USB tip C razvojno okruženje

MICROCHIP UTC2000 DFP/UFP

USB TIP C KONEKTOR SE VEĆ UVELIKO KORISTI U RAZVOJNIM SISTEMIMA KAO ŠTO JE MICROCHIP UTC2000 USB TIP C KONTROLER, TE NIJE ZA ODMET UPOZNATI SE SA OSNOVNIM MOGUĆNOSTIMA I PRIBLIŽITI BOLJI UVID U ISTO KAKO DIZAJNERIMA RAZVOJNIH SISTEMA BAZIRANIH NA USB REŠENJIMA, TAKO I SVIM ČITAOCIMA KOJI ŽELE DA IMAJU BOLJU SLIKU O NOVOM USB TIP C KONEKTORU. SHODNO TOME U OVOM BROJU MAGAZINA UPOZNAĆEMO SE SA MICROCHIP-OVIM JEFTINIM REŠENJEM BAZIRANIM NA USB TIP C UTC2000 INTEGRISANOM KOLU.

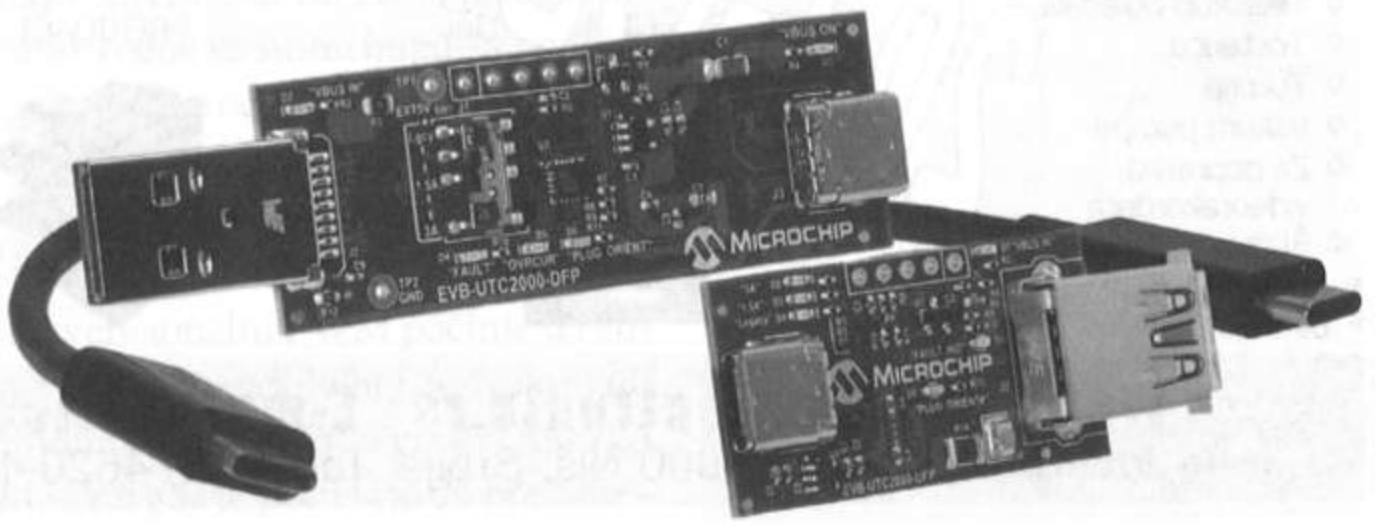
AUTOR: VLADIMIR SAVIĆ; EMAIL: V.SAVIC@ZILSEL-INVENT.COM; WEB: WWW.ZILSEL-INVENT.COM

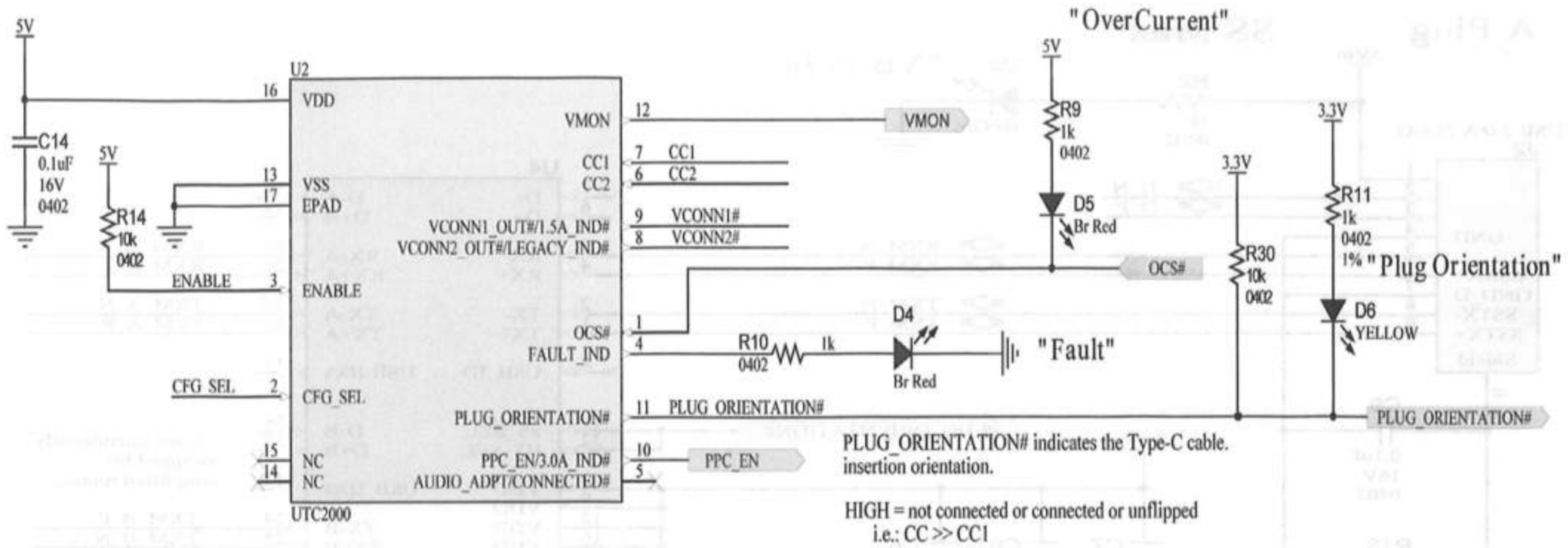
Microchip UTC2000 razvojno okruženje

Microchip UTC2000 je razvojno okruženje namenjeno prikazivanju mogućnosti obrtnog (sa dva lica) USB tip C konektora pri čemu centralni deo sistema čini upravo Microchip UTC2000 IC kontroler. Kompletno razvojno okruženje se sastoji iz dva odvojena modula: DFP modula (Downstream Facing Port), UFP modula (Upstream Facing Port) i USB tip C kabla. DFP i UFP moduli su zapravo adapteri USB tip A konektora na USB tip C konektora. DFP modul se može smatrati host modulom i on se povezuje na PC računar preko USB tip A konektora. Na isti modul je moguće povezati bilo koji USB tip C uređaj ili povezati Microchip UTC2000 UFP modul kao dodatni adapter za USB tipa A uređaje. Sa ovakom konfiguracijom razvojnog okruženja Microchip je napravi sjajno razvojno okruženje prevashodno namenjeno za upotrebu u laboratorijskim uslovima tj. za eksperimentisanje i razvoj.

Microchip UTC2000 je jeftino rešenje koje omogućava laku migraciju USB2.0 i USB3.0 uređaja na novi USB tip C konektor. Microchip UTC2000 je dizajniran kako za DFP tako i za UFP aplikacije i podržava sve potrebne opcije kako bi se implementirao USB tip C konektor. Microchip UTC2000 integrisano kolo zapakovano u QFN 16-pinsko pakovanje, integriše ADC tj. analogno digitalni pretvarač koji služi za nadgledanje CC1 i CC2 signala USB tip C konektora i samim tim omogućava postavljanje Microchip UTC2000 IC kontrolera u jedno od mogućih stanja pri čemu podešava i signale: PPC_EN, PLUG_ORIENTATION# i ostale na određene vrednosti o čemu će više reči biti kasnije u ovom tekstu.

Da bi se implementirao jedan UTC2000 DFP kontroler potrebno je: UTC tip A konektor, kontroler USB napajanja, UTC2000 kontroler, ruter USB signala, UTC tip C konektor i dodatni naponski regulator od 3.3 VDC za napajanje pojedinih integrisanih kola. Centralno mesto rešenja zauzima upravo Microchip UTC2000 kontroler pri čemu DFP modul raz-





vojnog sistema upravo sadrži sve naznačene delove. Ista stvar je i kod UFP modula uz manje razlike jer isti ne sadrži kontroler USB napajanja jer se napaja preko DFP modula. Da bi se napravio jedan UFP modul potreban je konektor USB tipa C, UTC2000 kontroler, ruter USB signala i konektor USB tipa A, uz dodatne naponske regulatore od 3.3 VDC za napajanje pojedinih integrisanih kola. Pogledati priložene DFP modul električne šeme za više detalja. UFP električne šeme potražite kroz linkove koji su dostupni na kraju ovog članka.

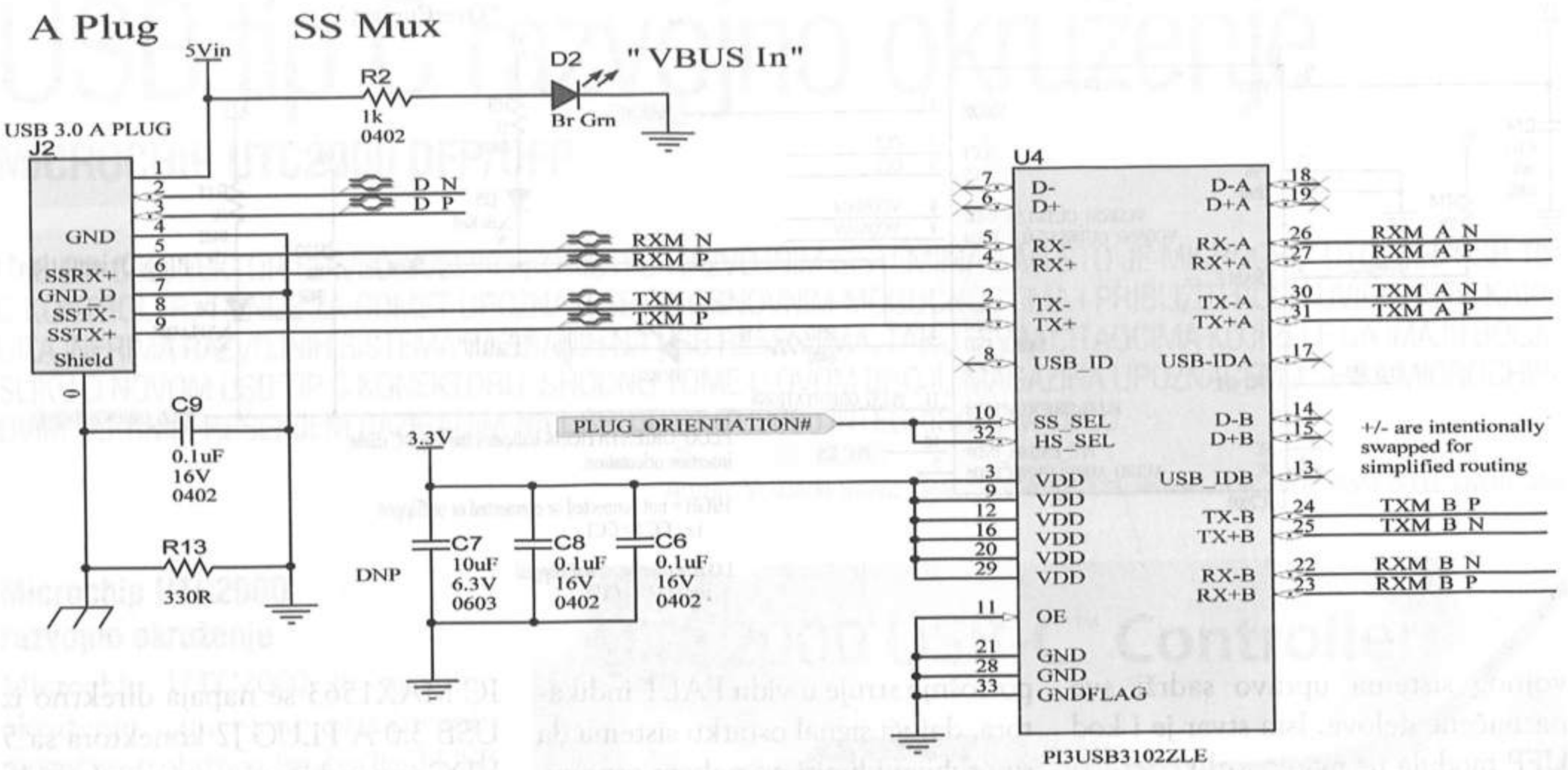
Maxim Integrated MAX1563 USB tip C napajanje

Maxim Integrated MAX1563 ima strujno ograničenje do 4 ampera, ali svako integrisano kolo koje služi za kontrolisanje snage na izlazu ima ograničenje, to je iz prostog razloga što integrisano kolo zapakovano u određeno kućište ima svoja termalna ograničenja i koliku disipaciju toplote određeno kućište može da izdrži. To jesu ograničenja, ali bez integrisanih rešenja celokupno dizajnersko rešenje bi koštalo više u finalnoj izradi (što nije dobro), zato integrisana rešenja jesu bolja, ali u tom slučaju imamo ograničenja, u ovom konkretnom slučaju ograničenje izlazne struje. Zato integrisana rešenja kao što je MAX1563 imaju zaštite u vidu termalnog pregrevanja i prekoračenja potrošnje struje u vidu FALT indikatora, dajući signal ostatku sistema da su probijeni limiti po nekom osnovu. Koliki je limit izlazne struje MAX1563 je moguće programirati eksternim otpornikom RISET po određenoj jednačini: ILIM= 17120 / RISET. Ukoliko je limit probijen, integrisano kolo emituje FALT signal.

Sistem napajanja konektora USB tipa C, VCON C je odrađen inteligentno pomoću Maxim Integrated MAX1563 programabilnog integrisanog rešenja dizajniranog za USB potrošače. IC MAX1563 se pobuđuje na pojavu signala PPC_EN kao indikator da je USB tip C konektora priključen, u tom slučaju IC MAX1563 prelazi u radno stanje. Sam postupak podešavanja PPC_EN signala spada u rutinu nadzora CC1 i CC2 signala integrisanim rešenjem Microchip UTC2000 IC kontrolera kada radi u DFP modu, pri čemu se stanje PPC_EN signala, kao i stanja ostalih signala (PLUG_ORIENTATION#, VCONN1_OUT#, VCONN2_OUT#, AUDIO ADAPTER), podešava u zavisnosti od stanja CC1 i CC2 signala koji služe za detekciju prisutnosti USB tipa C kabla (neobrnut pasivni kabel, obrnut pasivni kabel) kao i USB tipa C uređaja ili Microchip USB modula koji radi u UFP modu (neobrnut aktivni kabel, obrnut aktivni kabel).

IC MAX1563 se napaja direktno iz USB 3.0 A PLUG J2 konektora sa 5 VDC naponskim nivoom uz vrlo malu potrošnju električne struje, svega 40 mikro-ampera u radnom režimu i 3 mikro-ampera u neradnom režimu. R6 otpornik služi za programiranje izlazne snage, gledajući jednačinu ILIM = 17120 / RISET, struja ograničenja je ILIM = 17120 / 5100 Oma = 3.35 ampera, što pokriva sva tri napajanja razvojne pločice EVB-UTC2000-DFP/UFP. FALT signal je vezan za ulazni signal OCS# integrisanog rešenja Microchip UTC2000 IC kontrolera (kontroler USB tipa C) i služi kao indikator da je došlo do probijanja termalnog limita, kratkog spoja ili ILIM struje ograničenja, što će navesti Microchip UTC2000 IC kontroler da odradi određenu rutinu, postaviti sve signale na početno stanje, uključujući i postavljanje izlaza FALT_IND na visoki nivo što će zasvetleti crvenu LE diodu kao FALUT indikator, naznaka da je sistem u lošem stanju.

Pored OCS# signala Microchip UTC2000 IC kontroler nadgleda sistem i pomoću VMON signala (ADC - analogno digitalni pretvarač) uzetog sa naponskog razdelnika R1 i R5 sa VBUS C naponske linije. Ukoliko ADC ustanovi da je naponski nivo prešao 0.8 VDC na VMON signalu (>6.4 VDC na VBUS C naponskoj liniji), FALT signal se



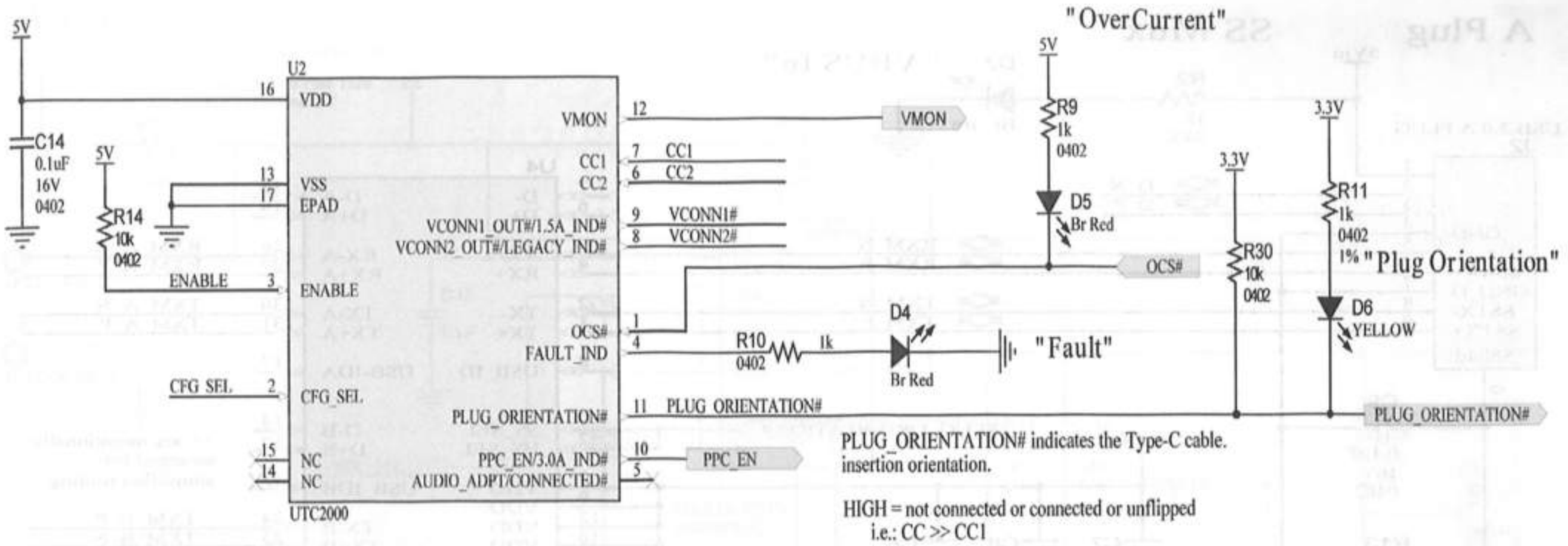
generiše i integrisano rešenje Microchip UTC2000 IC kontroler prelazi u isti režim rada kao i pri generisanom signalu OCS#.

Podešavanje napajanja EVB-UTC2000-DFP/UFP razvojne pločice

Maxim Integrated MAX1563 je limitiran na 3.35 ampera i samim tim obuhvata sva tri tipa napajanja pločica: uobičajeno napajanje 500mA (USB2.0)/900mA (USB3.1 Gen1), 1.5 ampera napajanje i 3 ampera napajanje uz pomoć dodatnog eksternog napajanja. Podešavanje napajanja se obavlja pomoću mikro-prekidača SW1 tako što se isti postavi u jedan od položaja. Ukoliko je prekidač SW1 postavljen na uobičajeno podešavanje, napajanje se uspostavlja preko USB tip A konektora sa PC računara. Za 1.5 i 3.0 ampera napajanje potrebno je dodatno eksterno napajanje, ali i izvršiti određene korekcije na samoj DFP pločici jer je ista podešena za USB tip A napajanje. UFP modul se napaja preko DFP modula tj. USB tip C konektora i VBUS naponske linije, pri čemu imate LED indikatore koji vam govore da li je reč o uobičajenom napajanju od 500mA/900mA ili 1.5 ampera ili 3.0 ampera. U zvaničnoj Microchip dokumentaciji za datu razvojnu pločicu postoji čitav niz koraka koje je potrebno uraditi na DFP modulu kako bi se napajanje podesilo na uobičajeno, 1.5 ili 3.0 ampera napajanje.

Recimo za podešavanje napajanja od 3.0 ampera potrebno je uraditi sledeće korake: ukloniti R15 i R17 56K Rp pull-up otpornike, postaviti R24 i R27 10K otpornike 0402 SMT pakovanje, podesiti mikro-prekidač SW1 na 3.0 ampera poziciju, ukloniti R3 otpornik od 0 Oma kako bi izolovali USB napajanje PC računara od eksternog napajanja u vidu zaštite i konektovati eksterno napajanje na DFP pločicu preko konektora TP1 i TP2. Kao što vidimo to je čitav niz koraka koje je potrebno uraditi. U ovom slučaju Microchip se odlučio na uklanjanje i postavljanje otpornika jer je sama pločica podešena za USB tip A napajanje, što znači da je iste otpornike

C Connector



vojnog sistema upravo sadrži sve naznačene delove. Ista stvar je i kod UFP modula uz manje razlike jer isti ne sadrži kontroler USB napajanja jer se napaja preko DFP modula. Da bi se napravio jedan UFP modul potreban je konektor USB tipa C, UTC2000 kontroler, ruter USB signala i konektor USB tipa A, uz dodatne naponske regulatore od 3.3 VDC za napajanje pojedinih integrisanih kola. Pogledati priložene DFP modul električne šeme za više detalja. UFP električne šeme potražite kroz linkove koji su dostupni na kraju ovog članka.

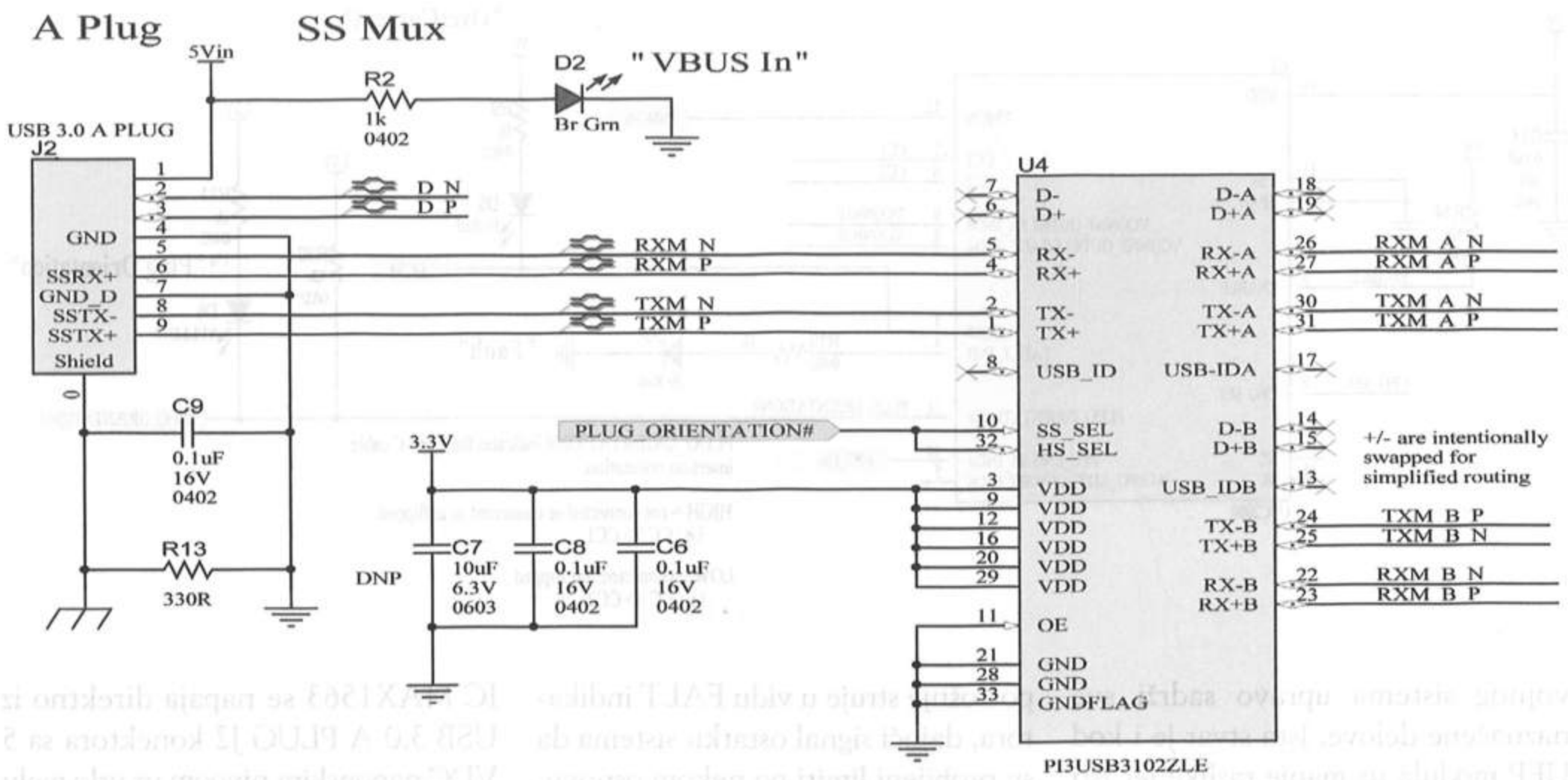
Maxim Integrated MAX1563 USB tip C napajanje

Maxim Integrated MAX1563 ima strujno ograničenje do 4 ampera, ali svako integrisano kolo koje služi za kontrolisanje snage na izlazu ima ograničenje, to je iz prostog razloga što integrisano kolo zapakovano u određeno kućište ima svoja termalna ograničenja i koliku disipaciju toplote određeno kućište može da izdrži. To jesu ograničenja, ali bez integrisanih rešenja celokupno dizajnersko rešenje bi koštalo više u finalnoj izradi (što nije dobro), zato integrisana rešenja jesu bolja, ali u tom slučaju imamo ograničenja, u ovom konkretnom slučaju ograničenje izlazne struje. Zato integrisana rešenja kao što je MAX1563 imaju zaštite u vidu termalnog pregrevanja i prekoračenja potrošnje struje u vidu FALT indikatora, dajući signal ostatku sistema da su probijeni limiti po nekom osnovu. Koliki je limit izlazne struje MAX1563 je moguće programirati eksternim otpornikom RISET po određenoj jednačini: ILIM= 17120 / RISET. Ukoliko je limit probijen, integrisano kolo emituje FALT signal.

Sistem napajanja konektora USB tipa C, VCON C je odrađen inteligentno pomoću Maxim Integrated MAX1563 programabilnog integrisanog rešenja dizajniranog za USB potrošače. IC MAX1563 se pobuđuje na pojavu signala PPC_EN kao indikator da je USB tip C konektora priključen, u tom slučaju IC MAX1563 prelazi u radno stanje. Sam postupak podešavanja PPC_EN signala spada u rutinu nadzora CC1 i CC2 signala integrisanim rešenjem Microchip UTC2000 IC kontrolera kada radi u DFP modu, pri čemu se stanje PPC_EN signala, kao i stanja ostalih signala (PLUG_ORIENTATION#, VCONN1_OUT#, VCONN2_OUT#, AUDIO ADAPTER), podešava u zavisnosti od stanja CC1 i CC2 signala koji služe za detekciju prisutnosti USB tipa C kabla (neobrnut pasivni kabel, obrnut pasivni kabel) kao i USB tipa C uređaja ili Microchip USB modula koji radi u UFP modu (neobrnut aktivni kabel, obrnut aktivni kabel).

IC MAX1563 se napaja direktno iz USB 3.0 A PLUG J2 konektora sa 5 VDC naponskim nivoom uz vrlo malu potrošnju električne struje, svega 40 mikro-ampera u radnom režimu i 3 mikro-ampera u neradnom režimu. R6 otpornik služi za programiranje izlazne snage, gledajući jednačinu ILIM = 17120 / RISET, struja ograničenja je ILIM = 17120 / 5100 Oma = 3.35 ampera, što pokriva sva tri napajanja razvojne pločice EVB-UTC2000-DFP/UFP. FALT signal je vezan za ulazni signal OCS# integrisanog rešenja Microchip UTC2000 IC kontrolera (kontroler USB tipa C) i služi kao indikator da je došlo do probijanja termalnog limita, kratkog spoja ili ILIM struje ograničenja, što će navesti Microchip UTC2000 IC kontroler da odradi određenu rutinu, postaviti sve signale na početno stanje, uključujući i postavljanje izlaza FALT_IND na visoki nivo što će zasvetleti crvenu LE diodu kao FALUT indikator, naznaka da je sistem u lošem stanju.

Pored OCS# signala Microchip UTC2000 IC kontroler nadgleda sistem i pomoću VMON signala (ADC - analogno digitalni pretvarač) uzetog sa naponskog razdelnika R1 i R5 sa VBUS C naponske linije. Ukoliko ADC ustanovi da je naponski nivo prešao 0.8 VDC na VMON signalu (>6.4 VDC na VBUS C naponskoj liniji), FALT signal se



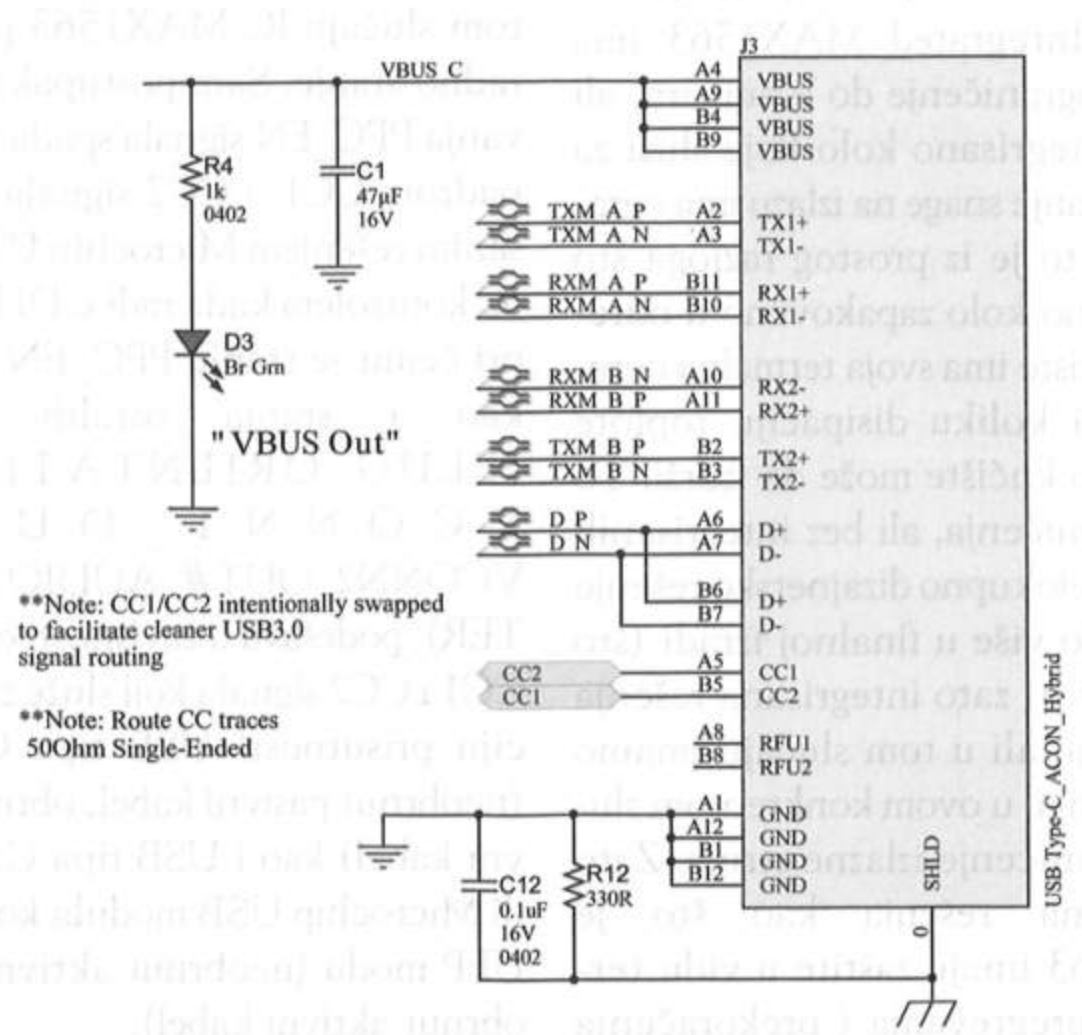
generiše i integrisano rešenje Microchip UTC2000 IC kontroler prelazi u isti režim rada kao i pri generisanom signalu OCS#.

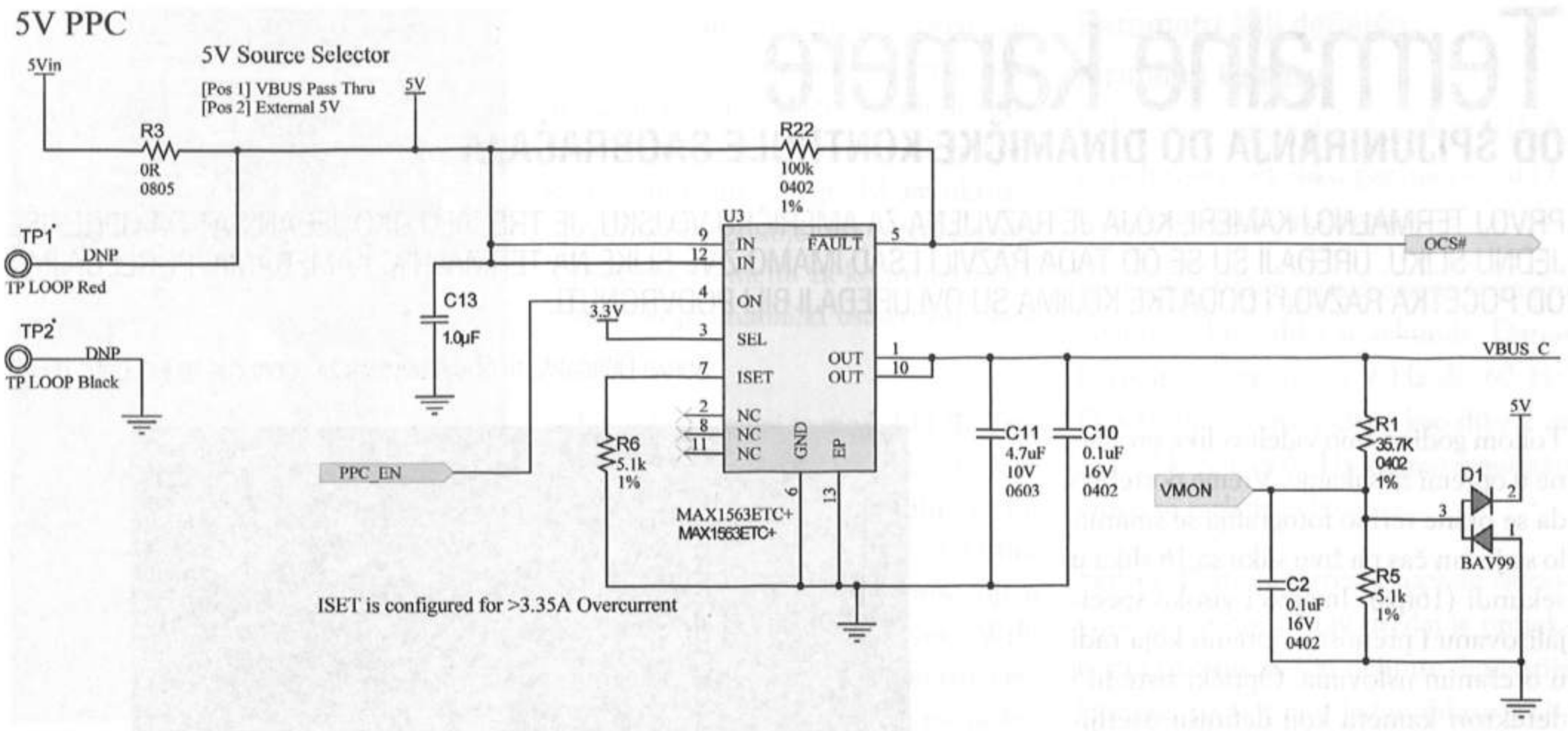
Podešavanje napajanja EVB-UTC2000-DFP/UFP razvojne pločice

Maxim Integrated MAX1563 je limitiran na 3.35 ampera i samim tim obuhvata sva tri tipa napajanja pločica: uobičajeno napajanje 500mA (USB2.0)/900mA (USB3.1 Gen1), 1.5 ampera napajanje i 3 ampera napajanje uz pomoć dodatnog eksternog napajanja. Podešavanje napajanja se obavlja pomoću mikro-prekidača SW1 tako što se isti postavi u jedan od položaja. Ukoliko je prekidač SW1 postavljen na uobičajeno podešavanje, napajanje se uspostavlja preko USB tip A konektora sa PC računara. Za 1.5 i 3.0 ampera napajanje potrebno je dodatno eksterno napajanje, ali i izvršiti određene korekcije na samoj DFP pločici jer je ista podešena za USB tip A napajanje. UFP modul se napaja preko DFP modula tj. USB tip C konektora i VBUS naponske linije, pri čemu imate LED indikatore koji vam govore da li je reč o uobičajenom napajanju od 500mA/900mA ili 1.5 ampera ili 3.0 ampera. U zvaničnoj Microchip dokumentaciji za datu razvojnu pločicu postoji čitav niz koraka koje je potrebno uraditi na DFP modulu kako bi se napajanje podesilo na uobičajeno, 1.5 ili 3.0 ampera napajanje.

Recimo za podešavanje napajanja od 3.0 ampera potrebno je uraditi sledeće korake: ukloniti R15 i R17 56K Rp pull-up otpornike, postaviti R24 i R27 10K otpornike 0402 SMT pakovanje, podesiti mikro-prekidač SW1 na 3.0 ampera poziciju, ukloniti R3 otpornik od 0 Oma kako bi izolovali USB napajanje PC računara od eksternog napajanja u vidu zaštite i konektovati eksterno napajanje na DFP pločicu preko konektora TP1 i TP2. Kao što vidimo to je čitav niz koraka koje je potrebno uraditi. U ovom slučaju Microchip se odlučio na uklanjanje i postavljanje otpornika jer je sama pločica podešena za USB tip A napajanje, što znači da je iste otpornike

C Connector





potrebno odlemiti i lemiti respektivno. U ovom slučaju za podešavanje otpornosti Microchip je mogao iskoristiti i primenu kratko-spojnika, te R3 otpornik zameniti istim, isto važi i za podešavanje otpornosti R15, R17, R18, R23, R24 i R27 jer je uvek lakše podesiti kratko-spojnike nego lemiti na razvojnoj pločici, no rešenje je onako kako jeste.

Slično podešavanje je vezano i za režim napajanja od 1.5 ampera pri čemu su u igru uključeni otpornici: R18 i R23 od 22K, 0402 SMT pakovanje uz podešavanje mikro-prekidača SW1 na 1.5 ampera poziciju.

Pericom PI3USB3102ZLE obrtanje signala i rutiranje

Da bi se obezbedilo obrtanje (okretanje) USB tip C kabla kao i samo rutiranje USB signala koje je pri tome potrebno izvršiti, koristi se Pericom integrisano rešenje PI3USB3102ZLE dizajnirano za USB tipove signala, konkretno USB 2.0 (D+/-) i USB 3.0 signale (Rx ± i Tx ±).

PI3USB3102ZLE je dvokanalni ruter koji dolazi u TQFN-32 bitnom pakovanju i napaja se preko familije MCP1755/1755S naponskih regulatora 3.3VDC koji omogućavaju do 300 mili ampera na izlazu uz potrošnju do 68 mikro-ampera. Spuštanje napona uz pomoć MCP1755/1755S na 3.3 VDC ostvaruje se sa 5VDC ulaznim naponom.

Integrisano kolo PI3USB3102ZLE je aktivno kada je OE invertovano podešeno na nizak nivo, iz tog razloga je isto povezano na GND. Prvi kanal PI3USB3102ZLE integrisanog kola je označen sa A dok je drugi kanal označen sa B. Rutiranje signala se odvija pomoću kontrolnih signala SS_SEL i HS_SEL koji se podešavaju pomoću PLUG_ORIENTATION# signala. Stanje signala PLUG_ORIENTATION# se određuje na osnovu monitoringa CC1 i CC2 signala kada se Microchip UTC2000 IC kontroler nalazi u stanju čekanja tj. takozvanom Enabled Idle stanju. U trenutku kada se postavi PLUG_ORIENTATION# signal na određenu vrednost, menja se i kanal na ruteru PI3USB3102ZLE integrisanog kola i to se odvija po sledećem pravilu, s obzirom da su SS_SEL i HS_SEL povezani na isti PLUG_ORIENTATION# signal sledi: kada je SS_SEL = HS_SEL = nizak signal, tada je aktivan kanal A, u suprotnom kada je SS_SEL = HS_SEL = visok signal, tada je aktivan kanal B.

U slučaju ove pločice rutiraju se samo Rx +/- i Tx +/- USB signali koji se preko USB tip A konektora povezuju na Rx +/- i Tx +/- pinove PI3USB3102ZLE IC kola respektivno. D +/- USB signali se povezuju direktno sa USB tip A konektora na USB tip C konektora čime isti kao i USB_ID pinovi ostaju neiskorišćeni na PI3USB3102ZLE integrisanom kolu. PI3USB3102ZLE integrisano rešenje se primenjuje kako na DFP tako i na UFP strani Microchip UTC2000 razvojnog okruženja, što je potpuno prirodno jer obrtanje USB tip C kabla treba obezbediti i na jednoj i na drugoj strani.

Linkovi:

Microchip UTC2000 razvojno okruženje
http://bit.ly/2bqCEQa

Microchip UTC2000 integrisano rešenje
http://bit.ly/2b8QNzC

Microchip UTC2000 integrisano rešenje
http://bit.ly/2bqCmZC