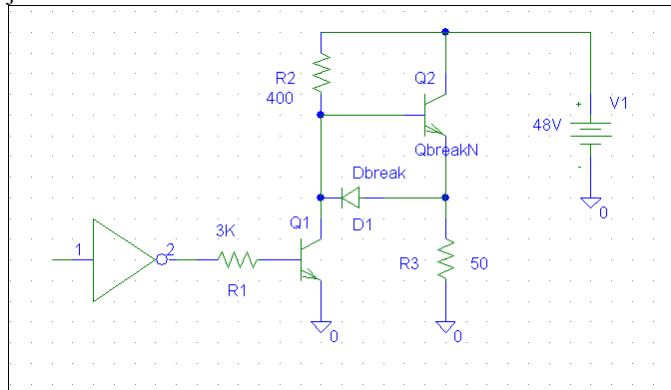


Povezivanje diskretnih logičkih kola sa analognom elektronikom. Osnovi prekidačke logike u industriji i primene.

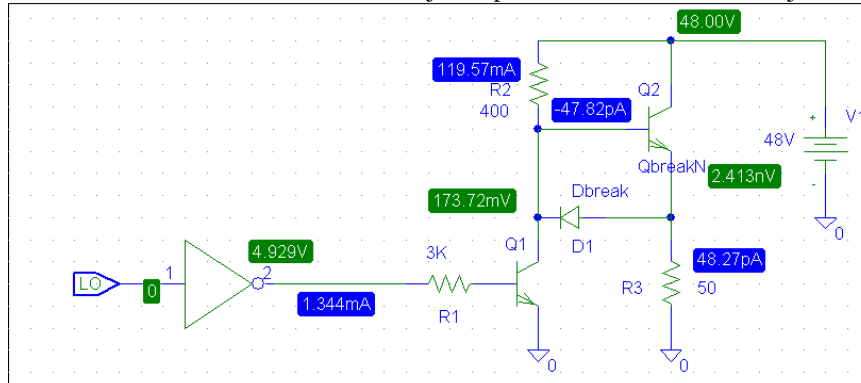
Translacija naponskih nivoa i prilagođenje na različite izvore napona

Translator nivoa na 48V

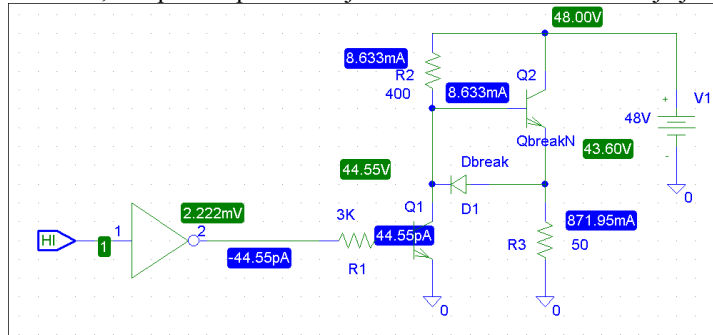
Za mnoge industrijske potrošače potrebne su struje koje znatno nadmašuju mogućnosti izvora za napajanje kojima se napajaju logička. Takvi potrošači se raznim vrstama logički kontrolisanih prekidača povezuju sa izvorima velike snage i uglavnom znatno višeg napona od 5V. Ukoliko je potrebno da se potrošač, koji je jednim krajem vezan na masu, logičkim signalima uključuje/isključuje na industrijski izvor od 48VDC, mora se koristiti tzv translator nivoa sto je prikazano na sledećoj slici:



Kada je na izlazu logičkog kola V_{DD} kolo je podešeni tako da je Q1 u zasićenju pa je Q2 zakočen jer je na njegovoj bazi 0.2V. Kroz potrošač tada nema struje, a kroz R_2 teče struja $(48V-0.2V)/R_2$. Za primer sa slike to je $\approx 120mA$. Struja baze treba da bude takva da je Q1 u zasićenju, tj veća od 1.2mA. $(V_{DD}-V_{BE})/R_B > 1.2mA \rightarrow R_B < 3.67k\Omega$. Za $R_B=3k\Omega$ struje i naponi kola su dati na sledećoj slici:

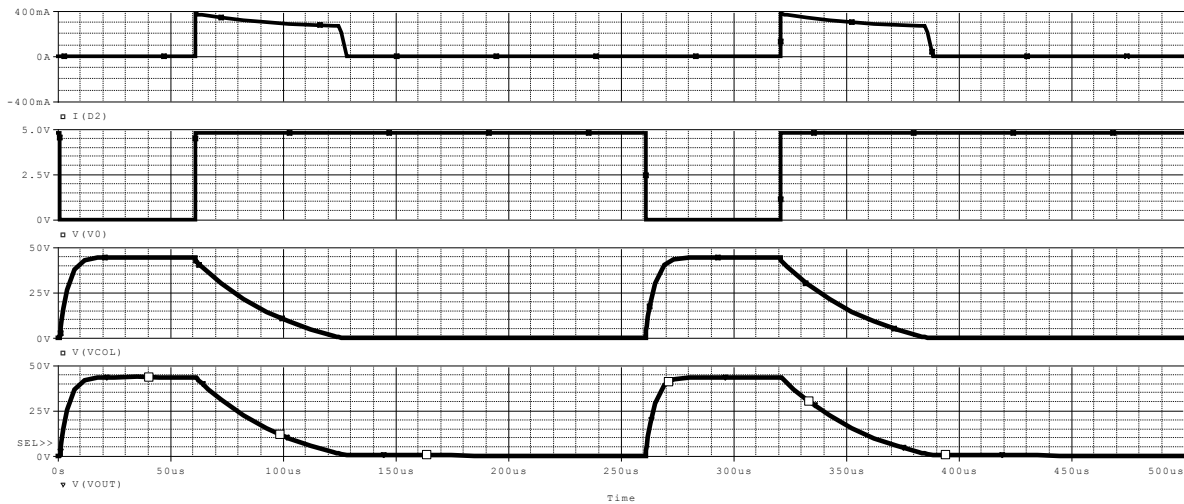
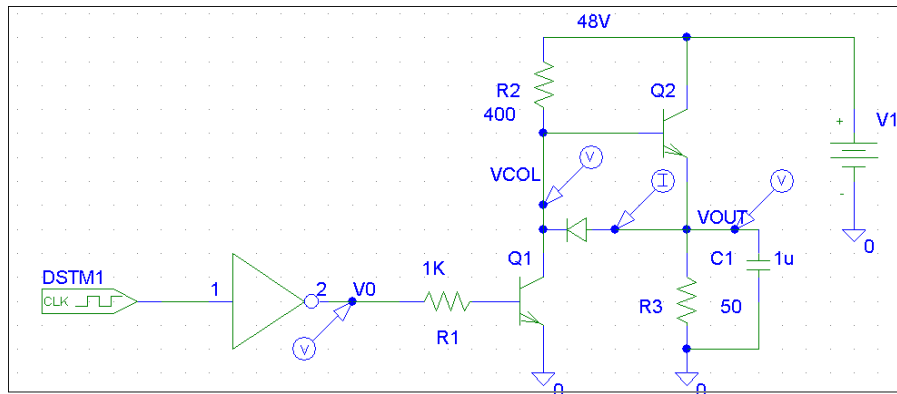


Kada je na izlazu logičkog kola 0V, Q1 je zakočen a Q2 je u direktnom aktivnom režimu. Pošto dioda radi samo u prelaznim režimima kada se menja logičko stanje na izlazu invertora, a inače je zakočena, potrošač se napaja samo iz V1 preko Q2 i R₂. Otpornost koju vidi potrošač je R₂/β (pogledati BiCMOS!) tako da je struja potrošača jednaka $(V_1 - V_{BE}) / (R_3 + R_2 / \beta) \approx 47 / 54 = 0.87A$, a napon na potrošaču je $50 \cdot 0.87A = 43.5V$. Simulacija je data na sledećoj slici

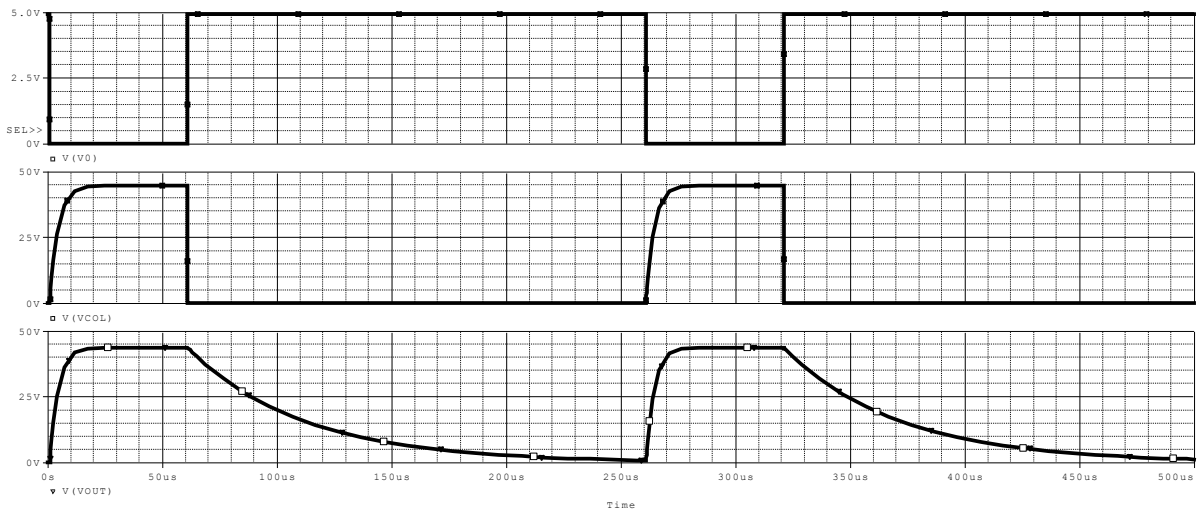
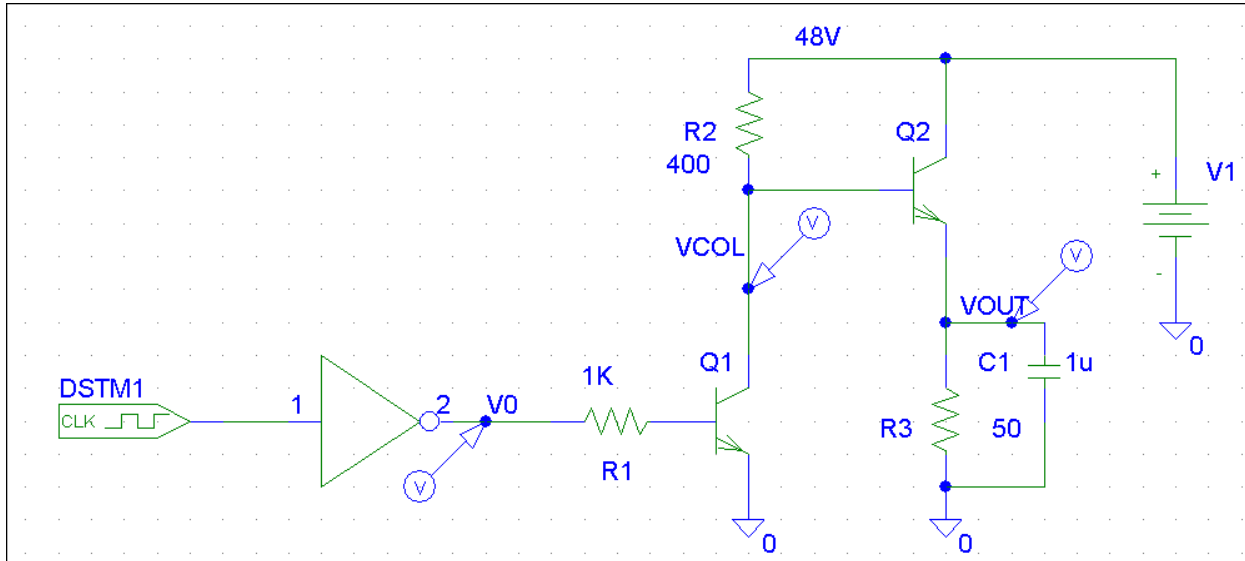


Kao što je rečeno dioda služi u prelaznim režimima. Ako se potrošač sastoji iz paralelne veze R₃ i C, i ako je bio uključen Q2, C će biti napunjeno na 43.5V. Ako se zatim uključi Q1, Q2 će da se zakoči. Kada ne bi bilo diode, C bi se praznilo samo kroz R₃ što bi moglo da bude nedopustivo sporo i mogao bi da se ošteti Q2 jer bi baza bila nekom niskom naponu a emitor bi se polako spuštao sa 43.5V na 0V. Simulacija je na sledećim slikama.

Sa diodom (smanjen bazni otpornik):



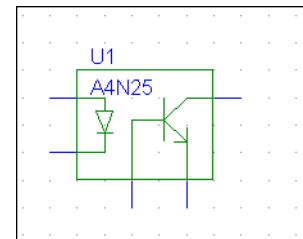
Bez diode:



Preporučuje se studentima da izvrše matematičku analizu dijagrama u oba slučaja!

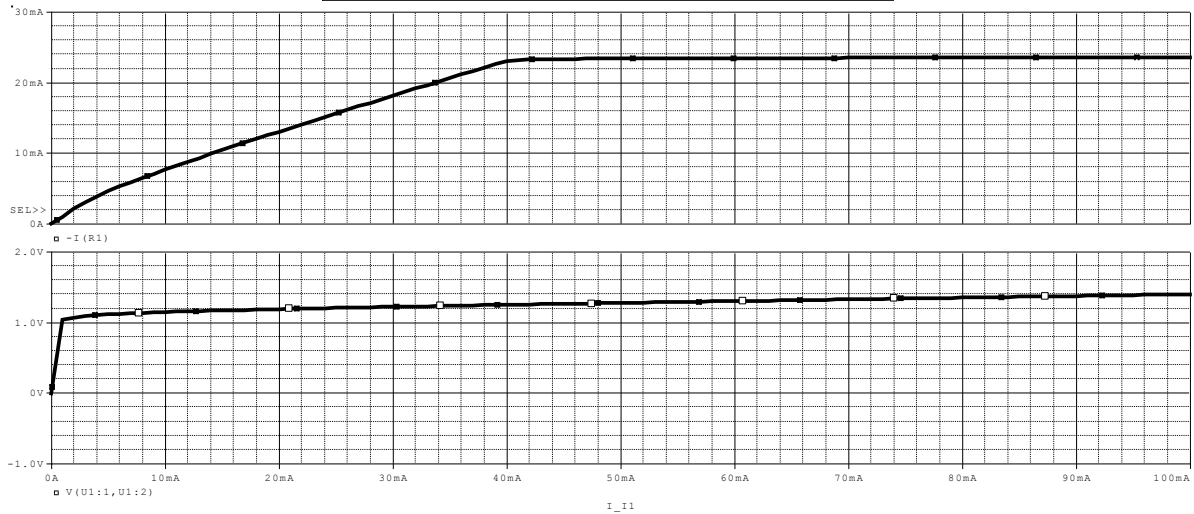
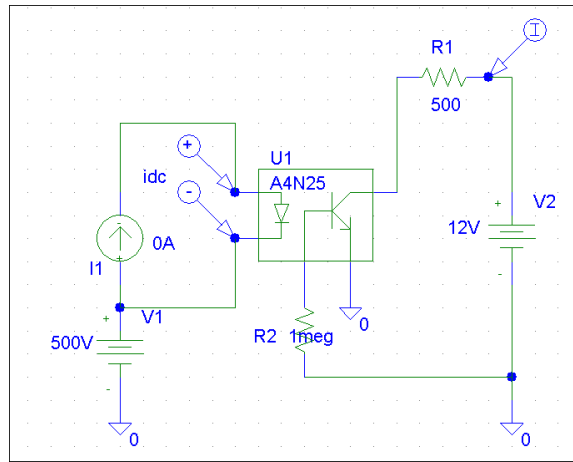
Optokapler

Prethodno rešenje je zadovoljavajuće za relativno male struje potrošača i relativno niske industrijske napone, U prethodnom primeru je to bilo 48V i oko 1A. Za veće napone i veće struje, ili kad se mase digitalne logike i industrijske elektronike znatno razlikuju, mora je koristiti galvansko razdvajanje (ukidanje veze preko struja i napona). U tu svrhu se koristi **optokapler**, a jedna varijanta je prikazana na sledećoj slici

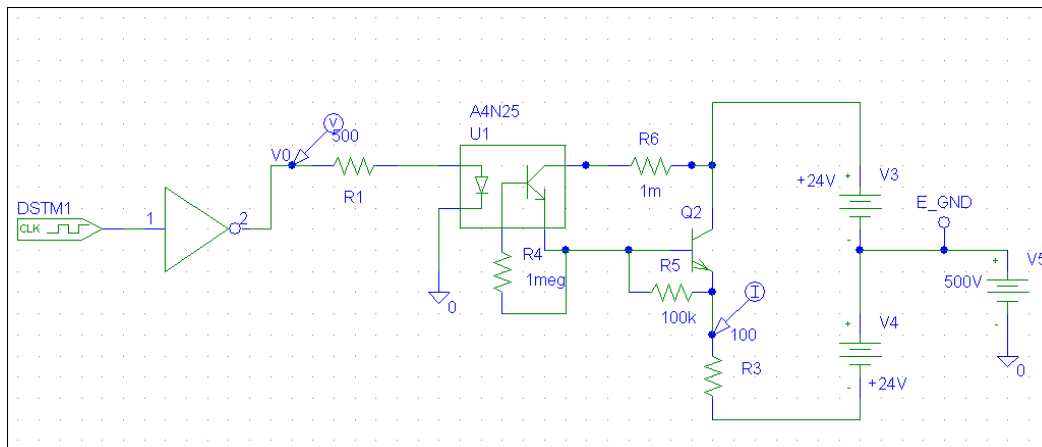


Na ulazu optokaplera se nalazi fotodioda, sa padom napona kad provodi većim od 0.6V što treba videti u kataloškim podacima. Ovde će to biti utvrđeno eksperimentalno. Da bi dioda značajnije zasvetlela potrebna je neka minimalna struja, što je isto kataloški podatak. Kada dioda dovoljno zasvetli, ona uključi opto-tranzistor. Optotranzistor može da ima bazni priključak kao na slici tako da tranzistor može da se uključi i strujom baze isto kao običan. Mnogi optokapleri nemaju bazni priključak. U slučaju da se bazni priključak ne koristi, struja kolektora tranzistora je jednaka $I_C = CTR \cdot I_D$ pod uslovom da tranzistor nije u zasićenju. CTR je

faktor strujnog pojačanja (current transfer ratio) i zamenjuje β . Cilj je da se tranzistor kad se uključi drži u zasićenju da bi imitirao zatvoren prekidač! Pošto se signal sa diode do tranzistora prenosi svetlošću, potencijali na krajevima diode mogu biti stotinama i hiljadama volti različiti od potencijala tranzistora, a da se ipak ostvaruje digitalna kontrola prekidača. Maksimalna razlika potencijala zavisi od probojnog napona materijala, što je kataloški podatak. Na sledećoj slici je prikazan eksperiment koji ispituje optokapler. Baza je povezana na masu preko velikog otpornika tako da ne utiče na rad. Dioda je stavljena na 500V u odnosu na tranzistor da bi se ilustrovalo galvansko razdvajanje. Napon na diodi kada proradi, donji grafik, je oko 1.3V. Ako se pogleda linearni deo gornjeg grafika, kada tranzistor radi u direktnom aktivnom režimu, za 30mA struje diode, struja kolektora je 18mA što daje $CTR=0.6$ ili drugačije rečeno $CTR=60\%$. Na oko 40mA struje diode tranzistor ulazi u zasićenje



Na sledećoj slici je prikazana šema elektronike gde je potrošač na 500V i gde translator nivoa iz prethodnog poglavlja ne bi mogao da prekida struju potrošača.



Logički signal kojim se kontroliše optokapler i struja potrošača su na sledećoj slici

