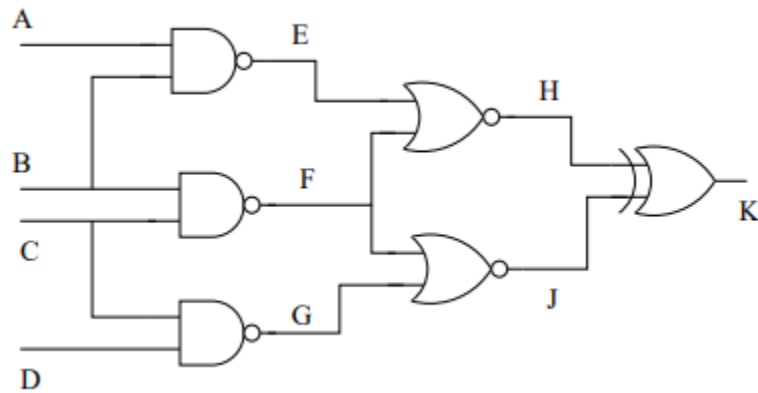


# Report: SAT Assignment (EE709)

Aditya Gudla

213076003

Q1.



- a. Calculate a product of sums formula (CNF) which describes this network.

**Solution:**

$(\sim A + \sim B + \sim E)(A + E)(B + E)(\sim B + \sim C + \sim F)(B + F)(C + F)(\sim C + \sim D + \sim G)(C + G)(D + G)(E + F + H)(\sim E + \sim H)(\sim F + \sim H)(F + G + J)(\sim F + \sim J)(\sim G + \sim J)(H + J + \sim K)(H + \sim J + K)(\sim H + J + K)(\sim H + \sim J + \sim K)$

- b. Using the minisat solver, find an input assignment such that the output K is 0.

**Solution:**

c nvars nclauses

p cnf 10 20

c index of the variables >> [A,B,C,D,E,F,G,H,J,K] = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

c clause 1 :  $\sim A + \sim B + \sim E$

-1 -2 -5 0

c clause 2 :  $A + E$

1 5 0

c clause 3 :  $B + E$

2 5 0

c clause 4 :  $\sim B + \sim C + \sim F$

-2 -3 -6 0

c clause 5 :  $B + F$

2 6 0

c clause 6 :  $C + F$

3 6 0

c clause 7 :  $\sim C + \sim D + \sim G$

-3 -4 -7 0

c clause 8 :  $C + G$

3 7 0

```

c clause 9 : D + G
4 7 0
c clause 10 : E + F + H
5 6 8 0
c clause 11 : ~E + ~H
-5 -8 0
c clause 12 : ~F + ~H
-6 -8 0
c clause 13 : F + G + J
6 7 9 0
c clause 14 : ~F + ~J
-6 -9 0
c clause 15 : ~G + ~J
-7 -9 0
c clause 16 : H + J + ~K
8 9 -10 0
c clause 17 : H + ~J + K
8 -9 10 0
c clause 18 : ~H + J + K
-8 9 10 0
c clause 19 : ~H + ~J + ~K
-8 -9 -10 0
c clause 20 : ~K
-10 0

```

- c. Using the minisat solver, find an input assignment such that the output K is 1.

**Solution:**

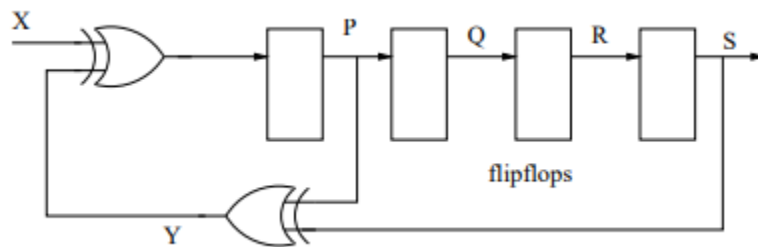
```

c nvars nclauses
p cnf 10 20
c index of the variables >> [A,B,C,D,E,F,G,H,J,K] = [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
c clause 1 : ~A + ~B + ~E
-1 -2 -5 0
c clause 2 : A + E
1 5 0
c clause 3 : B + E
2 5 0
c clause 4 : ~B + ~C + ~F
-2 -3 -6 0
c clause 5 : B + F
2 6 0
c clause 6 : C + F
3 6 0
c clause 7 : ~C + ~D + ~G
-3 -4 -7 0
c clause 8 : C + G
3 7 0
c clause 9 : D + G

```

4 7 0  
 c clause 10 :  $E + F + H$   
 5 6 8 0  
 c clause 11 :  $\sim E + \sim H$   
 -5 -8 0  
 c clause 12 :  $\sim F + \sim H$   
 -6 -8 0  
 c clause 13 :  $F + G + J$   
 6 7 9 0  
 c clause 14 :  $\sim F + \sim J$   
 -6 -9 0  
 c clause 15 :  $\sim G + \sim J$   
 -7 -9 0  
 c clause 16 :  $H + J + \sim K$   
 8 9 -10 0  
 c clause 17 :  $H + \sim J + K$   
 8 -9 10 0  
 c clause 18 :  $\sim H + J + K$   
 -8 9 10 0  
 c clause 19 :  $\sim H + \sim J + \sim K$   
 -8 -9 -10 0  
 c clause 20 :  $\sim K$   
 10 0

**Q2.**



- a. Suppose the machine starts in the state  $P = Q = R = S = 1$ . Using minisat, find a sequence of input values at X which will take the machine to the state  $P = Q = R = S = 0$ .

**Solution:**

[Reaches after 4 cycles]

```

c nvars nclauses
p cnf 24 64
c index of the variables >>
[p0,q0,r0,s0,x0,p1,q1,r1,s1,x1,p2,q2,r2,s2,x2,p3,q3,r3,s3,x3,p4,q4,r4,s4]
c      [ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24]
c Initial state
c clause1 IS0 : p0
1 0
c clause2 IS1 : q0

```

```

2 0
c clause3 IS2 : r0
3 0
c clause4 IS3 : s0
4 0
c Final state
c clause5 FS0 : ~p4
-21 0
c clause6 FS1 : ~q4
-22 0
c clause7 FS2 : ~r4
-23 0
c clause8 FS3 : ~s4
-24 0
c-----N = 1-----
c clause9 : ~p1 + ~x0 + ~p0 + s0
-6 -5 -1 4 0
c clause10 : ~p1 + ~x0 + p0 + ~s0
-6 -5 1 -4 0
c clause11 : ~p1 + x0 + ~p0 + ~s0
-6 5 -1 -4 0
c clause12 : ~p1 + x0 + p0 + s0
-6 5 1 4 0
c clause13 : p1 + ~x0 + ~p0 + ~s0
6 -5 -1 -4 0
c clause14 : p1 + ~x0 + p0 + s0
6 -5 1 4 0
c clause15 : p1 + x0 + ~p0 + s0
6 5 -1 4 0
c clause16 : p1 + x0 + p0 + ~s0
6 5 1 -4 0
c clause17 : ~p0 + q1
-1 7 0
c clause18 : p0 + ~q1
1 -7 0
c clause19 : ~q0 + r1
-2 8 0
c clause20 : q0 + ~r1
2 -8 0
c clause21 : ~r0 + s1
-3 9 0
c clause22 : r0 + ~s1
3 -9 0
c-----N = 2-----
c clause23 : ~p2 + ~x1 + ~p1 + s1
-11 -10 -6 9 0
c clause24 : ~p2 + ~x1 + p1 + ~s1
-11 -10 6 -9 0

```

c clause25 :  $\sim p_2 + x_1 + \sim p_1 + \sim s_1$   
-11 10 -6 -9 0  
c clause26 :  $\sim p_2 + x_1 + p_1 + s_1$   
-11 10 6 9 0  
c clause27 :  $p_2 + \sim x_1 + \sim p_1 + \sim s_1$   
11 -10 -6 -9 0  
c clause28 :  $p_2 + \sim x_1 + p_1 + s_1$   
11 -10 6 9 0  
c clause29 :  $p_2 + x_1 + \sim p_1 + s_1$   
11 10 -6 9 0  
c clause30 :  $p_2 + x_1 + p_1 + \sim s_1$   
11 10 6 -9 0  
c clause31 :  $\sim p_1 + q_2$   
-6 12 0  
c clause32 :  $p_1 + \sim q_2$   
6 -12 0  
c clause33 :  $\sim q_1 + r_2$   
-7 13 0  
c clause34 :  $q_1 + \sim r_2$   
7 -13 0  
c clause35 :  $\sim r_1 + s_2$   
-8 14 0  
c clause36 :  $r_1 + \sim s_2$   
8 -14 0  
c-----N = 3-----  
c clause37 :  $\sim p_3 + \sim x_2 + \sim p_2 + s_2$   
-16 -15 -11 14 0  
c clause38 :  $\sim p_3 + \sim x_2 + p_2 + \sim s_2$   
-16 -15 11 -14 0  
c clause39 :  $\sim p_3 + x_2 + \sim p_2 + \sim s_2$   
-16 15 -11 -14 0  
c clause40 :  $\sim p_3 + x_2 + p_2 + s_2$   
-16 15 11 14 0  
c clause41 :  $p_3 + \sim x_2 + \sim p_2 + \sim s_2$   
16 -15 -11 -14 0  
c clause42 :  $p_3 + \sim x_2 + p_2 + s_2$   
16 -15 11 14 0  
c clause43 :  $p_3 + x_2 + \sim p_2 + s_2$   
16 15 -11 14 0  
c clause44 :  $p_3 + x_2 + p_2 + \sim s_2$   
16 15 11 -14 0  
c clause45 :  $\sim p_2 + q_3$   
-11 17 0  
c clause46 :  $p_2 + \sim q_3$   
11 -17 0  
c clause47 :  $\sim q_2 + r_3$   
-12 18 0  
c clause48 :  $q_2 + \sim r_3$

```

12 -18 0
c clause48 :  $\sim r^2 + s^3$ 
-13 19 0
c clause50 :  $r^2 + \sim s^3$ 
13 -19 0
c-----N = 3-----
c clause51 :  $\sim p^4 + \sim x^3 + \sim p^3 + s^3$ 
-21 -20 -16 19 0
c clause52 :  $\sim p^4 + \sim x^3 + p^3 + \sim s^3$ 
-21 -20 16 -19 0
c clause53 :  $\sim p^4 + x^3 + \sim p^3 + \sim s^3$ 
-21 20 -16 -19 0
c clause54 :  $\sim p^4 + x^3 + p^3 + s^3$ 
-21 20 16 19 0
c clause55 :  $p^4 + \sim x^3 + \sim p^3 + \sim s^3$ 
21 -20 -16 -19 0
c clause56 :  $p^4 + \sim x^3 + p^3 + s^3$ 
21 -20 16 19 0
c clause57 :  $p^4 + x^3 + \sim p^3 + s^3$ 
21 20 -16 19 0
c clause58 :  $p^4 + x^3 + p^3 + \sim s^3$ 
21 20 16 -19 0
c clause59 :  $\sim p^3 + q^4$ 
-16 22 0
c clause60 :  $p^3 + \sim q^4$ 
16 -22 0
c clause61 :  $\sim q^3 + r^4$ 
-17 23 0
c clause62 :  $q^3 + \sim r^4$ 
17 -23 0
c clause63 :  $\sim r^3 + s^4$ 
-18 24 0
c clause64 :  $r^3 + \sim s^4$ 
18 -24 0

```