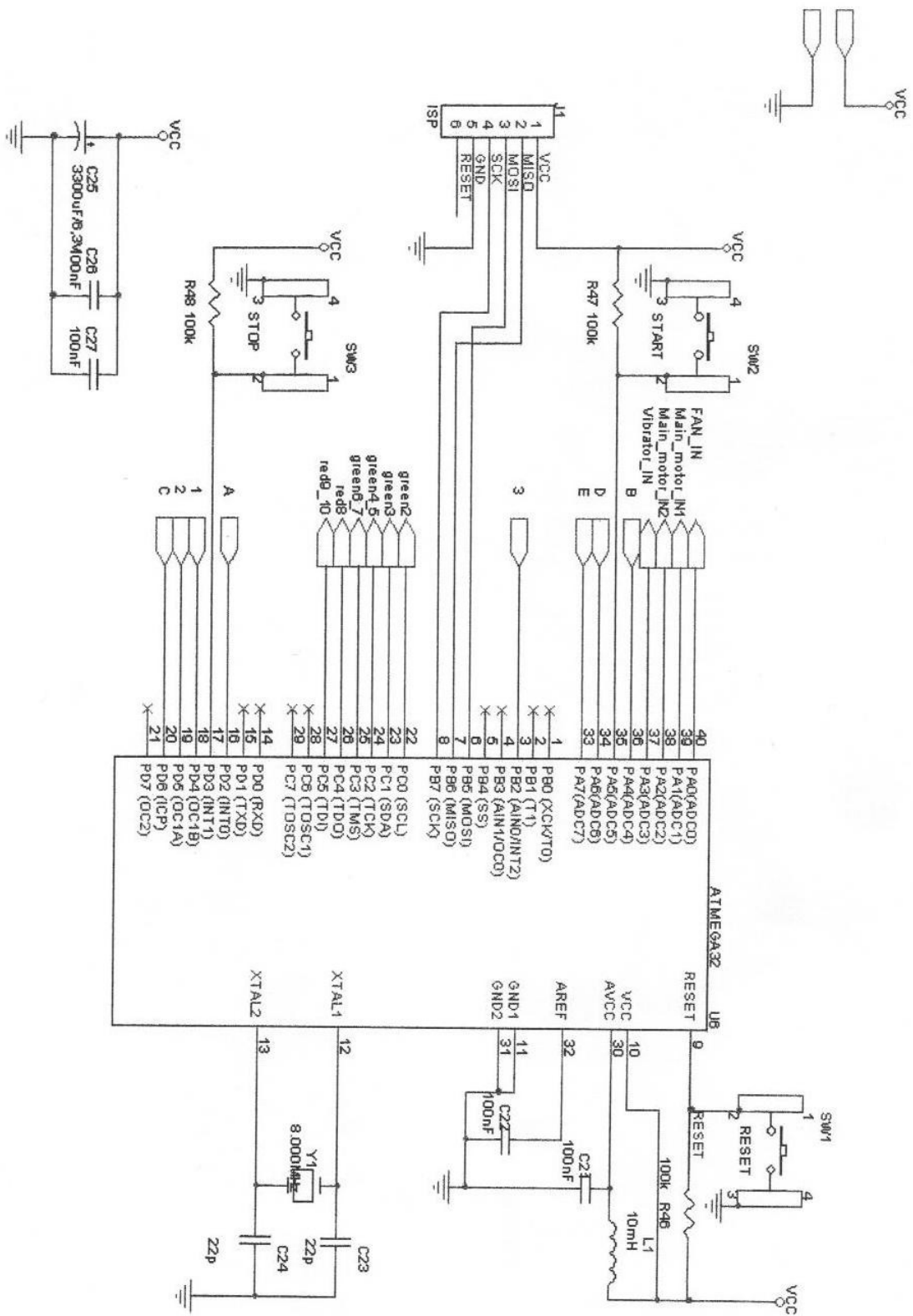
Štyri porty, ktoré sú súčasťou štruktúry majú označenie A, B, C, D.

Na jednotlivé porty sú pripojené riadiace signály a programátor. Z portu A vychádzajú riadiace signály pre H-most. Signály spravujúce činnosť LED displeja sú posielané na port C. K portom A, B, D sa privádzajú signály z komparátorov. Port B je využitý hlavne pre

programator, pomocou ktorého sa do mikroprocesora nahrávajú obslužné programy. Celé zariadenie sa tak môže pripojiť k PC a môžu sa nahrávať programy bez toho aby sme mikroprocesor museli vyberať z päťice.



Obr 2.4. Bloková schéma ATmega32

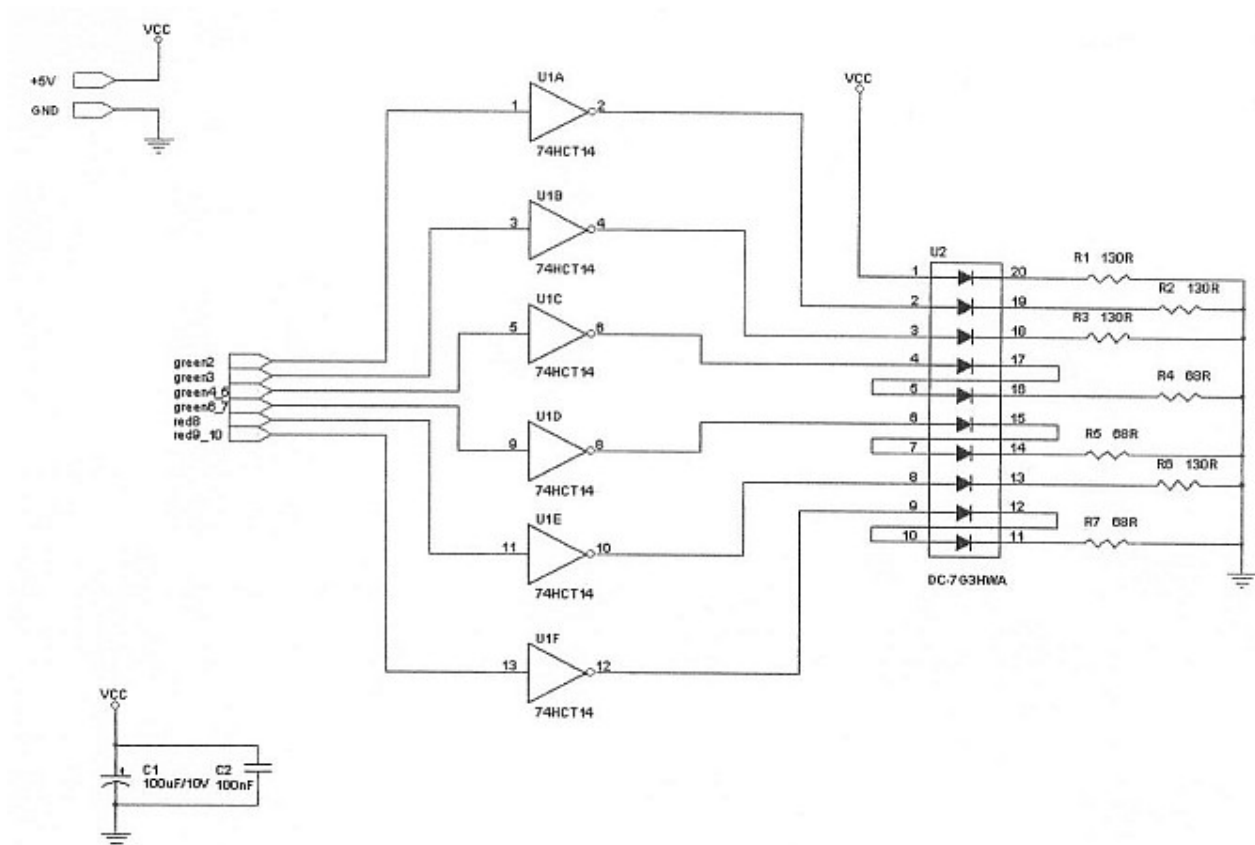


[3] schéma zapojenia mikroprocesora

LED displej

Malé doplnkové zariadenie na signalizáciu funkčnosti systému. Segmentový LED displej sa skladá z desiatich led diod (3 červené a 7 zelených). Aby som však diody mohol pripojiť priamo na mikroprocesor musel by dávať prúd 20mA. Ento problém vyriešil integrovaný obvod 74HCT14 (obr 2.5.), ktorý zosilní prúd na požadovaných 20mA. Jedinou nevýhodou tohoto obvodu je, že obsahuje len 6 invertorov a diod potrebujem pripojiť 10. Jednoducho som niektoré segmenty displeja zapojil do série.

LED displej pri zapojení zariadenia do elektrickej siete preblikne čím sa signalizuje, že zariadenie je bezporuchové a pripravené na spustenie. Po stlačení tlačítka štart mikroprocesor začne riadiť celý systém a na displeji môžeme sledovať počet vytriedených loptičiek. Počítanie je v binárnom kóde.

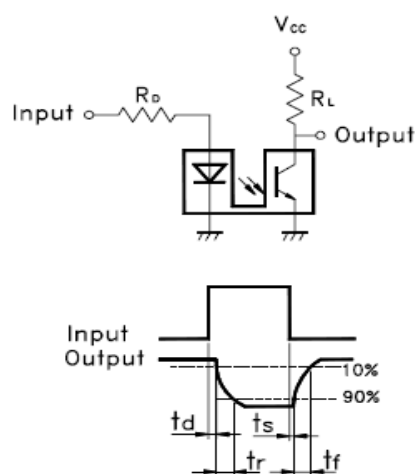


[4] schéma zapojenia LED displeja

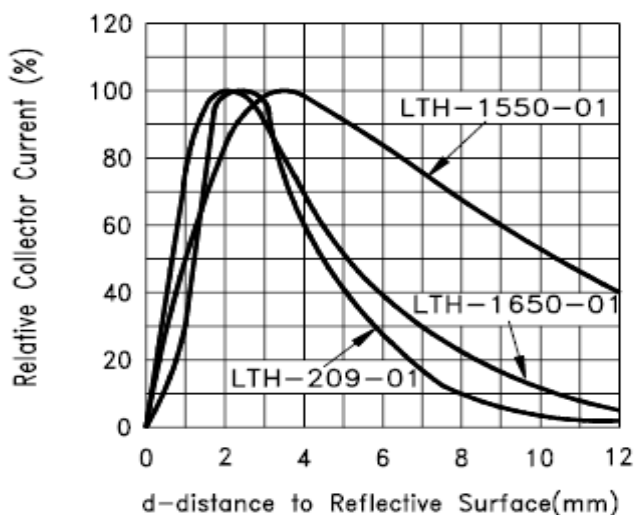
Senzorika

Na snímanie celého procesu dohliada päť snímačov LTH209 a tri mikrospínače. Snímače pozostávajú z fotodiody a fototranzistora a na základe odrazeného IR signálu z povrchu predmetu vytvárajú úbytok napätia na odpore. Úbytok napätia závisí od vzdialenosti snímača od snímaného povrchu (obr 2.7.). Odporúčané zapojenie snímačov (obr 2.6.). Úbytky napätia sa v komparátore porovnávajú s hodnotou napätia, ktoré je nastavené pomocou trimrov. Tento úbytok napätia sa zaznamená v komparátore, ktorý ďalej pošle signál do mikroprocesora v podobe logickej 1 alebo 0.

Mikrospínače snímajú krajné polohy presúvača loptičiek.

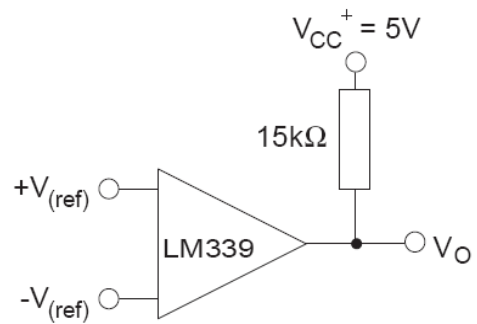
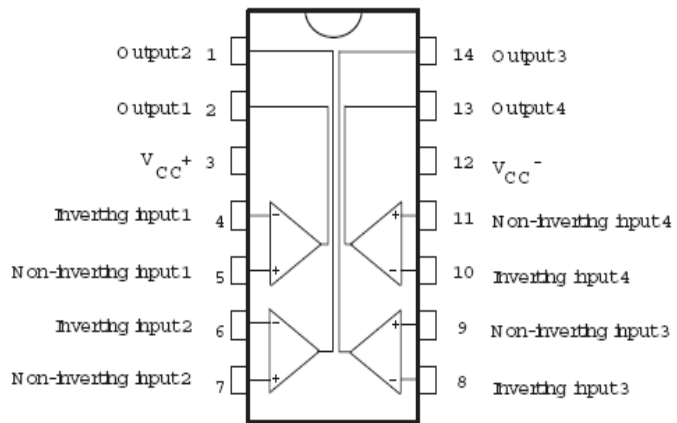


Obr 2.6. Odporúčané zapojenie snímača LTH209



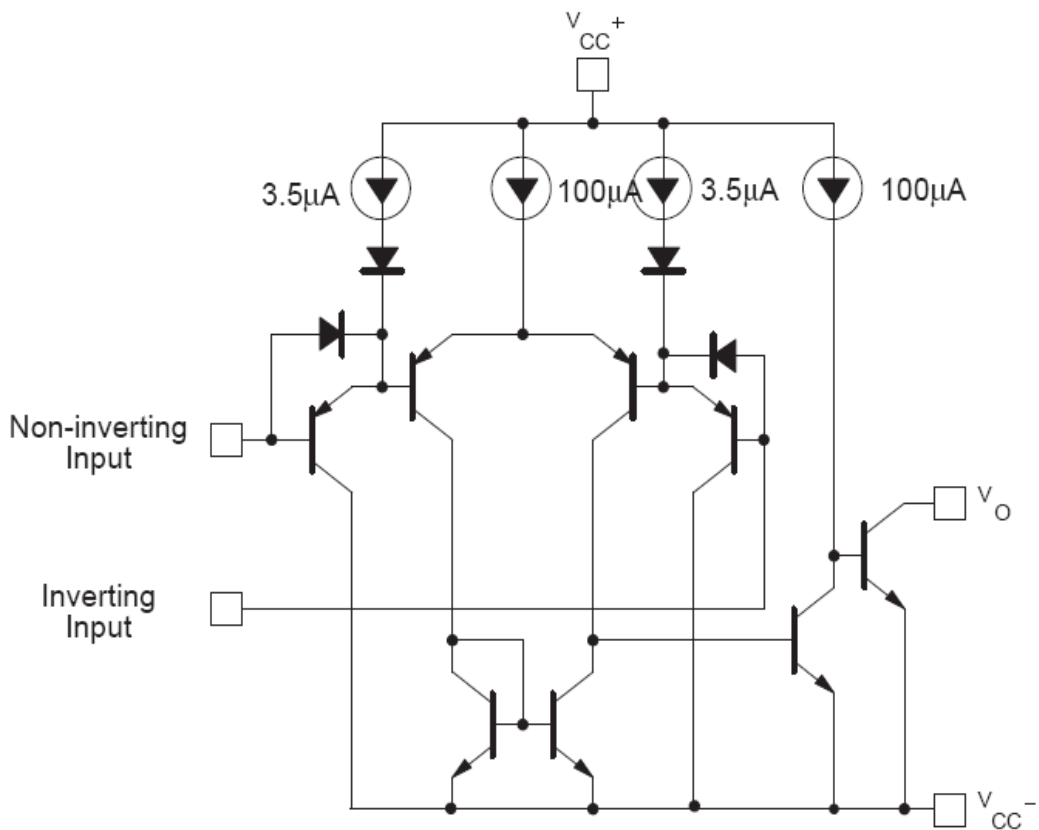
Obr 2.7. Závislosť kolektorového prúdu od vzdialenosti snímaného povrchu

Komparátory

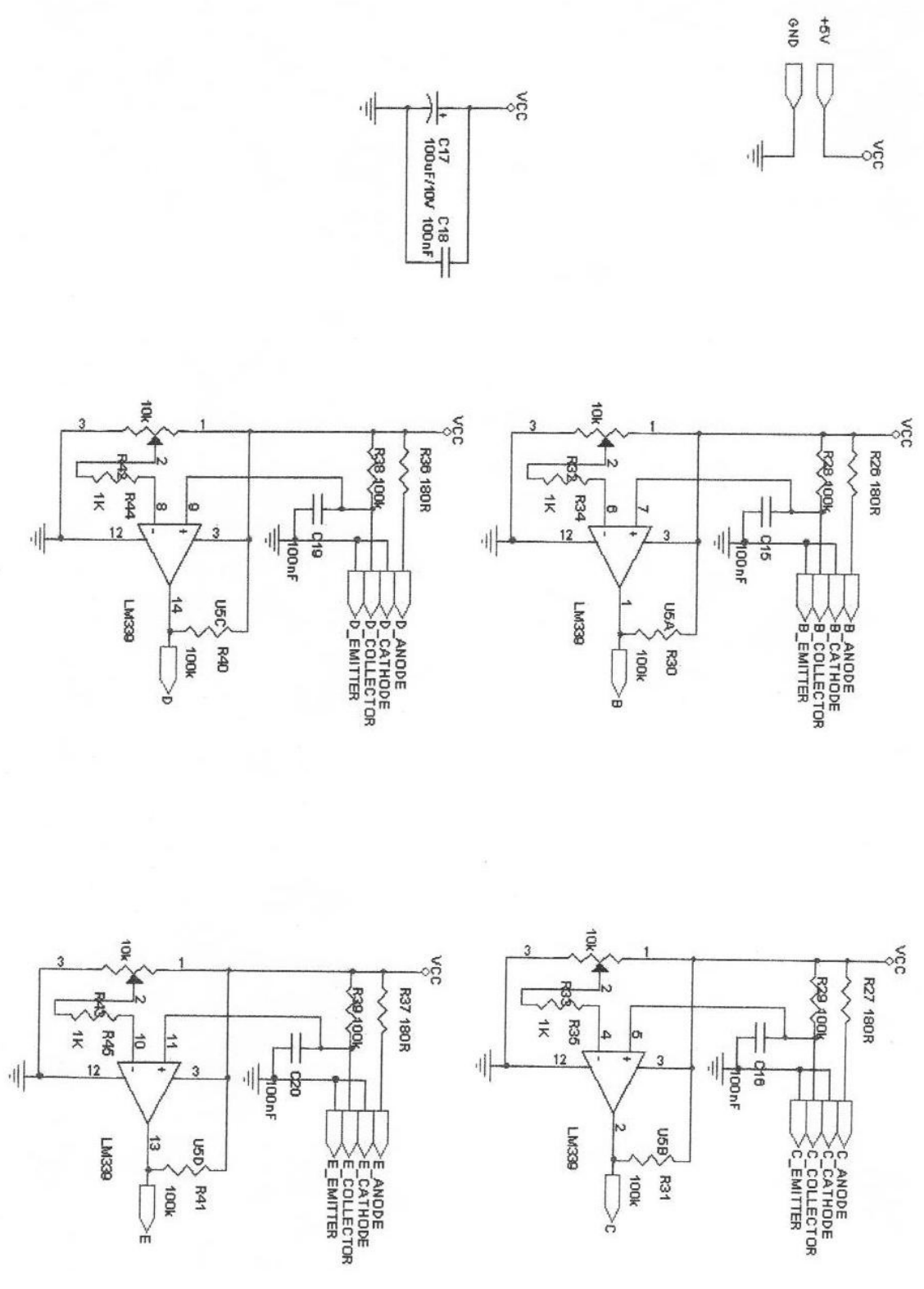


Obr 2.8. Bloková schéma komparátora

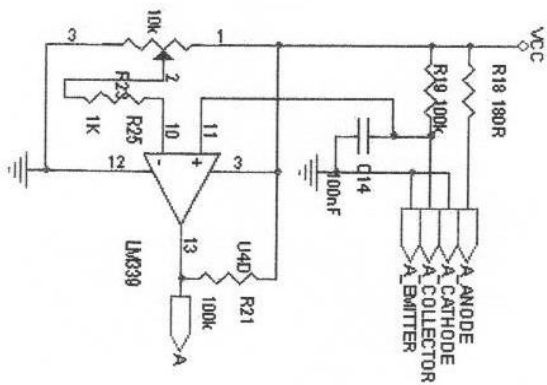
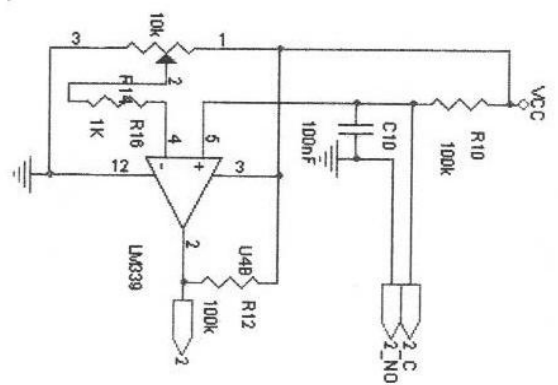
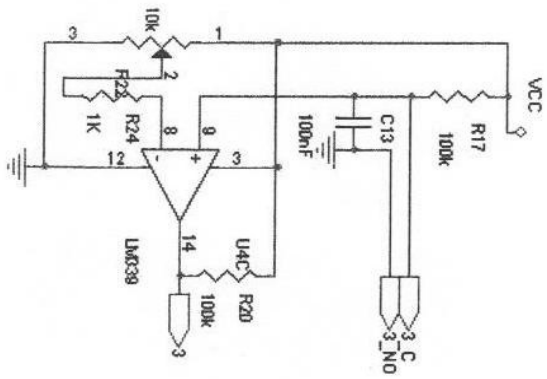
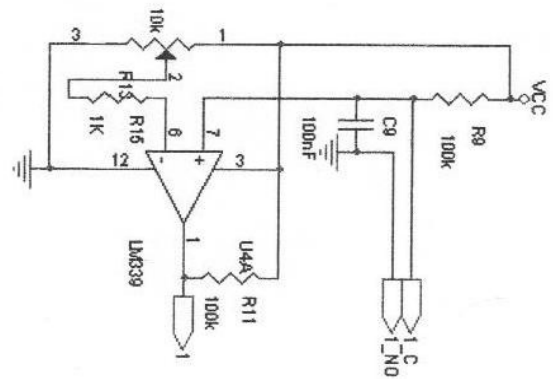
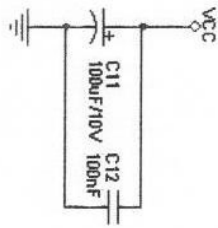
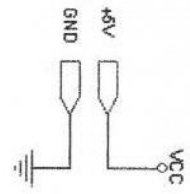
Obr 2.9. Základný typ zapojenia komparátora



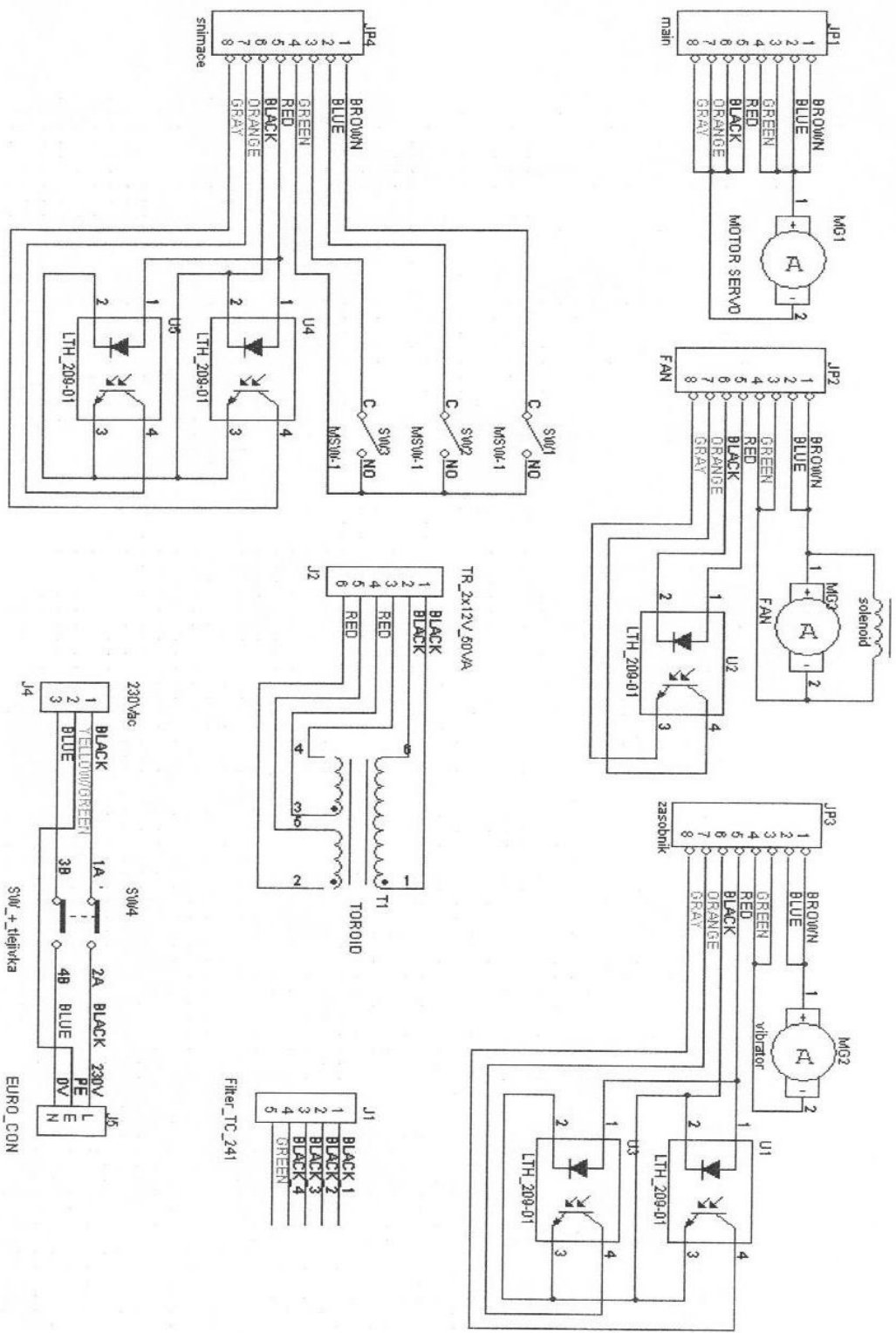
Obr 2.10. Vnútročné zapojenie komparátora



[5] schéma zapojenia komparátorov



[5] schéma zapojenia komparátorov



[5] schéma zapojenia konektorov