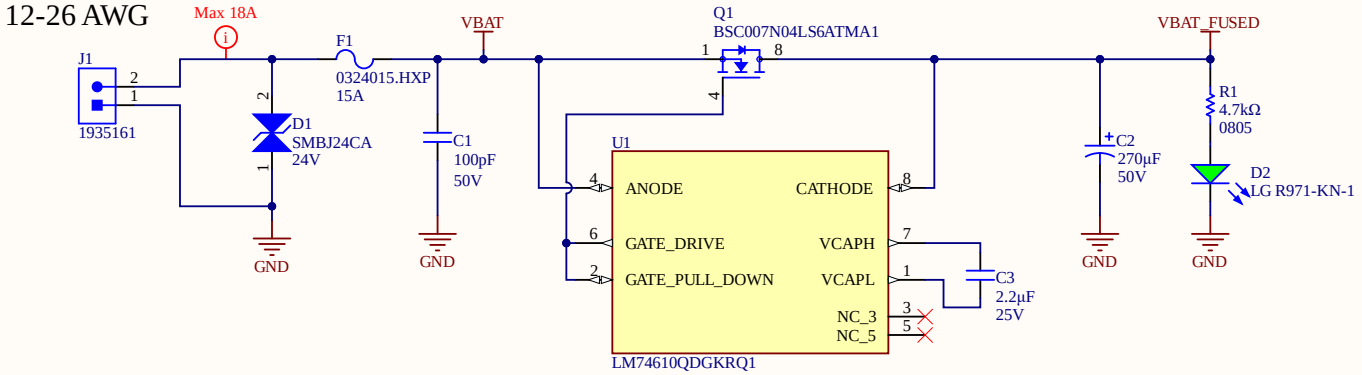
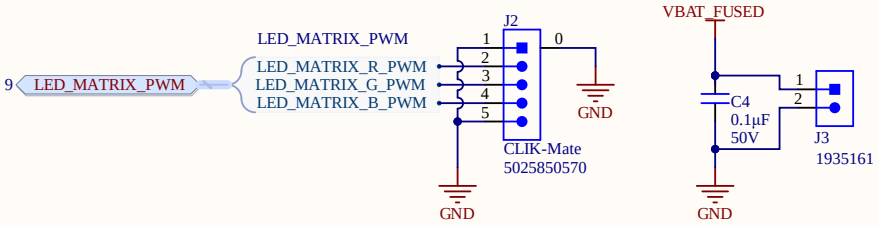
Battery Input (6s1p)

Ideal Diode Controller

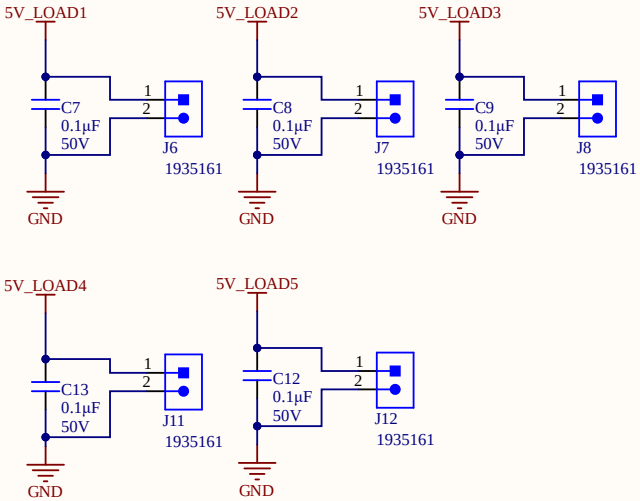


Title Power Distribution Board Rev2 - Power		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li	
Date: 2020-11-12	Sheet 1 of 11	
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH1 - POWER.SchDoc		

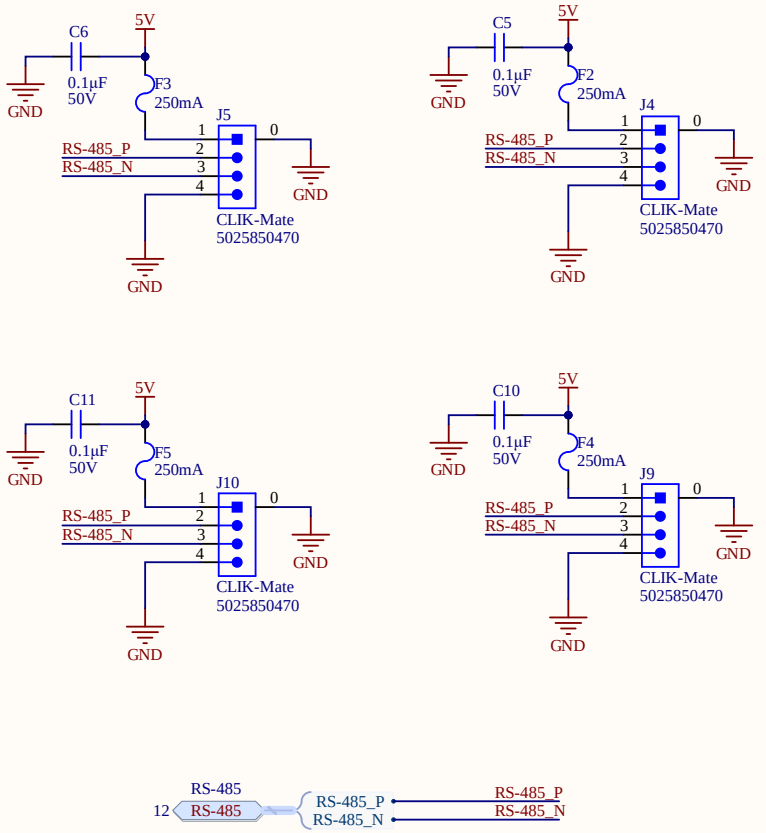
LED Matrix



5V Output



URM04 Ultrasonic Sensors



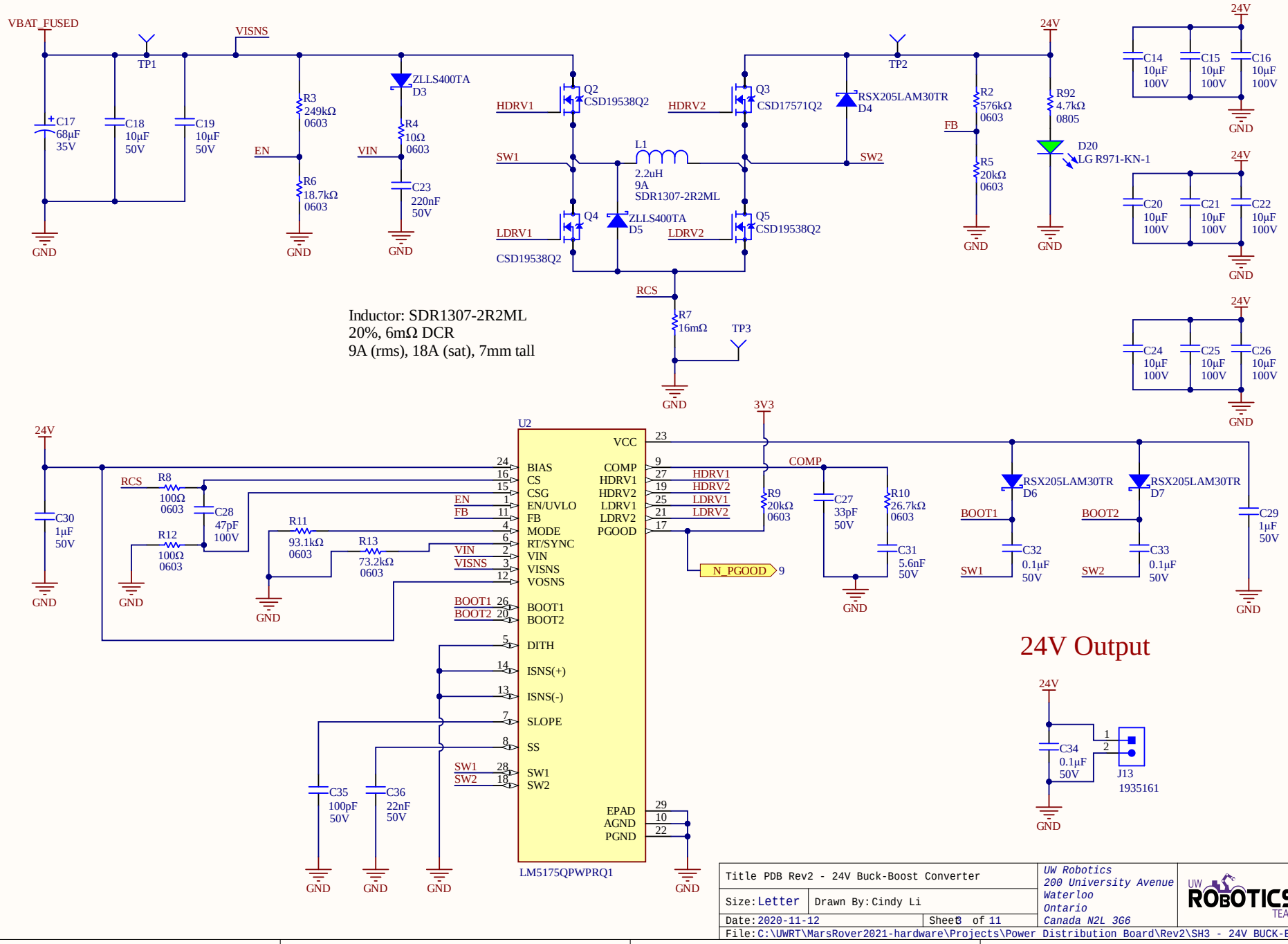
Title Power Distribution Board Rev2 - Connectors		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6	UW ROBOTICS TEAM
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 2 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH2 - CONNECTORS.SchDoc			

24V Buck-Boost Converter @ 3A Max

Input voltage range: 18-25.8V

LED forward drop = 2.0V

LED current = (24-2)/4700 = 4.7mA

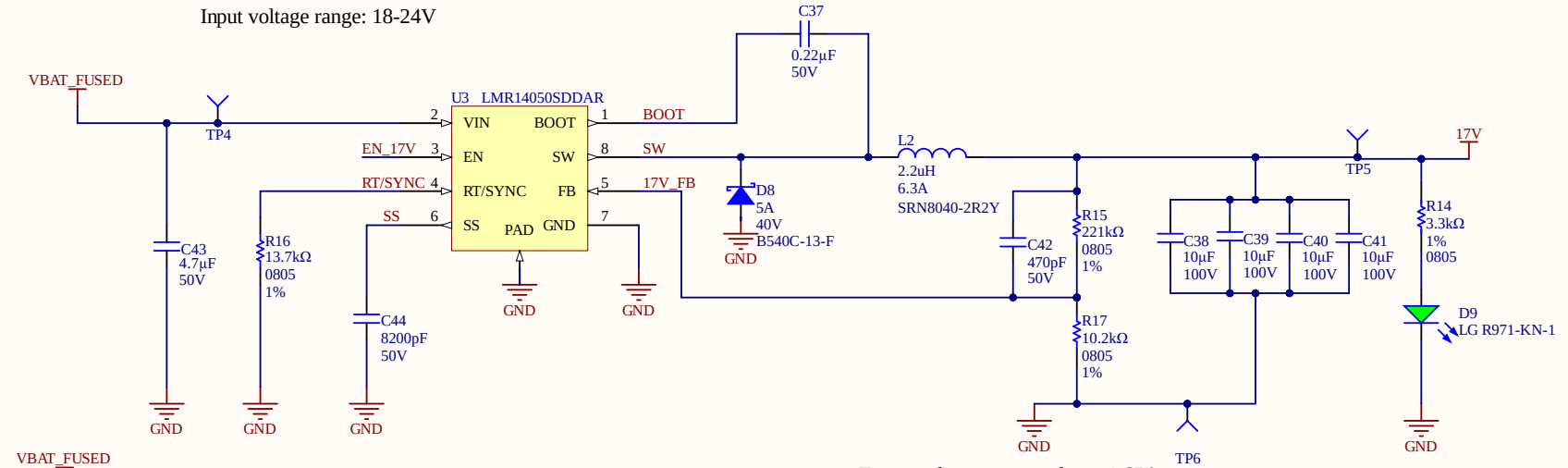


24V Output

Title PDB Rev2 - 24V Buck-Boost Converter		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li	
Date: 2020-11-12	Sheet 3 of 11	
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH3 - 24V BUCK-BOOST CONVERTER.SchD		

17V Regulator @ 4A Max

Input voltage range: 18-24V

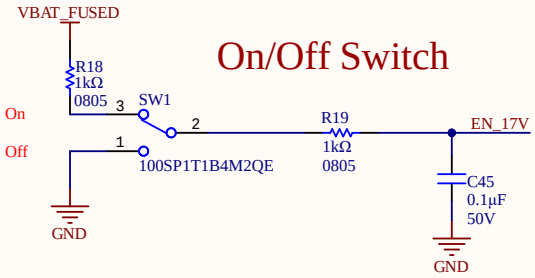


Estimated max current draw: 1.65A
Peak efficiency: 94.8%
Output voltage ripple: 19.45mVpp

LED forward drop = 2.2V

LED current = (17-2.2)/3300 = 4.5mA

On/Off Switch

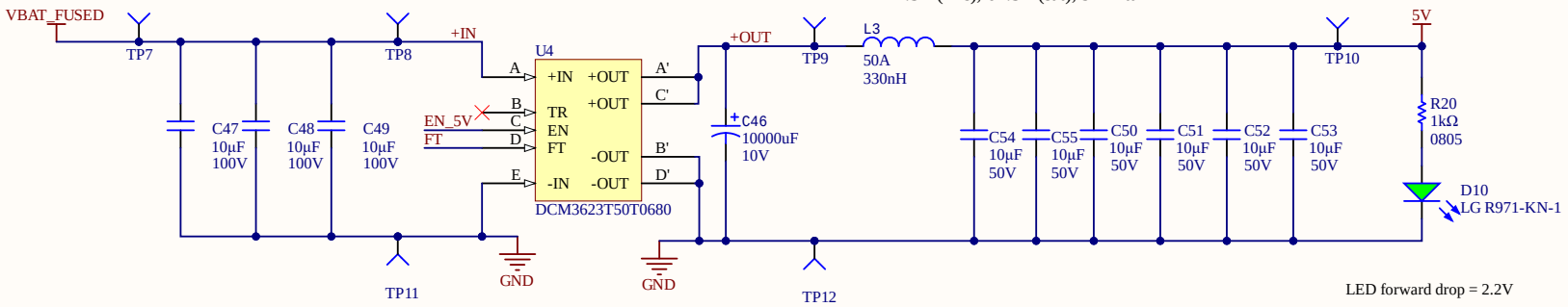


Internally pulled up
Pull below 1.2V to disable.
Float or connect to VIN to enable.
Debounce time: 100k * 0.1µ = 10ms

Title Power Distribution Board Rev2 - 17V Buck Converter		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6	UW ROBOTICS TEAM
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 4 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH4 - 17V BUCK CONVERTER.SchDoc			

5V Regulator @ 16A Max

Input voltage range: 9-50V



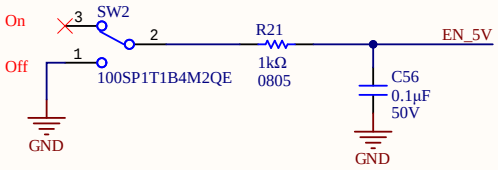
Inductor: 744309033
20%, 0.165mΩ DCR
47.5A (rms), 62.5A (sat), 9mm tall

Estimated max current draw: 8A
Maximum expected output power: 40W
Peak efficiency: 88% @ 16A
Output voltage ripple: 277mVpp

LED forward drop = 2.2V

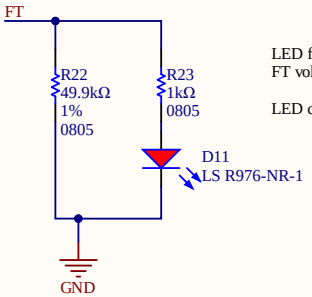
LED current = (5-2.2)/1000 = 2.8mA

On/Off Switch



Internally pulled up to VCC
Debounce time: 100k * 0.1µ = 10ms

Fault Indicator

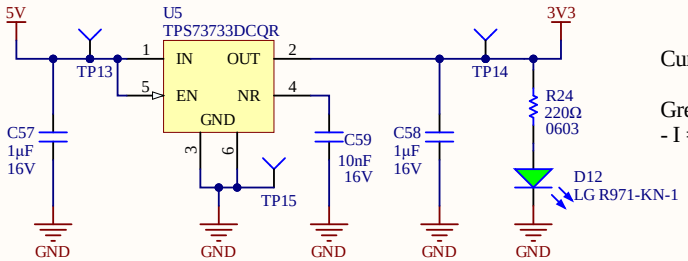


LED forward drop = 2.0V
FT voltage = 3.3V (from internally generated VCC)

LED current = (3.3-2)/1000 = 1.3mA

Title: Power Distribution Board Rev2 - 5V Vicor DCDC		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6	UW ROBOTICS TEAM
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 5 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH5 - 5V VICOR DCDC.SchDoc			

5V to 3.3V LDO (Max 1A)



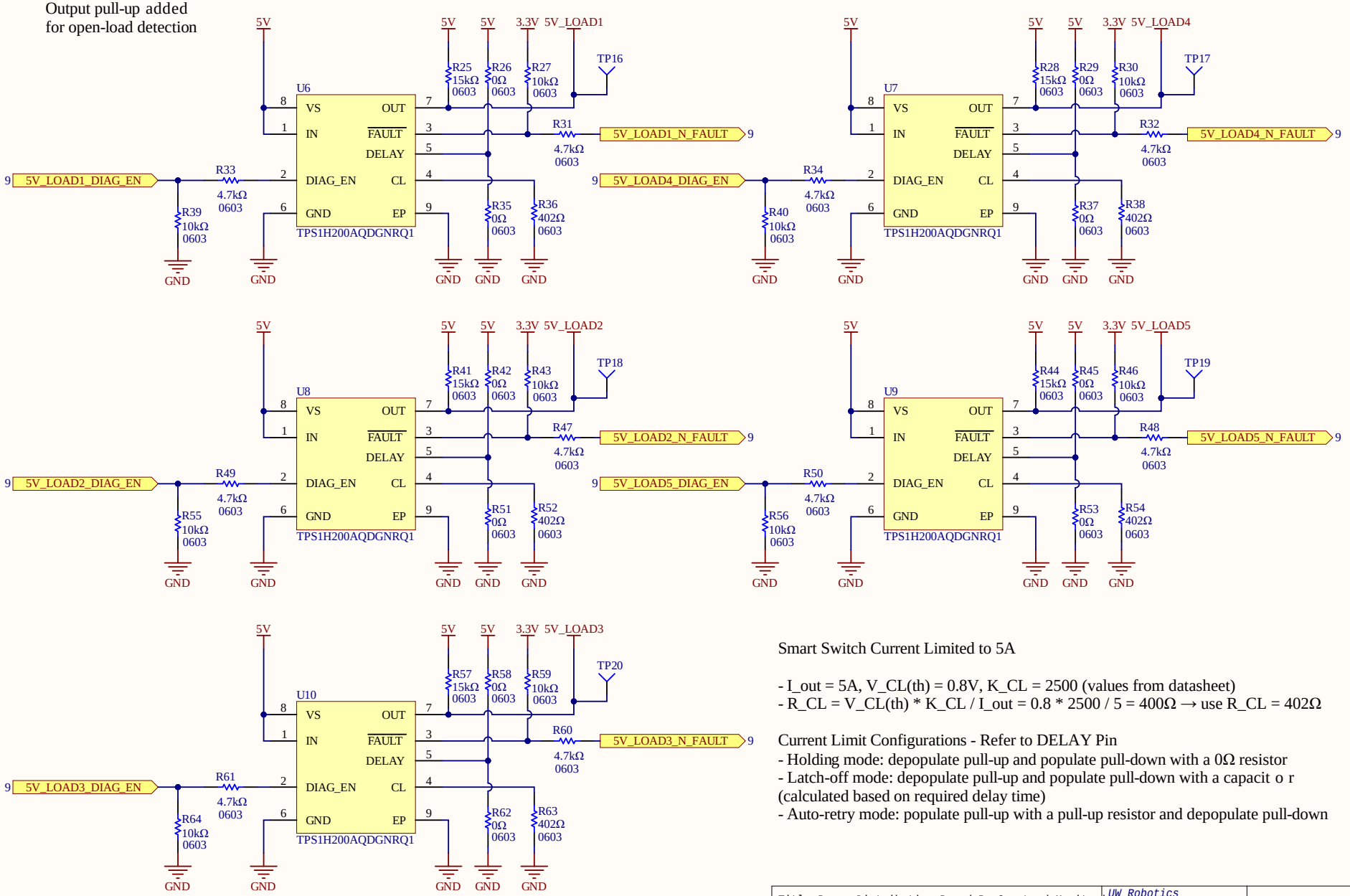
Current Calculations

Green LED voltage drop: 2.2V
- I = (3.3-2.2V)/220 = 5mA

Title: Power Distribution Board Rev2 - 3.3V Linear Regulator			UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 6 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH6 - 3.3V LINEAR REGULATOR.SchDoc			

5V Loads Smart Switches

Output pull-up added
for open-load detection



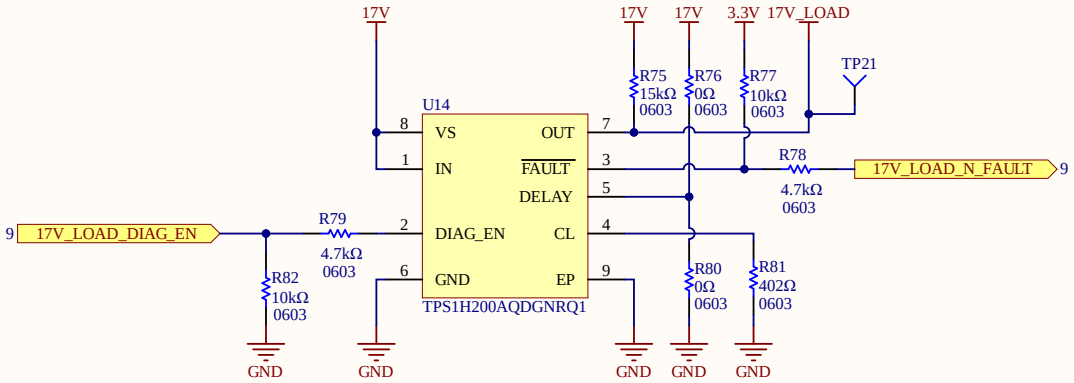
Smart Switch Current Limited to 5A

- I_out = 5A, V_CL(th) = 0.8V, K_CL = 2500 (values from datasheet)
- R_CL = V_CL(th) * K_CL / I_out = 0.8 * 2500 / 5 = 400Ω → use R_CL = 402Ω

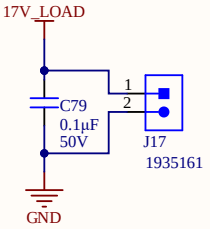
Current Limit Configurations - Refer to DELAY Pin
- Holding mode: depopulate pull-up and populate pull-down with a 0Ω resistor
- Latch-off mode: depopulate pull-up and populate pull-down with a capacit o r (calculated based on required delay time)
- Auto-retry mode: populate pull-up with a pull-up resistor and depopulate pull-down

Title Power Distribution Board Rev2 - Load Monitoring 1		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li	
Date: 2020-11-12	Sheet 7 of 11	
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH7 - LOAD MONITORING 1.SchDoc		

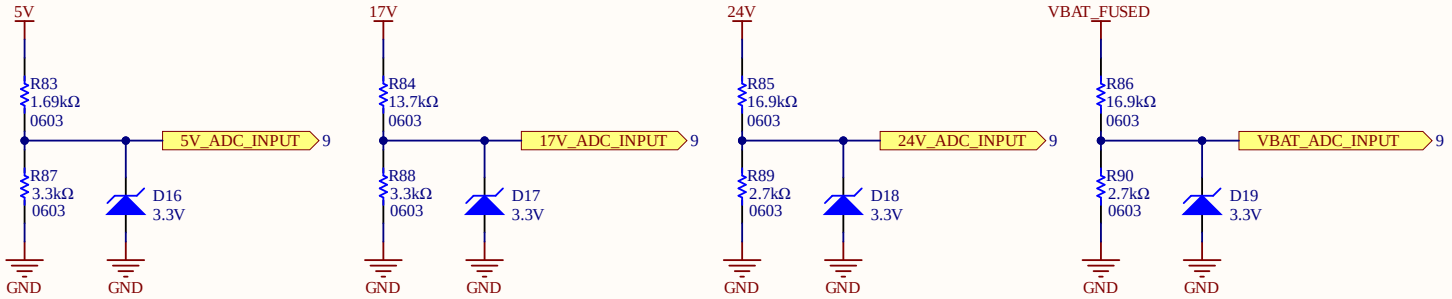
17V Load Smart Switch



17V Output



Power Rail Voltage Monitoring



Divides 5V to 3.3V

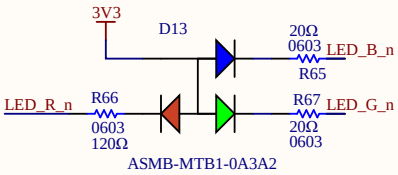
Divides 17V to 3.3V

Divides 24V to 3.3V

Divides 24V to 3.3V

Title: Power Distribution Board Rev2 - Load Monitoring 2		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6	UW ROBOTICS TEAM
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 8 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH8 - LOAD MONITORING 2.SchDoc			

Status LED



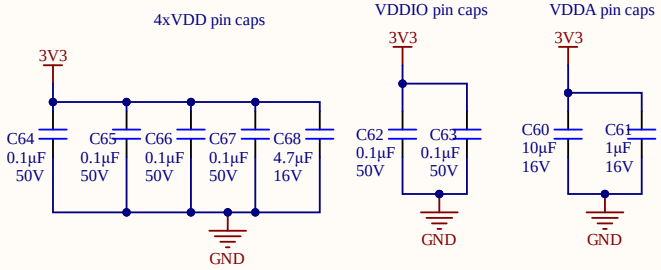
Current Calculations

RGB LED voltage drops:
- Red: 2.1V: I = (3.3-2.1V)/120 = 10mA
- Blue: 3.1V: I = (3.3-3.1V)/20 = 10mA
- Green: 3.1V: I = (3.3-3.1V)/20 = 10mA

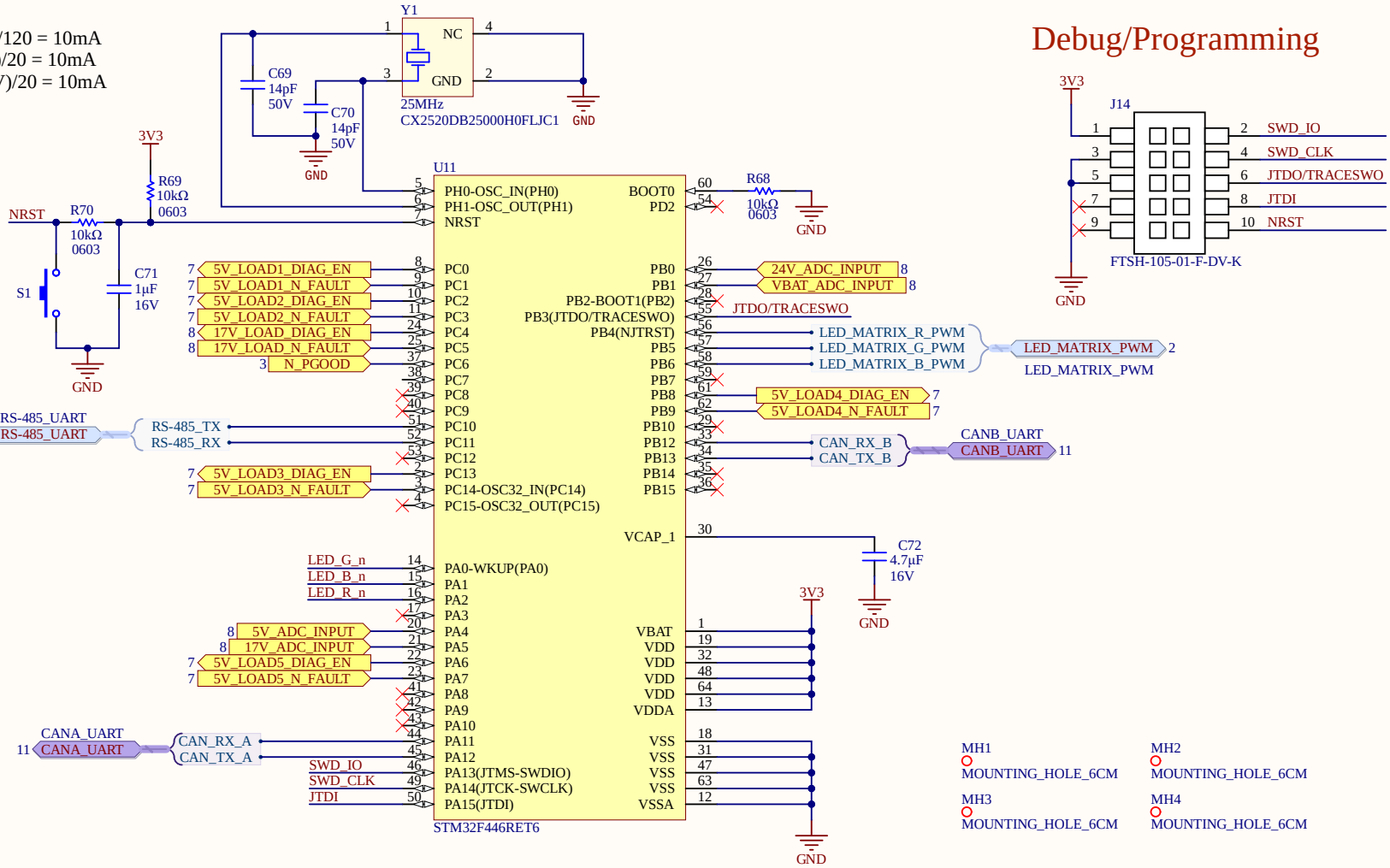
Debounce Calculation:

T=RC -> C= T/R
C= 10ms/10kOhm= 1uF

Decoupling Caps

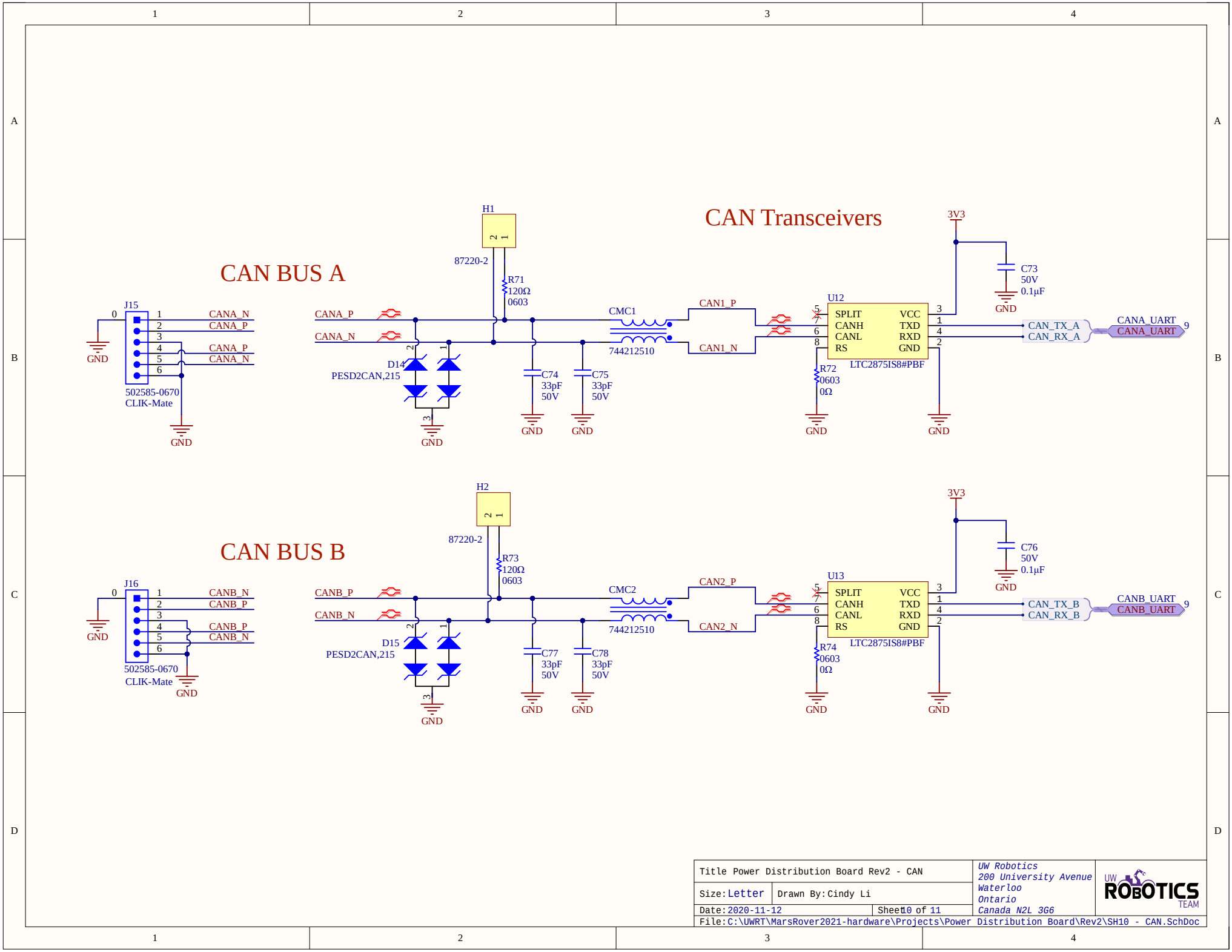


STM32F446RET6



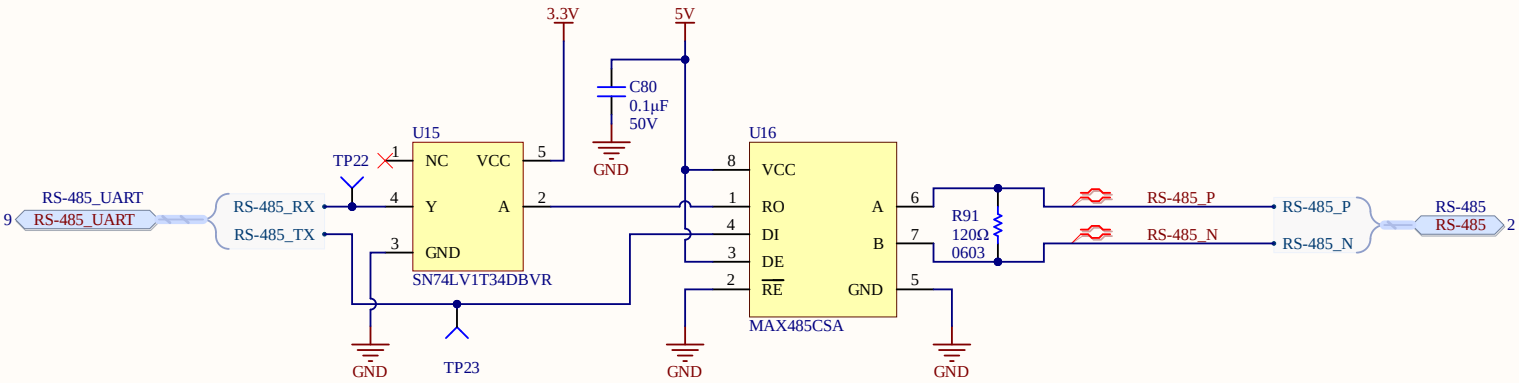
Debug/Programming

Title Power Distribution Board Rev2 - MCU		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li	
Date: 2020-11-12	Sheet 9 of 11	
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH9 - MICROCONTROLLER.SchDoc		

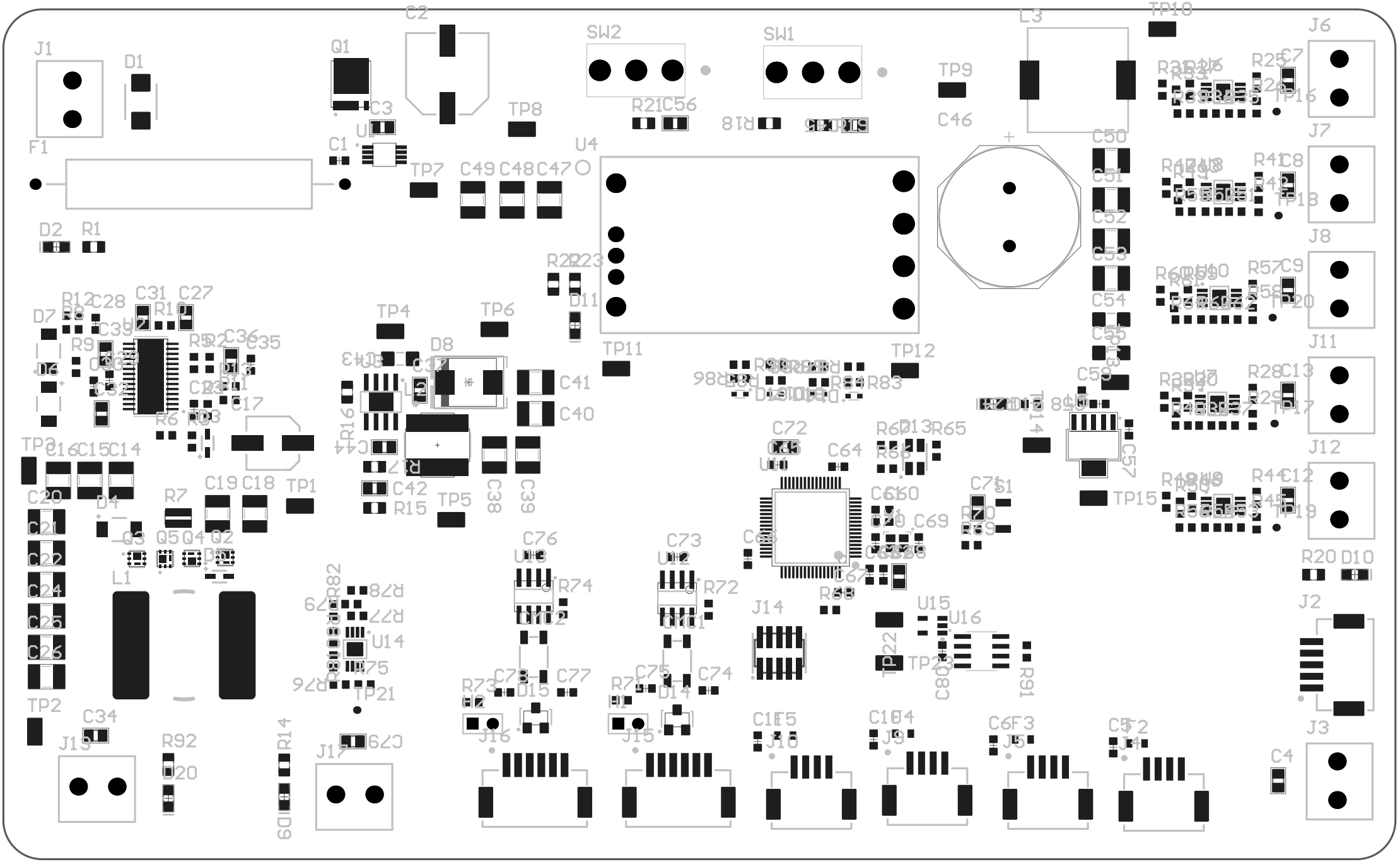


Title Power Distribution Board Rev2 - CAN		UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6	UW ROBOTICS TEAM
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 10 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH10 - CAN.SchDoc			

RS-485 Transceiver



Title Power Distribution Board Rev2 - RS-485			UW Robotics 200 University Avenue Waterloo Ontario Canada N2L 3G6
Size: Letter	Drawn By: Cindy Li		
Date: 2020-11-12	Sheet 11 of 11		
File: C:\UWRT\MarsRover2021-hardware\Projects\Power Distribution Board\Rev2\SH11 - RS-485.SchDoc			


J1
D1
Q1
C2
SW2
SW1
L3
TP10
J6
F1
C3
U3
C1
TP8
R21
C56
R18
TP9
C46
C50
C51
C52
C53
C54
C55
C58
C59
J7
J8
J11
J12
J2
J3
C4
D2
R1
U4
TP7
C49
C48
C47
R22
R23
D11
TP4
TP6
TP11
TP12
D8
C41
C40
C38
C39
C42
R15
TP5
R16
C44
C43
R27
R12
C28
C31
C27
R10
D7
C39
R9
C36
C35
C32
C33
C17
R6
R8
R5
C16
C15
C14
TP3
C20
C21
C22
C24
C25
C26
R7
C19
C18
TP1
D4
Q3
Q5
Q4
Q2
L1
TP2
C34
J13
R92
D20
R14
D9
J17
C79
R82
R78
R79
R77
R80
U14
R75
R76
TP21
C76
U13
R74
C78
C77
D15
R73
J16
C73
U12
R72
C75
C74
D14
R71
J15
C72
U11
C64
R60
D13
R65
R66
C66
C65
C69
C71
R70
R69
C67
R68
J14
U15
U16
TP22
TP23
C80
R91
C61
C62
C63
TP15
C57
TP14
R20
D10
TP16
TP17
TP18
TP19
TP20
R25
R26
R33
R34
R41
R42
R43
R44
R45
R46
R49
R50
R57
R58
R59
R60
R61
R62
R63
R64
R28
R29
R30
R31
R32
R35
R36
R37
R38
R39
R40
R47
R48
C7
C8
C9
C10
C11
C12
C13
D12
D16
D17
D18
D19
D21
D22
D23
D24
D25
D26
D27
D28
D29
D30
D31
D32
D33
D34
D35
D36
D37
D38
D39
D40
D41
D42
D43
D44
D45
D46
D47
D48
D49
D50
D51
D52
D53
D54
D55
D56
D57
D58
D59
D60
D61
D62
D63
D64
D65
D66
D67
D68
D69
D70
D71
D72
D73
D74
D75
D76
D77
D78
D79
D80
D81
D82
D83
D84
D85
D86
D87
D88
D89
D90
D91
D92
D93
D94
D95
D96
D97
D98
D99
D100
D101
D102
D103
D104
D105
D106
D107
D108
D109
D110
D111
D112
D113
D114
D115
D116
D117
D118
D119
D120
D121
D122
D123
D124
D125
D126
D127
D128
D129
D130
D131
D132
D133
D134
D135
D136
D137
D138
D139
D140
D141
D142
D143
D144
D145
D146
D147
D148
D149
D150
D151
D152
D153
D154
D155
D156
D157
D158
D159
D160
D161
D162
D163
D164
D165
D166
D167
D168
D169
D170
D171
D172
D173
D174
D175
D176
D177
D178
D179
D180
D181
D182
D183
D184
D185
D186
D187
D188
D189
D190
D191
D192
D193
D194
D195
D196
D197
D198
D199
D200
D201
D202
D203
D204
D205
D206
D207
D208
D209
D210
D211
D212
D213
D214
D215
D216
D217
D218
D219
D220
D221
D222
D223
D224
D225
D226
D227
D228
D229
D230
D231
D232
D233
D234
D235
D236
D237
D238
D239
D240
D241
D242
D243
D244
D245
D246
D247
D248
D249
D250
D251
D252
D253
D254
D255
D256
D257
D258
D259
D260
D261
D262
D263
D264
D265
D266
D267
D268
D269
D270
D271
D272
D273
D274
D275
D276
D277
D278
D279
D280
D281
D282
D283
D284
D285
D286
D287
D288
D289
D290
D291
D292
D293
D294
D295
D296
D297
D298
D299
D300
D301
D302
D303
D304
D305
D306
D307
D308
D309
D310
D311
D312
D313
D314
D315
D316
D317
D318
D319
D320
D321
D322
D323
D324
D325
D326
D327
D328
D329
D330
D331
D332
D333
D334
D335
D336
D337
D338
D339
D340
D341
D342
D343
D344
D345
D346
D347
D348
D349
D350
D351
D352
D353
D354
D355
D356
D357
D358
D359
D360
D361
D362
D363
D364
D365
D366
D367
D368
D369
D370
D371
D372
D373
D374
D375
D376
D377
D378
D379
D380
D381
D382
D383
D384
D385
D386
D387
D388
D389
D390
D391
D392
D393
D394
D395
D396
D397
D398
D399
D400
D401
D402
D403
D404
D405
D406
D407
D408
D409
D410
D411
D412
D413
D414
D415
D416
D417
D418
D419
D420
D421
D422
D423
D424
D425
D426
D427
D428
D429
D430
D431
D432
D433
D434
D435
D436
D437
D438
D439
D440
D441
D442
D443
D444
D445
D446
D447
D448
D449
D450
D451
D452
D453
D454
D455
D456
D457
D458
D459
D460
D461
D462
D463
D464
D465
D466
D467
D468
D469
D470
D471
D472
D473
D474
D475
D476
D477
D478
D479
D480
D481
D482
D483
D484
D485
D486
D487
D488
D489
D490
D491
D492
D493
D494
D495
D496
D497
D498
D499
D500
D501
D502
D503
D504
D505
D506
D507
D508
D509
D510
D511
D512
D513
D514
D515
D516
D517
D518
D519
D520
D521
D522
D523
D524
D525
D526
D527
D528
D529
D530
D531
D532
D533
D534
D535
D536
D537
D538
D539
D540
D541
D542
D543
D544
D545
D546
D547
D548
D549
D550
D551
D552
D553
D554
D555
D556
D557
D558
D559
D560
D561
D562
D563
D564
D565
D566
D567
D568
D569
D570
D571
D572
D573
D574
D575
D576
D577
D578
D579
D580
D581
D582
D583
D584
D585
D586
D587
D588
D589
D590
D591
D592
D593
D594
D595
D596
D597
D598
D599
D600
D601
D602
D603
D604
D605
D606
D607
D608
D609
D610
D611
D612
D613
D614
D615
D616
D617
D618
D619
D620
D621
D622
D623
D624
D625
D626
D627
D628
D629
D630
D631
D632
D633
D634
D635
D636
D637
D638
D639
D640
D641
D642
D643
D644
D645
D646
D647
D648
D649
D650
D651
D652
D653
D654
D655
D656
D657
D658
D659
D660
D661
D662
D663
D664
D665
D666
D667
D668
D669
D670
D671
D672
D673
D674
D675
D676
D677
D678
D679
D680
D681
D682
D683
D684
D685
D686
D687
D688
D689
D690
D691
D692
D693
D694
D695
D696
D697
D698
D699
D700
D701
D702
D703
D704
D705
D706
D707
D708
D709
D710
D711
D712
D713
D714
D715
D716
D717
D718
D719
D720
D721
D722
D723
D724
D725
D726
D727
D728
D729
D730
D731
D732
D733
D734
D735
D736
D737
D738
D739
D740
D741
D742
D743
D744
D745
D746
D747
D748
D749
D750
D751
D752
D753
D754
D755
D756
D757
D758
D759
D760
D761
D762
D763
D764
D765
D766
D767
D768
D769
D770
D771
D772
D773
D774
D775
D776
D777
D778
D779
D780
D781
D782
D783
D784
D785
D786
D787
D788
D789
D790
D791
D792
D793
D794
D795
D796
D797
D798
D799
D800
D801
D802
D803
D804
D805
D806
D807
D808
D809
D810
D811
D812
D813
D814
D815
D816
D817
D818
D819
D820
D821
D822
D823
D824
D825
D826
D827
D828
D829
D830
D831
D832
D833
D834
D835
D836
D837
D838
D839
D840
D841
D842
D843
D844
D845
D846
D847
D848
D849
D850
D851
D852
D853
D854
D855
D856
D857
D858
D859
D860
D861
D862
D863
D864
D865
D866
D867
D868
D869
D870
D871
D872
D873
D874
D875
D876
D877
D878
D879
D880
D881
D882
D883
D884
D885
D886
D887
D888
D889
D890
D891
D892
D893
D894
D895
D896
D897
D898
D899
D900
D901
D902
D903
D904
D905
D906
D907
D908
D909
D910
D911
D912
D913
D914
D915
D916
D917
D918
D919
D920
D921
D922
D923
D924
D925
D926
D927
D928
D929
D930
D931
D932
D933
D934
D935
D936
D937
D938
D939
D940
D941
D942
D943
D944
D945
D946
D947
D948
D949
D950
D951
D952
D953
D954
D955
D956
D957
D958
D959
D960
D961
D962
D963
D964
D965
D966
D967
D968
D969
D970
D971
D972
D973
D974
D975
D976
D977
D978
D979
D980
D981
D982
D983
D984
D985
D986
D987
D988
D989
D990
D991
D992
D993
D994
D995
D996
D997
D998
D999
D1000