

浙江大学 实验报告

专业： 电子信息工程

姓名： _____

学号： _____

课程名称： 电路与电子技术实验 II

指导老师： 张伟

地点： 紫金港东三 406

实验名称： 步进电机脉冲分配器

同组学生： _____

日期： 2024 年 6 月 10 日

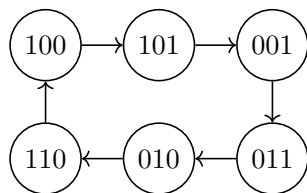
1 实验目的

1. 学会使用 VHDL 语言描述复杂逻辑电路——步进电机脉冲分配器。
2. 掌握步进电机脉冲分配器的工作原理。
3. 掌握步进电机脉冲分配器的设计方法。

2 实验原理

2.1 步进电机脉冲分配器

电路的状态转移图为：



在上图的基础上设计脉冲分配器

2.2 程序流程分析

设计基本程序流程如下所示，完成以下基本功能：

1. 频率改变从 1Hz 99Hz
2. 正转、反转
3. 基本的脉冲分配器功能

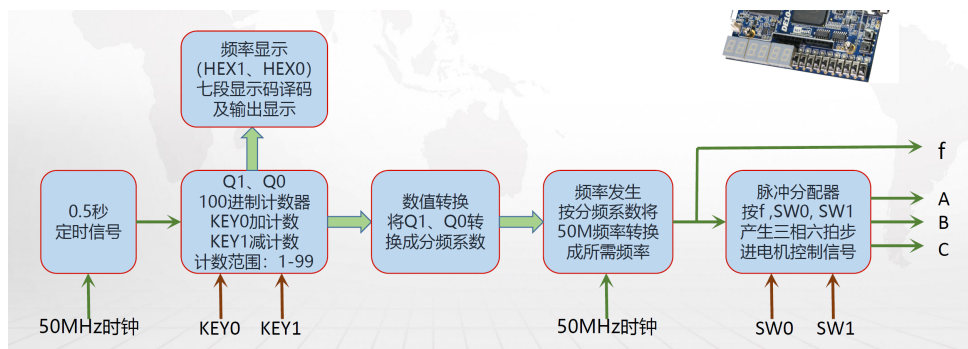


图 1: 程序流程图

2.3 程序设计

2.3.1 2Hz 脉冲产生程序

```

1  entity clk2hz is                10
2      port(                       11 begin
3          clk : in std_logic;      12 process(clk,tmp)
4          clock2hz : out std_logic 13     variable cout : integer := 0;
5      );                            14     begin
6  end clk2hz;                      15     if rising_edge(clk) then
7
8  architecture Behavioral of clk2hz is 17         cout := cout+1;
9      constant m : integer :=      16         if cout <= m then
10         12500000;                17             tmp <= '0';
11
12                                     18         elsif cout < m*2 then
13                                     19
14                                     20             tmp <= '1';
15                                     21         else
16                                     22             cout := 0;
17                                     23         end if;
18                                     24     end if;
19                                     25     end process;
20                                     26     clock2hz <= tmp;
21                                     27 end Behavioral;

```

2.4 1-99Hz 脉冲产生程序

```

1  entity Freqg is                20
2      port(                       21
3          clk50m : in std_logic; --- 50 22
4          key0: in STD_LOGIC; --- 24 23
5          key1: in STD_LOGIC; ---      MHz时钟输入
6          q0: out                 25 24
7          q1: out                 26 25
8          freq : out std_logic     30 27
9      );                            28
10 end Freqg;                       29
11
12 architecture Behavioral of Freqg is 31
13     COMPONENT clk2hz             32
14     port(                       33
15         clk : in std_logic;      34
16         clock2hz : out std_logic 35
17     );                            36
18     end COMPONENT;              37
19     COMPONENT KeyInput           38
20                                     39
21                                     40
22                                     41
23                                     42
24                                     43
25                                     44
26                                     45
27                                     46
28                                     47
29                                     48
30                                     49
31                                     50
32                                     51
33                                     52
34                                     53
35                                     54
36                                     55
37                                     56
38                                     57
39                                     58
40                                     59
41                                     60
42                                     61
43                                     62
44                                     63
45                                     64
46                                     65
47                                     66
48                                     67
49                                     68
50                                     69
51                                     70
52                                     71
53                                     72
54                                     73
55                                     74
56                                     75
57                                     76
58                                     77
59                                     78
60                                     79
61                                     80
62                                     81
63                                     82
64                                     83
65                                     84
66                                     85
67                                     86
68                                     87
69                                     88
70                                     89
71                                     90
72                                     91
73                                     92
74                                     93
75                                     94
76                                     95
77                                     96
78                                     97
79                                     98
80                                     99
81                                     100
82                                     101
83                                     102
84                                     103
85                                     104
86                                     105
87                                     106
88                                     107
89                                     108
90                                     109
91                                     110
92                                     111
93                                     112
94                                     113
95                                     114
96                                     115
97                                     116
98                                     117
99                                     118
100                                    119
101                                    120
102                                    121
103                                    122
104                                    123
105                                    124
106                                    125
107                                    126
108                                    127
109                                    128
110                                    129
111                                    130
112                                    131
113                                    132
114                                    133
115                                    134
116                                    135
117                                    136
118                                    137
119                                    138
120                                    139
121                                    140
122                                    141
123                                    142
124                                    143
125                                    144
126                                    145
127                                    146
128                                    147
129                                    148
130                                    149
131                                    150
132                                    151
133                                    152
134                                    153
135                                    154
136                                    155
137                                    156
138                                    157
139                                    158
140                                    159
141                                    160
142                                    161
143                                    162
144                                    163
145                                    164
146                                    165
147                                    166
148                                    167
149                                    168
150                                    169
151                                    170
152                                    171
153                                    172
154                                    173
155                                    174
156                                    175
157                                    176
158                                    177
159                                    178
160                                    179
161                                    180
162                                    181
163                                    182
164                                    183
165                                    184
166                                    185
167                                    186
168                                    187
169                                    188
170                                    189
171                                    190
172                                    191
173                                    192
174                                    193
175                                    194
176                                    195
177                                    196
178                                    197
179                                    198
180                                    199
181                                    200
182                                    201
183                                    202
184                                    203
185                                    204
186                                    205
187                                    206
188                                    207
189                                    208
190                                    209
191                                    210
192                                    211
193                                    212
194                                    213
195                                    214
196                                    215
197                                    216
198                                    217
199                                    218
200                                    219
201                                    220
202                                    221
203                                    222
204                                    223
205                                    224
206                                    225
207                                    226
208                                    227
209                                    228
210                                    229
211                                    230
212                                    231
213                                    232
214                                    233
215                                    234
216                                    235
217                                    236
218                                    237
219                                    238
220                                    239
221                                    240
222                                    241
223                                    242
224                                    243
225                                    244
226                                    245
227                                    246
228                                    247
229                                    248
230                                    249
231                                    250
232                                    251
233                                    252
234                                    253
235                                    254
236                                    255
237                                    256
238                                    257
239                                    258
240                                    259
241                                    260
242                                    261
243                                    262
244                                    263
245                                    264
246                                    265
247                                    266
248                                    267
249                                    268
250                                    269
251                                    270
252                                    271
253                                    272
254                                    273
255                                    274
256                                    275
257                                    276
258                                    277
259                                    278
260                                    279
261                                    280
262                                    281
263                                    282
264                                    283
265                                    284
266                                    285
267                                    286
268                                    287
269                                    288
270                                    289
271                                    290
272                                    291
273                                    292
274                                    293
275                                    294
276                                    295
277                                    296
278                                    297
279                                    298
280                                    299
281                                    300
282                                    301
283                                    302
284                                    303
285                                    304
286                                    305
287                                    306
288                                    307
289                                    308
290                                    309
291                                    310
292                                    311
293                                    312
294                                    313
295                                    314
296                                    315
297                                    316
298                                    317
299                                    318
300                                    319
301                                    320
302                                    321
303                                    322
304                                    323
305                                    324
306                                    325
307                                    326
308                                    327
309                                    328
310                                    329
311                                    330
312                                    331
313                                    332
314                                    333
315                                    334
316                                    335
317                                    336
318                                    337
319                                    338
320                                    339
321                                    340
322                                    341
323                                    342
324                                    343
325                                    344
326                                    345
327                                    346
328                                    347
329                                    348
330                                    349
331                                    350
332                                    351
333                                    352
334                                    353
335                                    354
336                                    355
337                                    356
338                                    357
339                                    358
340                                    359
341                                    360
342                                    361
343                                    362
344                                    363
345                                    364
346                                    365
347                                    366
348                                    367
349                                    368
350                                    369
351                                    370
352                                    371
353                                    372
354                                    373
355                                    374
356                                    375
357                                    376
358                                    377
359                                    378
360                                    379
361                                    380
362                                    381
363                                    382
364                                    383
365                                    384
366                                    385
367                                    386
368                                    387
369                                    388
370                                    389
371                                    390
372                                    391
373                                    392
374                                    393
375                                    394
376                                    395
377                                    396
378                                    397
379                                    398
380                                    399
381                                    400
382                                    401
383                                    402
384                                    403
385                                    404
386                                    405
387                                    406
388                                    407
389                                    408
390                                    409
391                                    410
392                                    411
393                                    412
394                                    413
395                                    414
396                                    415
397                                    416
398                                    417
399                                    418
400                                    419
401                                    420
402                                    421
403                                    422
404                                    423
405                                    424
406                                    425
407                                    426
408                                    427
409                                    428
410                                    429
411                                    430
412                                    431
413                                    432
414                                    433
415                                    434
416                                    435
417                                    436
418                                    437
419                                    438
420                                    439
421                                    440
422                                    441
423                                    442
424                                    443
425                                    444
426                                    445
427                                    446
428                                    447
429                                    448
430                                    449
431                                    450
432                                    451
433                                    452
434                                    453
435                                    454
436                                    455
437                                    456
438                                    457
439                                    458
440                                    459
441                                    460
442                                    461
443                                    462
444                                    463
445                                    464
446                                    465
447                                    466
448                                    467
449                                    468
450                                    469
451                                    470
452                                    471
453                                    472
454                                    473
455                                    474
456                                    475
457                                    476
458                                    477
459                                    478
460                                    479
461                                    480
462                                    481
463                                    482
464                                    483
465                                    484
466                                    485
467                                    486
468                                    487
469                                    488
470                                    489
471                                    490
472                                    491
473                                    492
474                                    493
475                                    494
476                                    495
477                                    496
478                                    497
479                                    498
480                                    499
481                                    500
482                                    501
483                                    502
484                                    503
485                                    504
486                                    505
487                                    506
488                                    507
489                                    508
490                                    509
491                                    510
492                                    511
493                                    512
494                                    513
495                                    514
496                                    515
497                                    516
498                                    517
499                                    518
500                                    519
501                                    520
502                                    521
503                                    522
504                                    523
505                                    524
506                                    525
507                                    526
508                                    527
509                                    528
510                                    529
511                                    530
512                                    531
513                                    532
514                                    533
515                                    534
516                                    535
517                                    536
518                                    537
519                                    538
520                                    539
521                                    540
522                                    541
523                                    542
524                                    543
525                                    544
526                                    545
527                                    546
528                                    547
529                                    548
530                                    549
531                                    550
532                                    551
533                                    552
534                                    553
535                                    554
536                                    555
537                                    556
538                                    557
539                                    558
540                                    559
541                                    560
542                                    561
543                                    562
544                                    563
545                                    564
546                                    565
547                                    566
548                                    567
549                                    568
550                                    569
551                                    570
552                                    571
553                                    572
554                                    573
555                                    574
556                                    575
557                                    576
558                                    577
559                                    578
560                                    579
561                                    580
562                                    581
563                                    582
564                                    583
565                                    584
566                                    585
567                                    586
568                                    587
569                                    588
570                                    589
571                                    590
572                                    591
573                                    592
574                                    593
575                                    594
576                                    595
577                                    596
578                                    597
579                                    598
580                                    599
581                                    600
582                                    601
583                                    602
584                                    603
585                                    604
586                                    605
587                                    606
588                                    607
589                                    608
590                                    609
591                                    610
592                                    611
593                                    612
594                                    613
595                                    614
596                                    615
597                                    616
598                                    617
599                                    618
600                                    619
601                                    620
602                                    621
603                                    622
604                                    623
605                                    624
606                                    625
607                                    626
608                                    627
609                                    628
610                                    629
611                                    630
612                                    631
613                                    632
614                                    633
615                                    634
616                                    635
617                                    636
618                                    637
619                                    638
620                                    639
621                                    640
622                                    641
623                                    642
624                                    643
625                                    644
626                                    645
627                                    646
628                                    647
629                                    648
630                                    649
631                                    650
632                                    651
633                                    652
634                                    653
635                                    654
636                                    655
637                                    656
638                                    657
639                                    658
640                                    659
641                                    660
642                                    661
643                                    662
644                                    663
645                                    664
646                                    665
647                                    666
648                                    667
649                                    668
650                                    669
651                                    670
652                                    671
653                                    672
654                                    673
655                                    674
656                                    675
657                                    676
658                                    677
659                                    678
660                                    679
661                                    680
662                                    681
663                                    682
664                                    683
665                                    684
666                                    685
667                                    686
668                                    687
669                                    688
670                                    689
671                                    690
672                                    691
673                                    692
674                                    693
675                                    694
676                                    695
677                                    696
678                                    697
679                                    698
680                                    699
681                                    700
682                                    701
683                                    702
684                                    703
685                                    704
686                                    705
687                                    706
688                                    707
689                                    708
690                                    709
691                                    710
692                                    711
693                                    712
694                                    713
695                                    714
696                                    715
697                                    716
698                                    717
699                                    718
700                                    719
701                                    720
702                                    721
703                                    722
704                                    723
705                                    724
706                                    725
707                                    726
708                                    727
709                                    728
710                                    729
711                                    730
712                                    731
713                                    732
714                                    733
715                                    734
716                                    735
717                                    736
718                                    737
719                                    738
720                                    739
721                                    740
722                                    741
723                                    742
724                                    743
725                                    744
726                                    745
727                                    746
728                                    747
729                                    748
730                                    749
731                                    750
732                                    751
733                                    752
734                                    753
735                                    754
736                                    755
737                                    756
738                                    757
739                                    758
740                                    759
741                                    760
742                                    761
743                                    762
744                                    763
745                                    764
746                                    765
747                                    766
748                                    767
749                                    768
750                                    769
751                                    770
752                                    771
753                                    772
754                                    773
755                                    774
756                                    775
757                                    776
758                                    777
759                                    778
760                                    779
761                                    780
762                                    781
763                                    782
764                                    783
765                                    784
766                                    785
767                                    786
768                                    787
769                                    788
770                                    789
771                                    790
772                                    791
773                                    792
774                                    793
775                                    794
776                                    795
777                                    796
778                                    797
779                                    798
780                                    799
781                                    800
782                                    801
783                                    802
784                                    803
785                                    804
786                                    805
787                                    806
788                                    807
789                                    808
790                                    809
791                                    810
792                                    811
793                                    812
794                                    813
795                                    814
796                                    815
797                                    816
798                                    817
799                                    818
800                                    819
801                                    820
802                                    821
803                                    822
804                                    823
805                                    824
806                                    825
807                                    826
808                                    827
809                                    828
810                                    829
811                                    830
812                                    831
813                                    832
814                                    833
815                                    834
816                                    835
817                                    836
818                                    837
819                                    838
820                                    839
821                                    840
822                                    841
823                                    842
824                                    843
825                                    844
826                                    845
827                                    846
828                                    847
829                                    848
830                                    849
831                                    850
832                                    851
833                                    852
834                                    853
835                                    854
836                                    855
837                                    856
838                                    857
839                                    858
840                                    859
841                                    860
842                                    861
843                                    862
844                                    863
845                                    864
846                                    865
847                                    866
848                                    867
849                                    868
850                                    869
851                                    870
852                                    871
853                                    872
854                                    873
855                                    874
856                                    875
857                                    876
858                                    877
859                                    878
860                                    879
861                                    880
862                                    881
863                                    882
864                                    883
865                                    884
866                                    885
867                                    886
868                                    887
869                                    888
870                                    889
871                                    890
872                                    891
873                                    892
874                                    893
875                                    894
876                                    895
877                                    896
878                                    897
879                                    898
880                                    899
881                                    900
882                                    901
883                                    902
884                                    903
885                                    904
886                                    905
887                                    906
888                                    907
889                                    908
890                                    909
891                                    910
892                                    911
893                                    912
894                                    913
895                                    914
896                                    915
897                                    916
898                                    917
899                                    918
900                                    919
901                                    920
902                                    921
903                                    922
904                                    923
905                                    924
906                                    925
907                                    926
908                                    927
909                                    928
910                                    929
911                                    930
912                                    931
913                                    932
914                                    933
915                                    934
916                                    935
917                                    936
918                                    937
919                                    938
920                                    939
921                                    940
922                                    941
923                                    942
924                                    943
925                                    944
926                                    945
927                                    946
928                                    947
929                                    948
930                                    949
931                                    950
932                                    951
933                                    952
934                                    953
935                                    954
936                                    955
937                                    956
938                                    957
939                                    958
940                                    959
941                                    960
942                                    961
943                                    962
944                                    963
945                                    964
946                                    965
947                                    966
948                                    967
949                                    968
950                                    969
951                                    970
952                                    971
953                                    972
954                                    973
955                                    974
956                                    975
957                                    976
958                                    977
959                                    978
960                                    979
961                                    980
962                                    981
963                                    982
964                                    983
965                                    984
966                                    985
967                                    986
968                                    987
969                                    988
970                                    989
971                                    990
972                                    991
973                                    992
974                                    993
975                                    994
976                                    995
977                                    996
978                                    997
979                                    998
980                                    999

```

2.4.1 脉冲分配器

```

1  entity PulseAssign is          10
2      port(                       11 architecture Behavioral of
3          freq : in std_logic;      12 PulseAssign is
4          sw1_x : in std_logic;     13     signal qa: std_logic := '1';
5          sw0_x : in std_logic;     14     signal qb,qc : std_logic
6          A : out std_logic;        := '0';
7          B : out std_logic;        14 begin
8          C : out std_logic;        15 process(freq)
9      );                            16 begin
10                                     17     if rising_edge(freq) then
11                                     18         qa <= not((sw1_x and
12                                     19         qb) or ((not sw1_x
13                                     20         ) and qc));
14                                     19         qb <= not((sw1_x and
15                                     20         qc) or ((not sw1_x
16                                     21         ) and qa));
17                                     20         qc <= not((sw1_x and
18                                     21         qa) or ((not sw1_x
19                                     22         ) and qb));
20                                     21     end if;
21                                     22 end Behavioral;

```

```

    ) and qb));          23      A <=qa and sw0_x;          26  end Behavioral;
21      end if;          24      B <=qb and sw0_x;
22      end process;    25      C <=qc and sw0_x;

```

2.4.2 主程序

```

1  entity Motor is
2      port(
3      clk50m : in std_logic;          23      freq : out std_logic          45      Freqg1: Freqg PORT MAP(
4      key0,key1: in std_logic;        24      );          46      clk50m => clk50m,
5      sw0,sw1: in std_logic;          25      END COMPONENT;          47      key0 => key0,
6      A : out std_logic;              26      COMPONENT PulseAssign      48      key1 => key1,
7      B : out std_logic;              27      port(          49      q0 => q0,
8      C : out std_logic;              28      freq : in std_logic;          50      q1 => q1,
9      freq : out std_logic;           29      sw1_x : in std_logic;        51      freq => freq_in
10     seg_dis_q1 : OUT                 30      sw0_x : in std_logic;        52      );
11     STD_LOGIC_VECTOR                 31      A : out std_logic;            53      PulseAssign1: PulseAssign
12     (6 DOWNT0 0);                   32      B : out std_logic;            54      PORT MAP(
13     seg_dis_q0 : OUT                 33      C : out std_logic            55      freq => freq_in,
14     STD_LOGIC_VECTOR                 34      );          56      sw1_x => sw1,
15     (6 DOWNT0 0)                     35      end COMPONENT;          57      A => A,
16     );                                36      COMPONENT hex7seg          58      B => B,
17 end Motor;                          37      PORT(          59      C => C
18                                     38      data_in : IN                60      );
19 architecture Behavioral of Motor is  39      STD_LOGIC_VECTOR          61      hex7seg1: hex7seg PORT MAP(
20     COMPONENT Freqg                  40      (3 DOWNT0 0);              62      data_in => q0,
21     PORT(                              41      seg_dis : OUT              63      seg_dis => seg_dis_q0
22     clk50m : in std_logic;            42      STD_LOGIC_VECTOR          64      );
23     key0: in STD_LOGIC;                43      (6 DOWNT0 0)              65      hex7seg2: hex7seg PORT MAP(
24     key1: in STD_LOGIC;                44      );          66      data_in => q1,
25     q0: out                             45      end COMPONENT;          67      seg_dis => seg_dis_q1
26     STD_LOGIC_VECTOR                 46      signal q0,q1 : std_logic_vector( 68      );
27     (3 DOWNT0 0);                     47      DOWNT0 0);              69      freq<=freq_in;
28     q1: out                             48      signal freq_in : std_logic;   70  end Behavioral;

```

其他部分程序略。

3 实验过程与结果

1. 创建工程文件

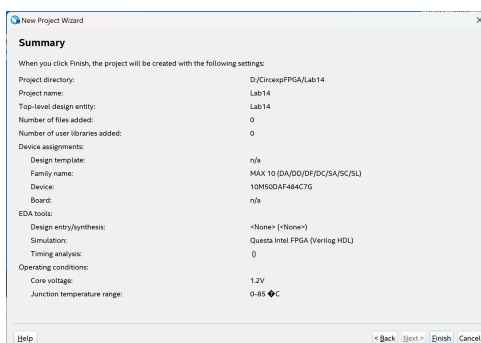


图 2: 创建工程文件结果图

2. 添加源文件

3. 编译，得到基本结构如下图所示

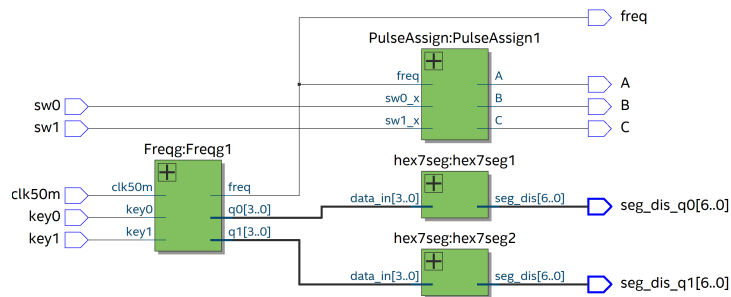
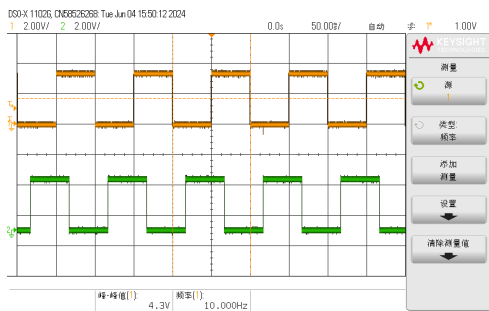
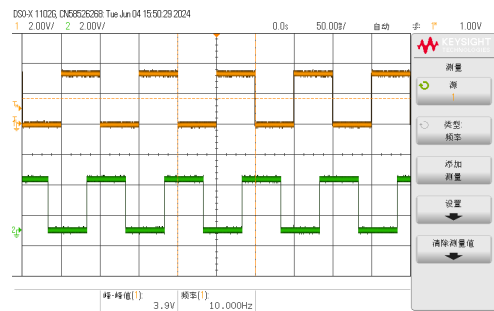


图 3: 编译结果

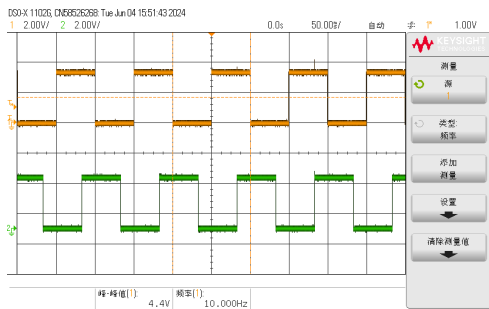
4. 下载到 FPGA 板上，实验效果如下图所示



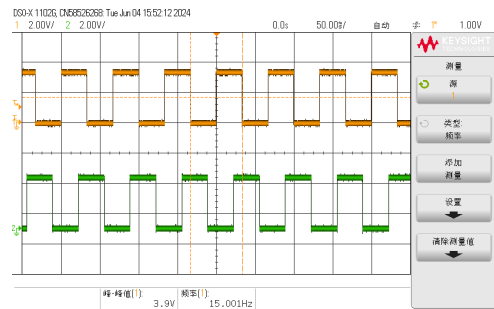
(a) CHA-CHB, 反转结果



(b) CHA-CHC, 反转结果



(c) CHA-CHB, 正转结果, 输入频率: 60Hz



(d) CHA-CHB, 正转结果, 输入频率: 90Hz

图 4: 实验结果