4-phase reshufflings with 2 ports

October 2, 2015

This document lists 2 port, 4-phase HSE reshufflings and their implementations in PRS. By symmetry, some reshufflings are redundant. Specifically, $[x_i \wedge y_i]$ is the same as $[y_i \wedge x_i]$, and $x_o\uparrow, y_o\uparrow$ is the same as $y_o\uparrow, x_o\uparrow$. In addition, when the ports are both active or both passive, their names are interchangeable, which makes other reshufflings redundant. Redundant reshufflings are not included. Some implementations require a state variable. We use u as our state variable.

1 Active X, Active Y

This combination has 30 orderings.

0) $x_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
1) $x_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow, y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
2) $x_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow, y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
3) $x_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
4) $x_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
5) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
6) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; x_o\downarrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
7) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
8) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
9) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
10) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
11) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]$
12) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
13) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
14) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
15) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
16) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
17) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
18) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]$
19) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [x_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
20) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]$
21) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
22) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i]; x_o\downarrow; [y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
23) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$
24) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
25) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
26) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
27) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]$
28) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [x_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$
29) $x_o\uparrow; y_o\uparrow; [y_i]; y_o\downarrow; [x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]$

7) $x_o\uparrow; [x_i]; y_o\uparrow; [y_i]; x_o\downarrow; [\neg x_i]; y_o\downarrow; [\neg y_i]$

$$\begin{array}{llll} \neg y_i & \rightarrow & x_o\uparrow & \qquad x_o \rightarrow y_o\uparrow \\ y_o & \rightarrow & x_o\downarrow & \qquad \neg x_i \rightarrow y_o\downarrow \end{array}$$

15) $x_o\uparrow, y_o\uparrow; [x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]$

$$\begin{array}{llll} u & \rightarrow & x_o\uparrow & \qquad \neg x_i \wedge \neg y_i \rightarrow u\uparrow \\ \neg u & \rightarrow & x_o\downarrow & \qquad x_i \wedge y_i \rightarrow u\downarrow \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} u & \rightarrow & y_o\uparrow & \\ \neg u & \rightarrow & y_o\downarrow & \end{array}$$

2 Passive X, Passive Y

This combination has 28 orderings.

1) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
2) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow, y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
3) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; x_o\downarrow; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
4) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\uparrow; x_o\downarrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
5) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$
6) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow$
7) $[x_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i \wedge y_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow$
8) $[x_i]; x_o\uparrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
9) $[x_i]; x_o\uparrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$
10) $[x_i]; x_o\uparrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow$
11) $[x_i]; x_o\uparrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow$
12) $[x_i]; x_o\uparrow; [y_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow$
13) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow, y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
14) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
15) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; y_o\uparrow; x_o\downarrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
16) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$
17) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow$
18) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; [\neg x_i]; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow$
19) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
20) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$
21) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow$
22) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow$
23) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow$
24) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; y_o\uparrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow$
25) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$
26) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; x_o\downarrow; y_o\downarrow$
27) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; y_o\uparrow; [\neg x_i \wedge \neg y_i]; y_o\downarrow; x_o\downarrow$
28) $[x_i \wedge y_i]; x_o\uparrow; y_o\uparrow; [\neg y_i]; y_o\downarrow; [\neg x_i]; x_o\downarrow$

8) $[xi]; x_o\uparrow; [yi]; y_o\uparrow; [\neg xi]; x_o\downarrow; [\neg yi]; y_o\downarrow$

$$\begin{array}{llll} x_i \wedge \neg y_o & \rightarrow & x_o\uparrow & \qquad y_i \wedge x_o \quad \rightarrow \; y_o\uparrow \\ \neg x_i \wedge y_o & \rightarrow & x_o\downarrow & \qquad \neg y_i \wedge \neg x_o \; \rightarrow \; y_o\downarrow \end{array}$$

20) $[xi \wedge yi]; x_o\uparrow, y_o\uparrow; [\neg xi \wedge \neg yi]; x_o\downarrow, y_o\downarrow$

$$\begin{array}{llll} \neg u & \rightarrow & y_o\uparrow & \qquad x_i \wedge y_i \quad \rightarrow \; u\downarrow \\ u & \rightarrow & y_o\downarrow & \qquad \neg x_i \wedge \neg y_i \; \rightarrow \; u\uparrow \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \neg u & \rightarrow & x_o\uparrow \\ u & \rightarrow & x_o\downarrow \end{array}$$

3 Active A, Passive P

This combination has 60 orderings.

1) $a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow$
2) $a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [p_i]; p_o\uparrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
3) $a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
4) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow$
5) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; a_o\downarrow, p_o\uparrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
6) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; a_o\downarrow, p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
7) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; a_o\downarrow; p_o\uparrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
8) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; a_o\downarrow; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
9) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
10) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
11) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
12) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
13) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
14) $a_o\uparrow; [a_i \wedge p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
15) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
16) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
17) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
18) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
19) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
20) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
21) $a_o\uparrow; [p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
22) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow$
23) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow, p_o\uparrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
24) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow, p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
25) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; p_o\uparrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
26) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
27) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
28) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
29) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
30) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
31) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
32) $[p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
33) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
34) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
35) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
36) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
37) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
38) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
39) $[p_i]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
40) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
41) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$ PCHB
42) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
43) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
44) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$ WCHB
45) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
46) $[p_i]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
47) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow$
48) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
49) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
50) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
51) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
52) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [a_i \wedge \neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
53) $[p_i]; p_o\uparrow; a_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
54) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]; p_o\downarrow$
55) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg a_i]$
56) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg a_i]$
57) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow; [a_i]; p_o\downarrow; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
58) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow, p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
59) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; a_o\uparrow; p_o\downarrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$
60) $[p_i]; p_o\uparrow; [\neg p_i]; p_o\downarrow; a_o\uparrow; [a_i]; a_o\downarrow; [\neg a_i]$

1) $a_o\uparrow; [ai]; a_o\downarrow; [\neg ai \wedge pi]; p_o\uparrow; [\neg pi]; p_o\downarrow$

$$\begin{array}{lll} \neg a_i \wedge \neg p_o \wedge u & \rightarrow & a_o\uparrow \\ a_i \wedge \neg u & \rightarrow & a_o\downarrow \end{array} \qquad \begin{array}{lll} p_o & \rightarrow & u\uparrow \\ a_i & \rightarrow & u\downarrow \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \neg a_i \wedge p_i \wedge \neg u & \rightarrow & p_o\uparrow \\ \neg p_i \wedge u & \rightarrow & p_o\downarrow \end{array}$$

9) $a_o\uparrow; [ai \wedge pi]; p_o\uparrow; a_o\downarrow; [\neg ai \wedge \neg pi]; p_o\downarrow$

$$\begin{array}{lll} \neg p_o & \rightarrow & a_o\uparrow \\ p_o & \rightarrow & a_o\downarrow \end{array} \qquad \begin{array}{lll} a_i \wedge p_i & \rightarrow & p_o\uparrow \\ \neg a_i \wedge \neg p_i & \rightarrow & p_o\downarrow \end{array}$$

16) $a_o\uparrow; [pi]; p_o\uparrow; [ai]; a_o\downarrow; [\neg pi]; p_o\downarrow; [\neg ai]$

$$\begin{array}{lll} \neg a_i \wedge \neg p_o & \rightarrow & a_o\uparrow \\ a_i \wedge p_o & \rightarrow & a_o\downarrow \end{array} \qquad \begin{array}{lll} a_o \wedge p_i & \rightarrow & p_o\uparrow \\ \neg a_o \wedge \neg p_i & \rightarrow & p_o\downarrow \end{array}$$

29) $[pi]; a_o\uparrow; [ai]; p_o\uparrow; [\neg pi]; a_o\downarrow; [\neg ai]; p_o\downarrow$

$$\begin{array}{llll} p_i & \rightarrow & a_o\uparrow & \qquad a_i \rightarrow p_o\uparrow \\ \neg p_i & \rightarrow & a_o\downarrow & \qquad \neg a_i \rightarrow p_o\downarrow \end{array}$$

36) $[pi]; a_o\uparrow, p_o\uparrow; [ai \wedge \neg pi]; a_o\downarrow, p_o\downarrow; [\neg ai]$

$$\begin{array}{llll} u & \rightarrow & a_o\uparrow & \qquad \neg a_i \wedge p_i \rightarrow u\uparrow \\ \neg u & \rightarrow & a_o\downarrow & \qquad a_i \wedge \neg p_i \rightarrow u\downarrow \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} u & \rightarrow & p_o\uparrow \\ u & \rightarrow & p_o\downarrow \end{array}$$

44) $[pi]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [ai \wedge \neg pi]; a_o\downarrow; p_o\downarrow; [\neg ai]$ **(WCHB)**

$$\begin{array}{llll} \neg a_i \wedge p_i & \rightarrow & a_o\uparrow & \qquad a_o \rightarrow p_o\uparrow \\ a_i \wedge \neg p_i & \rightarrow & a_o\downarrow & \qquad \neg a_o \rightarrow p_o\downarrow \end{array}$$

This is known as the weak-condition logic half buffer (WCHB).

41) $[pi]; a_o\uparrow; p_o\uparrow; [ai]; a_o\downarrow; [\neg pi]; p_o\downarrow; [\neg ai]$ **(PCHB)**

$$\begin{array}{llll} \neg a_i \wedge p_i \wedge \neg p_o & \rightarrow & a_o\uparrow & \qquad a_o \rightarrow p_o\uparrow \\ p_o \wedge a_i & \rightarrow & a_o\downarrow & \qquad \neg a_o \wedge \neg p_i \rightarrow p_o\downarrow \end{array}$$

This is known as the pre-charge half buffer (PCHB).