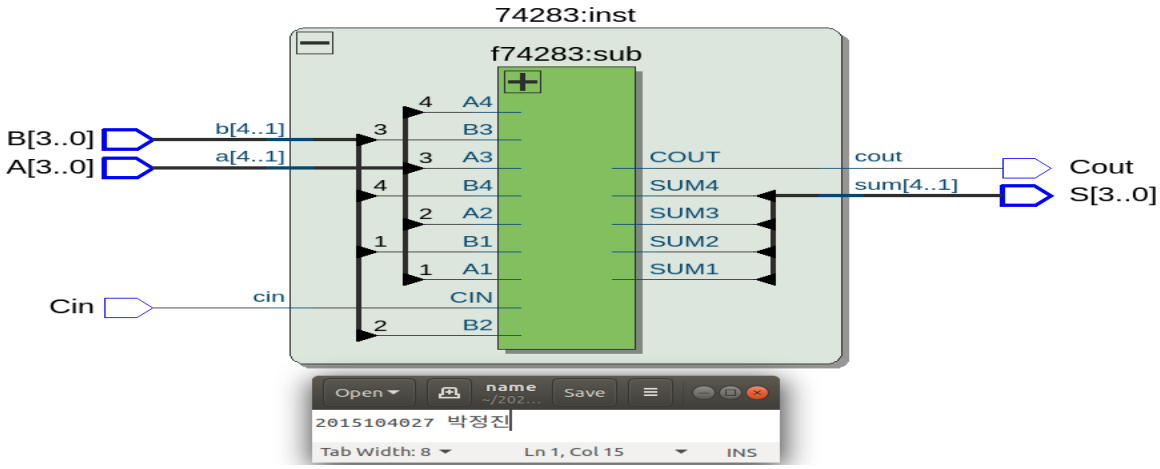
디지털회로실험 보고서

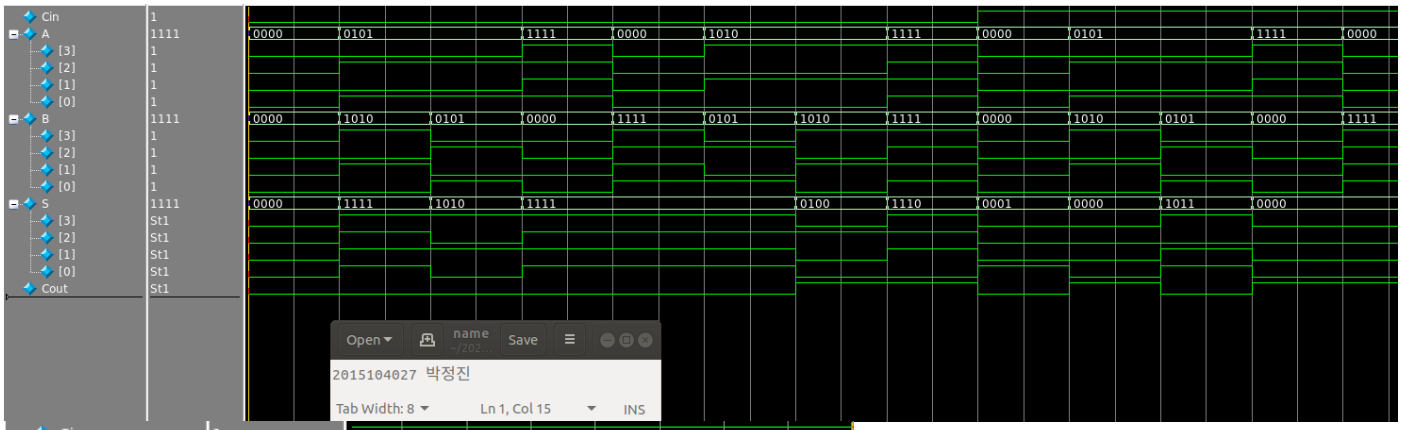
-5 주차-

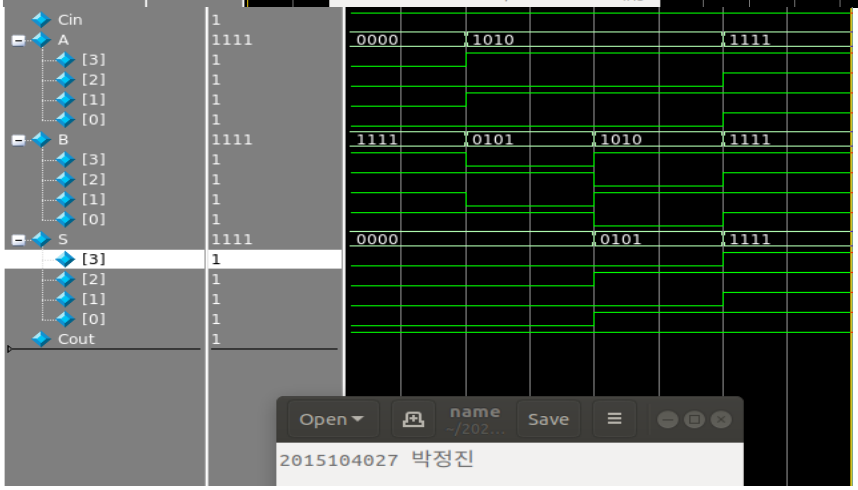
전자공학과
2015104027
박정진

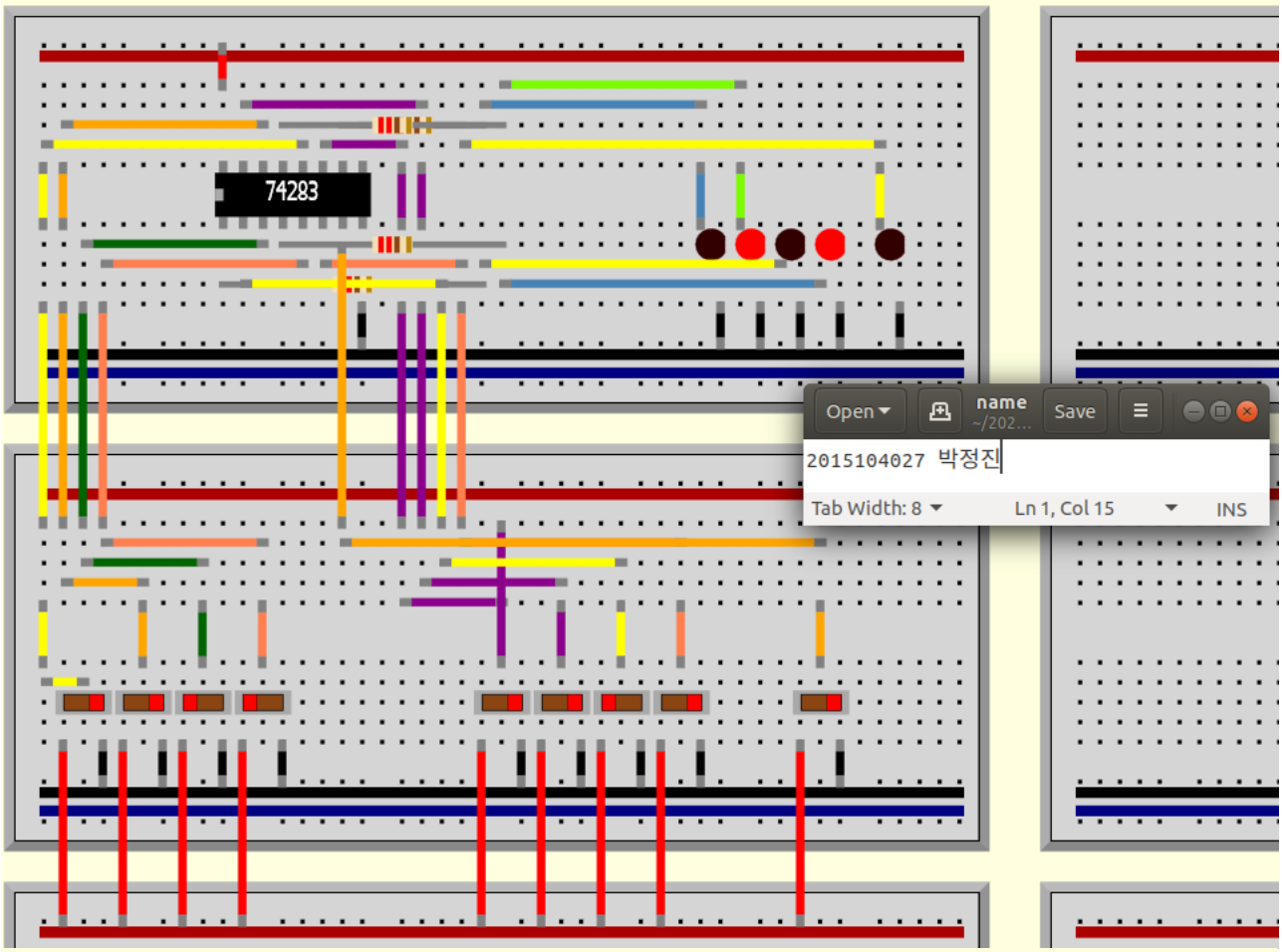
실험 결과

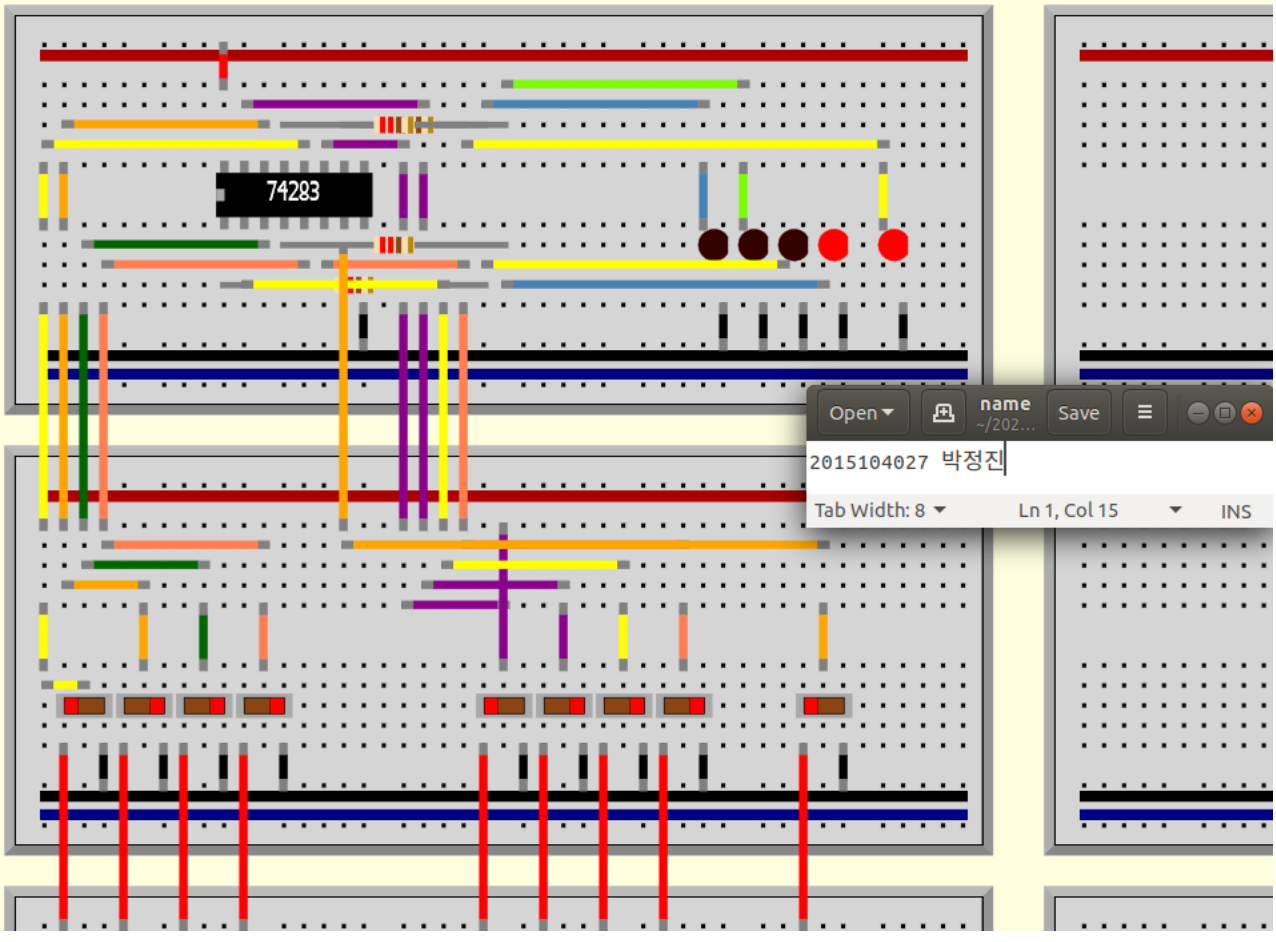
Lab08 - 1 TTL74283







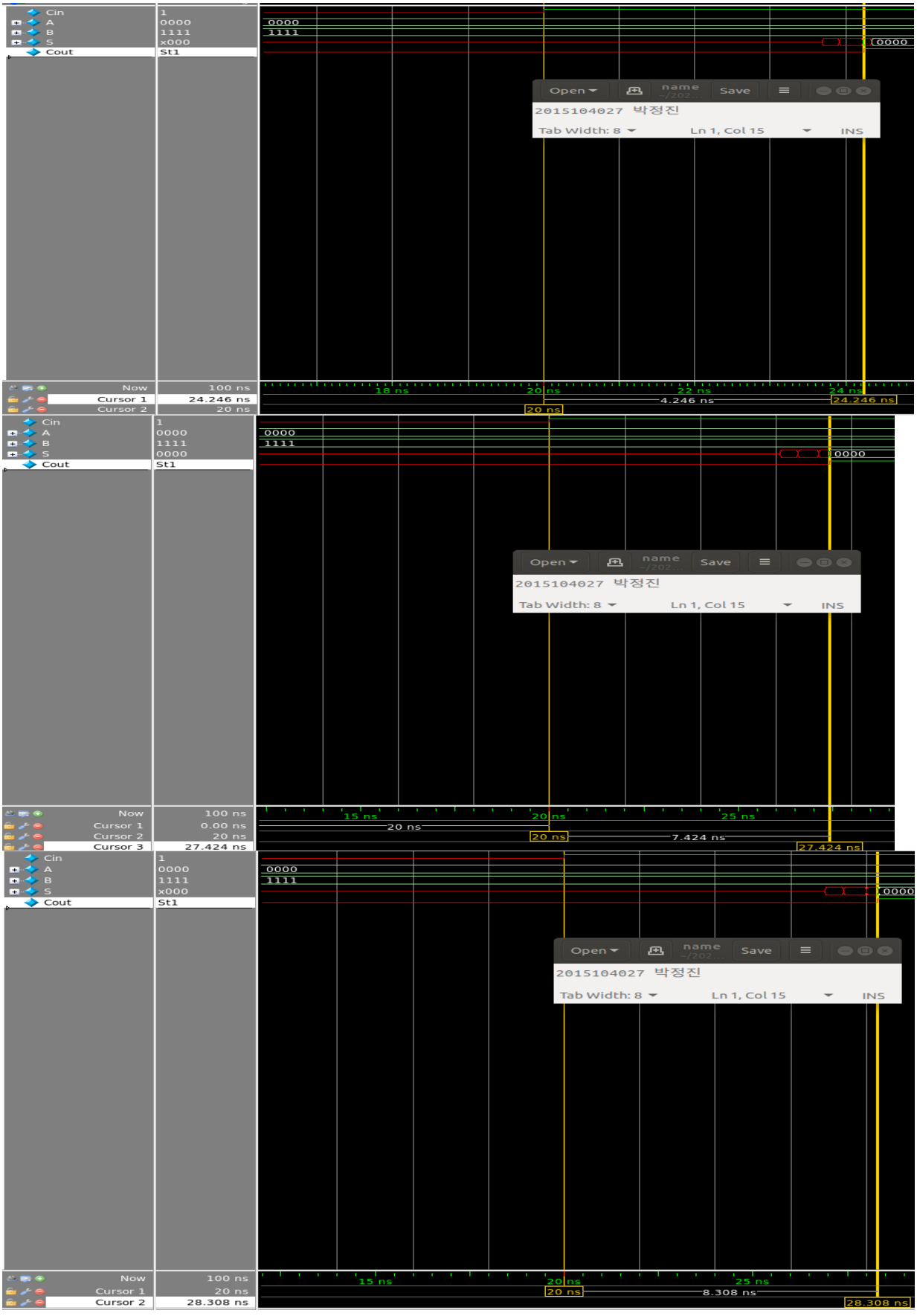




첫 번째 결과 -> 3 + 2 + 0 = 5 (5'b00101)
두 번째 결과 -> 8 + 8 + 1 = 17 (5'b10001)

저번 당일결과 보고서에서 설명을 이상하게 하였는데 퀴터스 시뮬레이션에서는 틀린게 없다. 다만 Carry out 을 결과의 MSB 로 취급한다면 15+ 15+ 1 = 31(5' b11111) 로 즉 5bit 의 결과는 모두 맞게 계산이 정확하다. 하지만 입력 비트수의 제한과 그에 따른 결과 비트수의 제한으로 계산 결과값은 0~31 까지 밖에 계산을 못한다는 것을 잘 못 표현했다.

Lab08 - 2 ttl74283 Delay Time



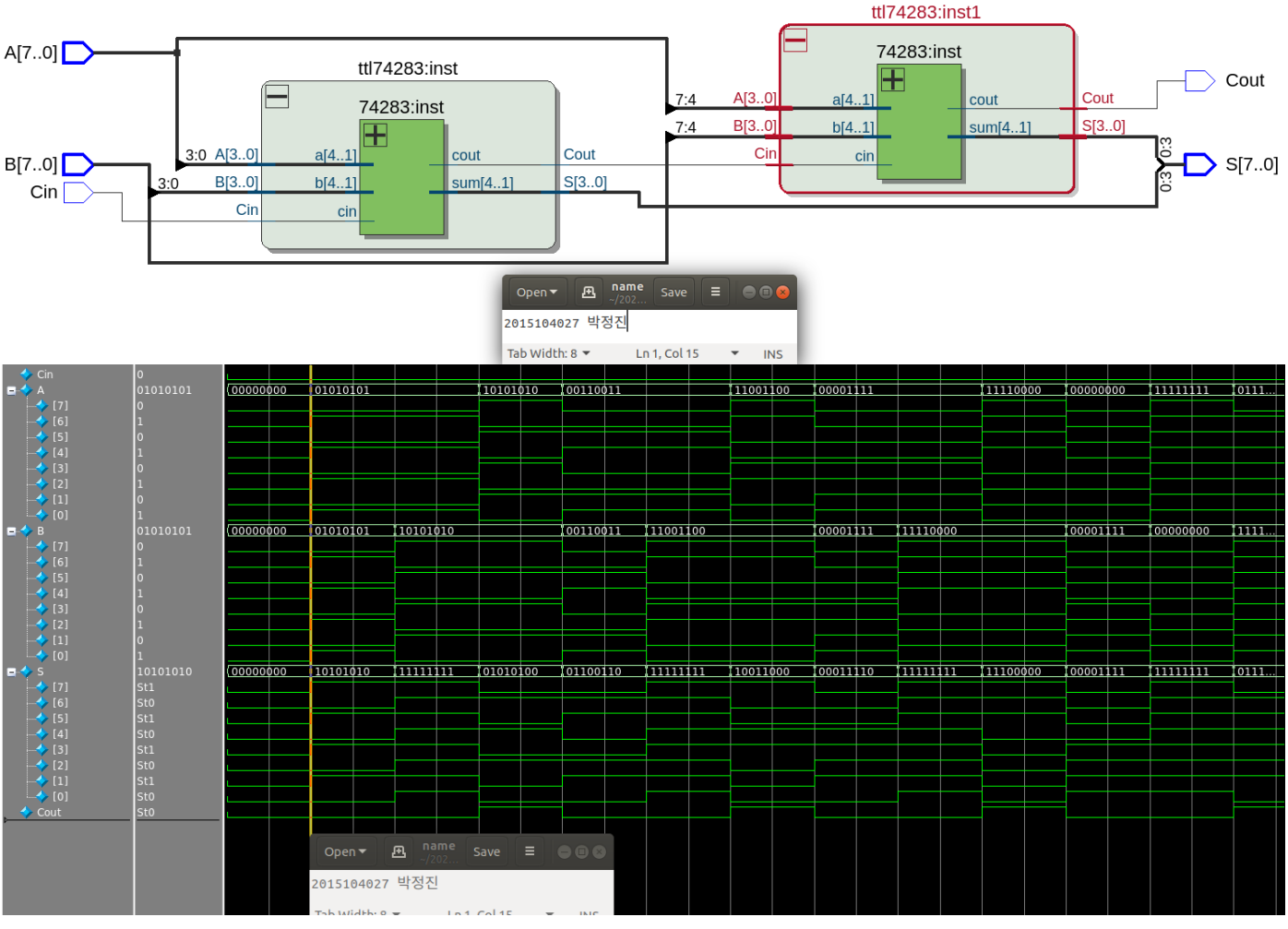
VDD = 1.2V

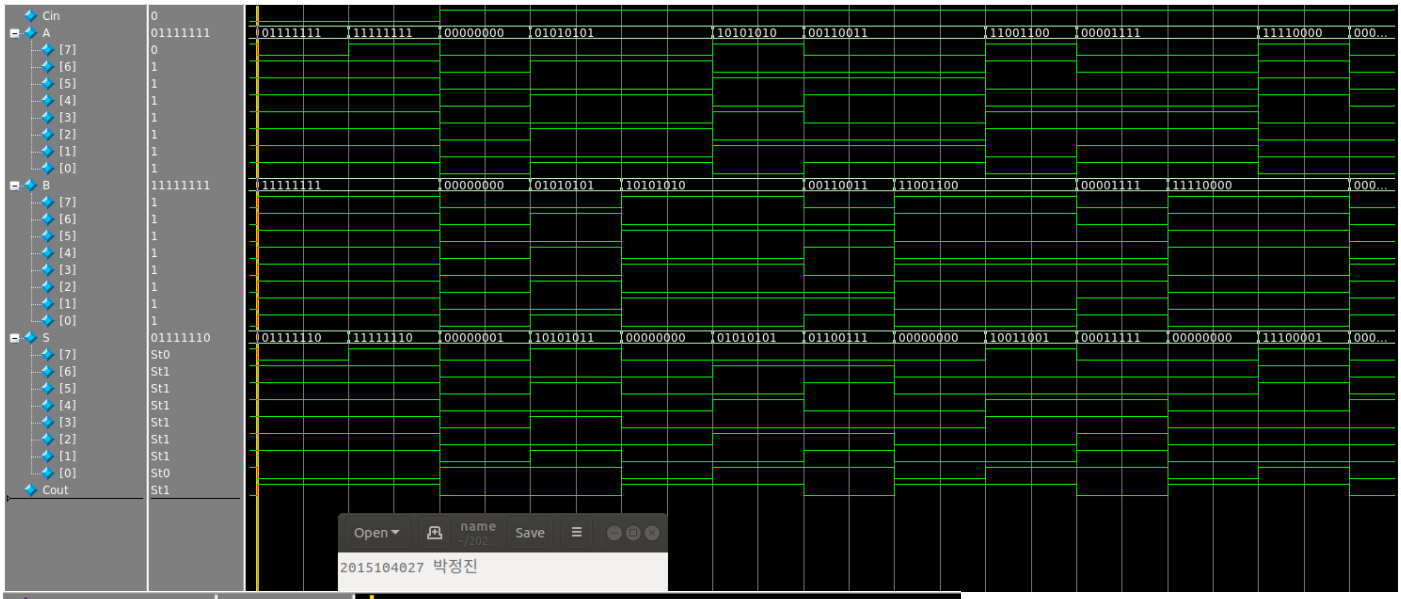
Model	Delay Time
fast, 0℃	4.246ns
slow, 0℃	7.424ns
slow, 85℃	8.308ns

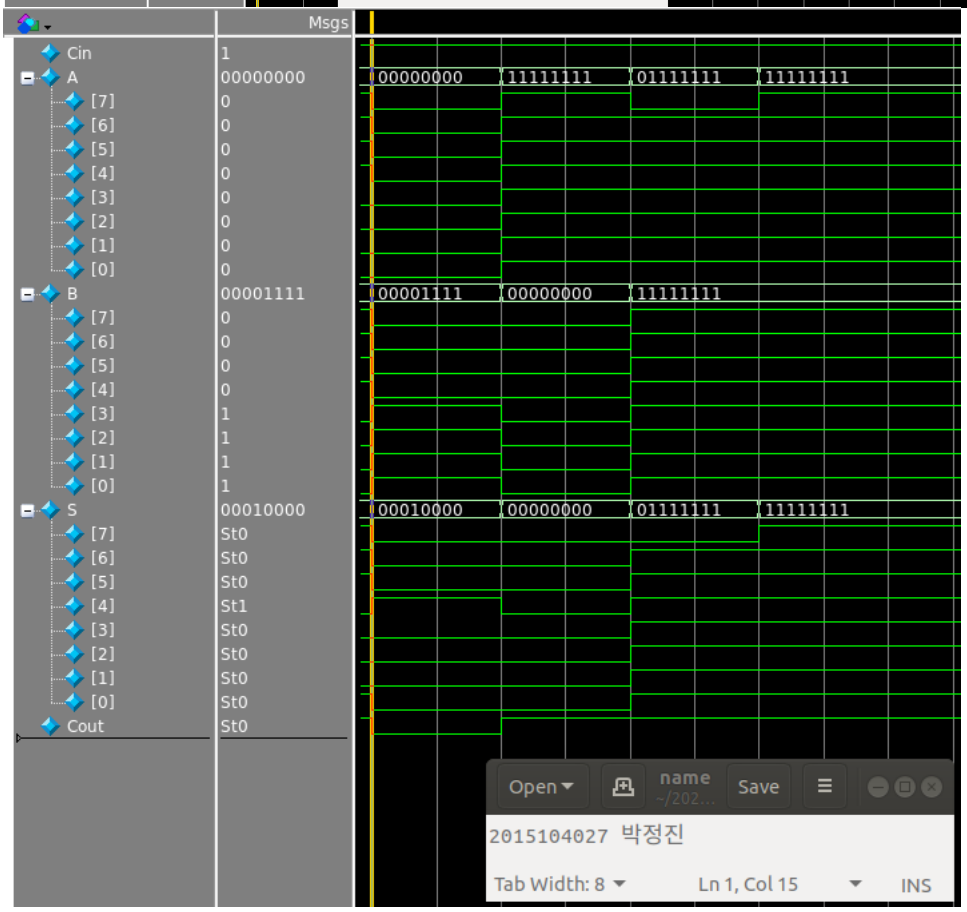
공급전원은 1.2V 고정으로 하고 Device 는 Cyclone 4, EP4CE115F29C7N 를 이용했다. 그리고 해당 회로에 구성되어있는 MOSFET 모델을 코너 별, 온도 별로 Delay 를 측정 해보았다.
예상대로 Fast 코너가 Slow 코너보다 Delay 가 적음을 알 수 있고 온도가 높을 수록 더 Delay Time 이 길어지는 것을 확인 할 수 있다. 이는 온도가 높아지면서 MOSFET 의 electron, hole 들이 Lattice scattering 에 영향을 더 많이 받아 mobility 가 감소한다. 이는 MOSFET 의 I_{on} 양이 적어지는 것을 의미한다. 전류량이 적어지면 MOSFET 의 속도가 줄어든다는 것을 뜻한다. (따라서 CMOS Logic gate 에서는 공급전원 또한 전류량을 결정하는 요소이기 때문에 1.2V 로 고정한 후 비교 분석했다. Fast Corner 는 일반적으로 Power 를 더 소모하므로 Power 와 속도를 Trade-off 로 상황에 따라 맞는 모델을 쓰면 됨을 알 수 있다.)

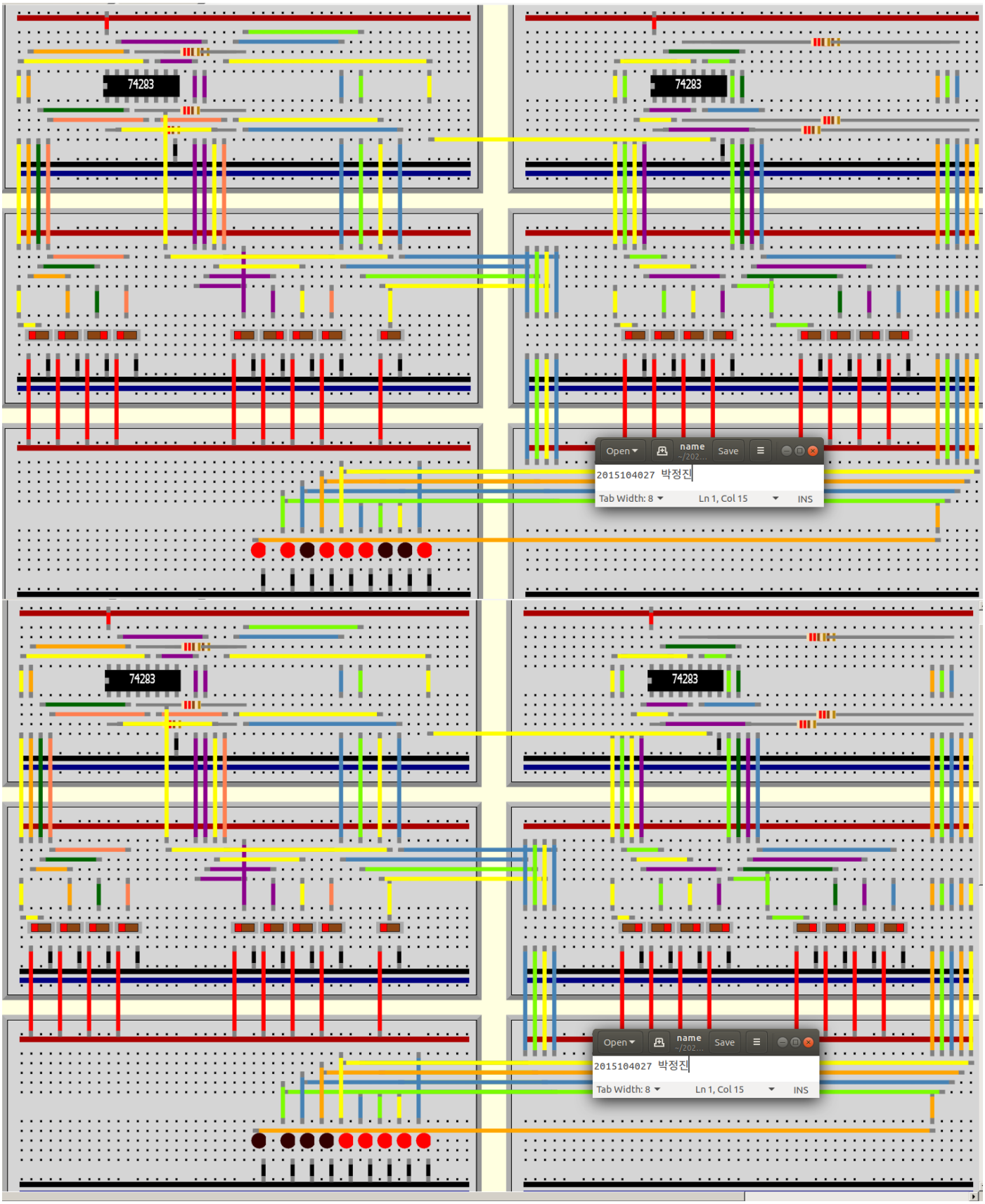
Delay 의 빵판 실험은 실험할 수 없다. 쿼터스의 gate-level simulation 과 다르게 빵판 시뮬레이터는 딜레이에 대한 모델이 구현이 되어 있지 않기 때문에 딜레이 없이 ideal 한 결과만을 볼 수 있기 때문이다.

Lab08 - 3 8bits adder




Cin
A
B
S
Cout
Open
name
Save
2015104027 박정진

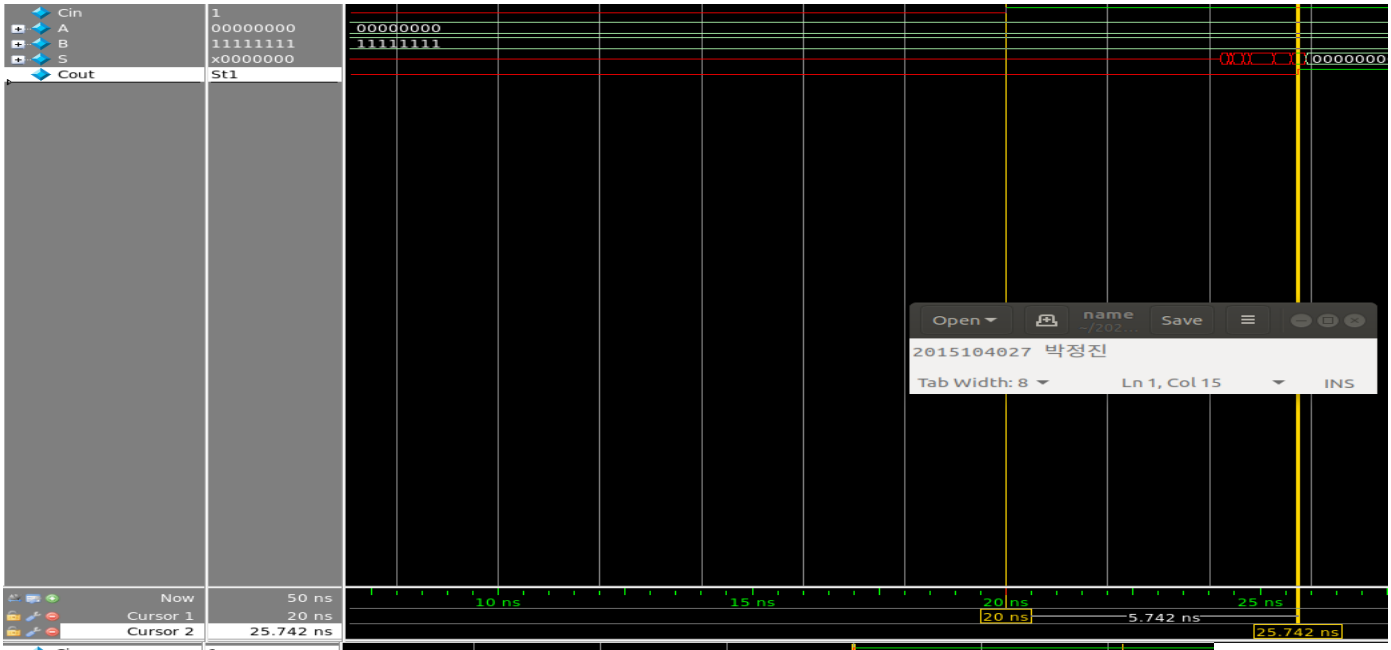

Msgs
Cin
A
B
S
Cout
Open
name
Save
2015104027 박정진
Tab Width: 8
Ln 1, Col 15
INS

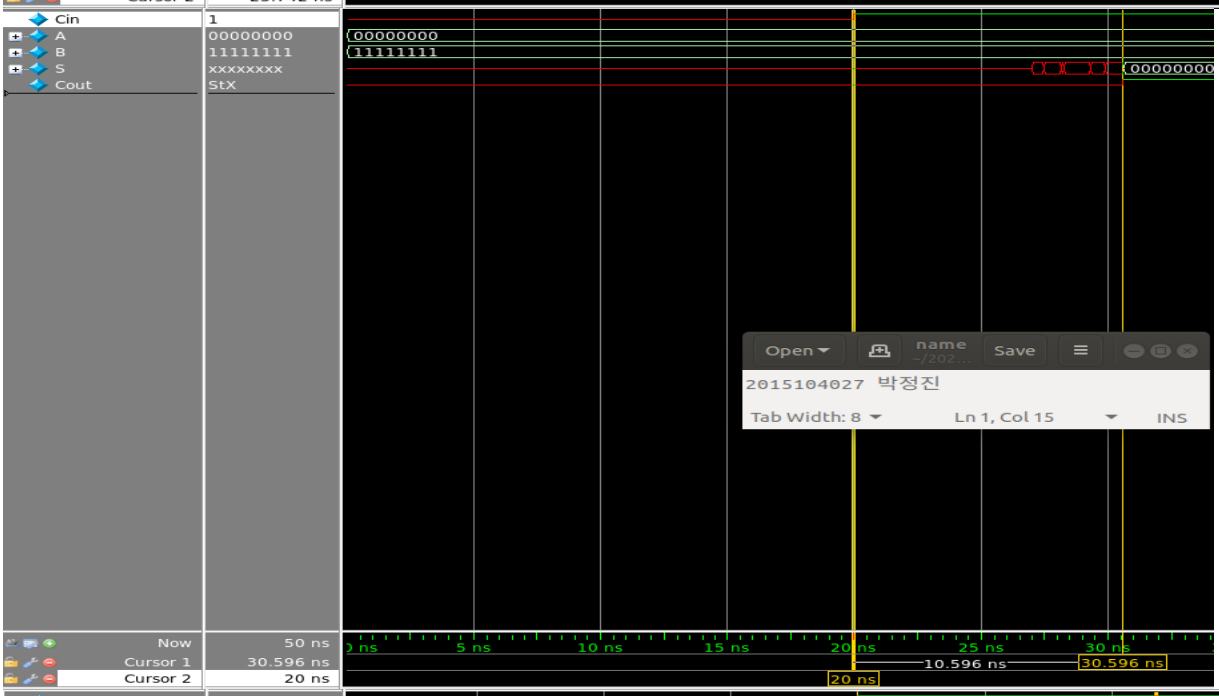


첫 번째 그림 -> 237 + 203 + 1 = 441
두 번째 그림 -> 16 + 16 + 1 = 31

이 파트의 설명 또한 위와 동일하게 설명을 이상하게 하였다. 하지만 퀴터스 시뮬레이션 결과는 정확하고 여기서도 마찬가지로 Carry out 을 결과의 MSB 로 취급한다면 511 로 즉 9bit 의 결과는 모두 맞게 계산이 정확하다. 하지만 입력 비트수의 제한과 그에 따른 결과 비트수의 제한으로 계산 결과값은 0~511 까지 밖에 계산을 못한다는 것을 잘 못 표현했다.

Lab08 - 4 8bits adder Delay Time





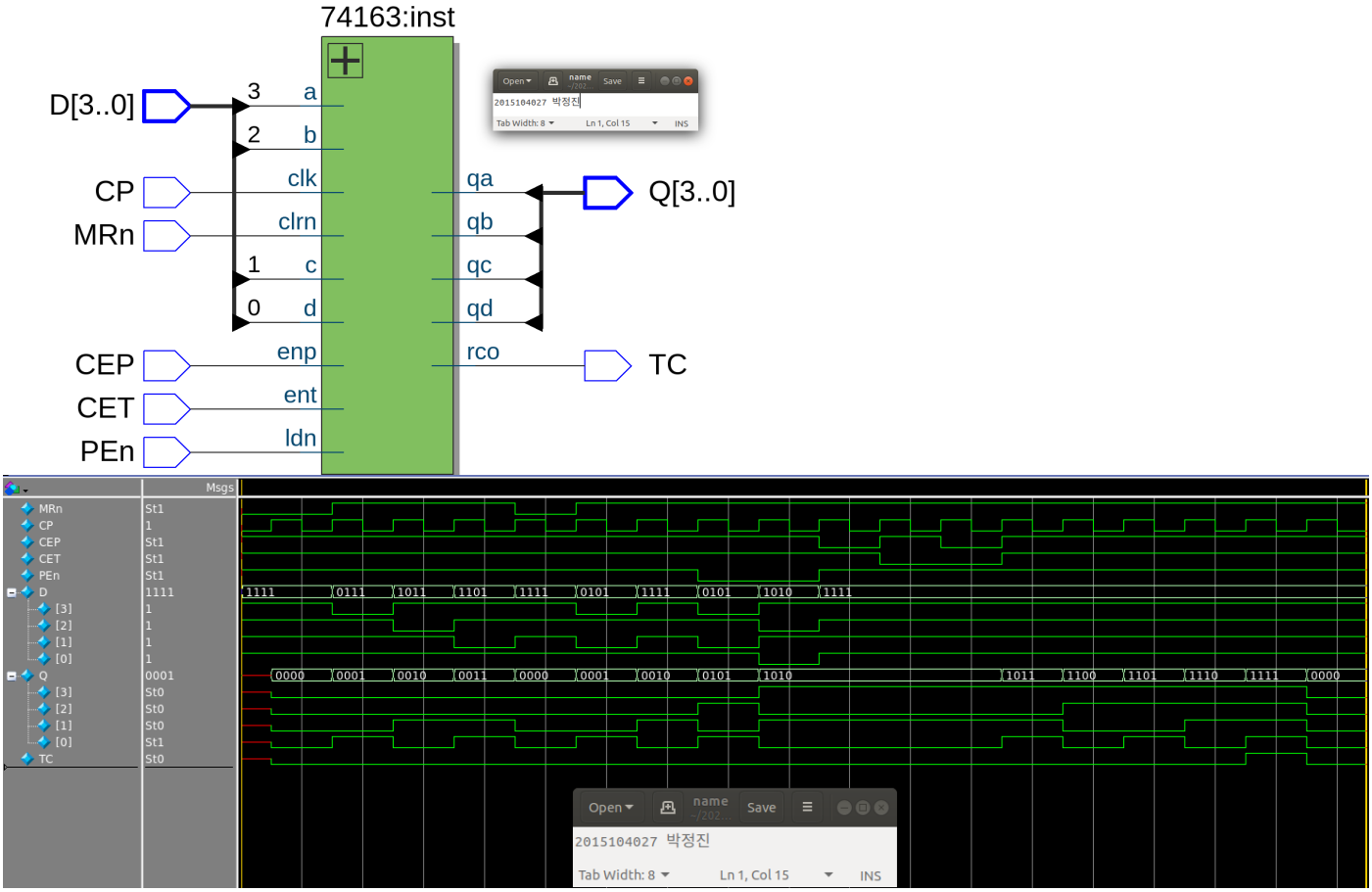
VDD = 1.2V

Model	Delay Time
fast, 0℃	5.742ns
slow, 0℃	10.596ns
slow, 85℃	11.736ns

위의 실험과 마찬가지인 조건에서 실험을 진행했다. 결과는 예상한 그대로 fast 가 slow 보다, 온도가 낮을 때가 높을 때보다 Delay time 이 적음을 확인 할 수 있다.
Delay time 이 이전 Adder 를 한 개 썼을 때보다 Carry 를 Series 로 연결 한 것이 Delay Time 이 더 오래 걸리는 것을 확인 할 수 있다. 하지만 두 개를 썼다고 Delay 가 두 배가 아닌 이유는
첫 번째로 Delay 는 Gate level 에서 각 게이트의 Delay 만을 영향을 받고 Carry 는 그 전 Adder 에서 계산 되기만 하면 그대로 뒤의 계산은 Carry 가 거치는 게이트들의 Delay 만 지나면 계산이 완료되고 두 번 째 Adder 는 Carry 를 내보낼 것이다. 즉 두 번째 Adder 는 앞의 Adder 가 계산을 완료하고 계산을 하는 것이 아니라 A+B 계산은 둘다 동시에 한다는 의미이다. 단지 +Cin 의 계산만의 Delay 가 추가되는 것이다. (Carry propagation)
두 번째로 logic effort, fanout effort 와 parasitic delay 를 고려한 linear RC Delay model 에서 이 회로의 delay 는 이전 ttl74283 의 두 배가 아니라는 것을 알 수있다. 그에 대한 분석은 보고서의 양이 길어지므로 생략한다.
해당 딜레이를 줄이기 위해서 사용되는 대표적인 방법은 Carry-lookahead adder 인데 딜레이는 줄이지만 complexity 가 adder 의 수에 비례하여 기하급수적으로 늘어난다는 단점이 있다.

위의 실험과 마찬가지로 Delay 의 빵판 실험은 실험할 수 없다. 퀴터스의 gate-level simulation 과 다르게 빵판 시뮬레이터는 딜레이에 대한 모델이 구현이 되어 있지 않기 때문에 딜레이 없이 ideal 한 결과만을 볼 수 있기 때문이다.

Lab09 - 1 TTL74163

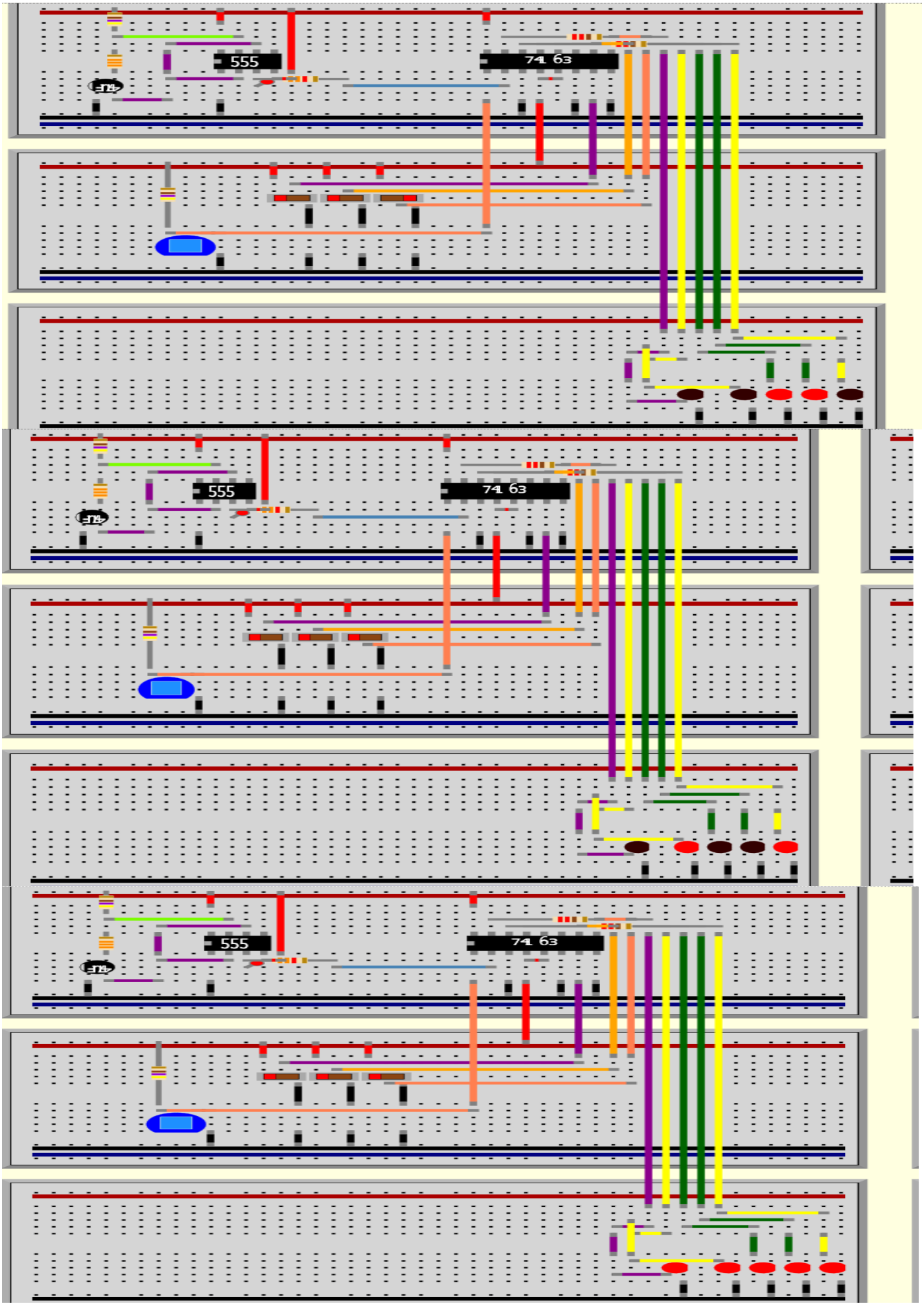


각 핀에 대한 설명을 붙이면
CP = Rising Edge Trigger (Positive edge clock)
MRn(Clrn) = Synchronous clear (active Low(0))
CEP(ENP) = Enable Parallel
CET(ENT) = Enable Trickle
PEn(LDn) = Synchronous load (active Low(0))
TC(RCO) = Ripple Carry Out
이다.

Truth Table

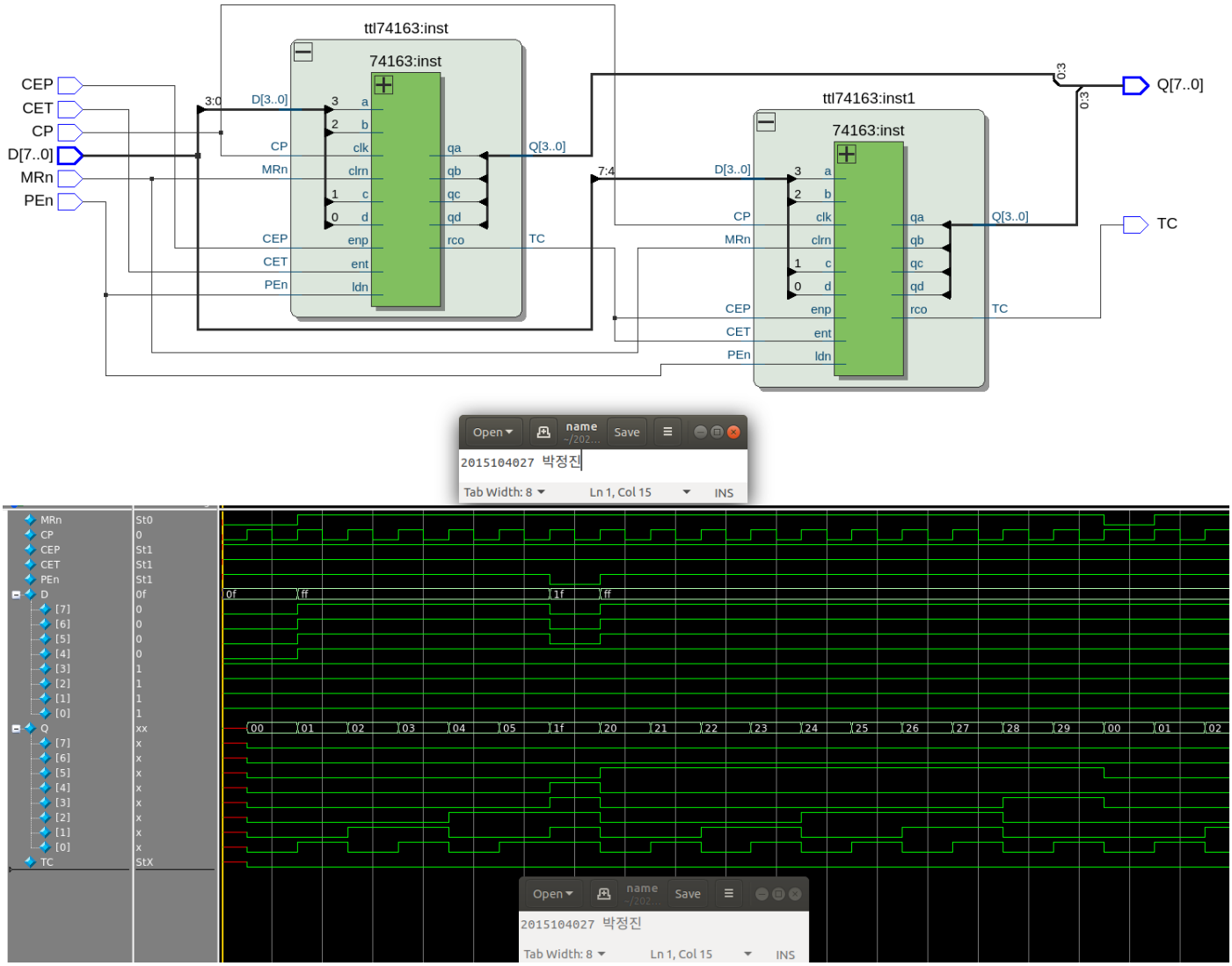
MRn	CP	CEP	CET	Pen	Q	RCO	Operation
0	↑	x	x	x	0	0	Clear
1	↑	x	x	0	D	-	Load
1	↑	1	1	1	Q(t-1)+1	0	Count
1	↑	1	1	1	1111	1	Carry out
1	-	0	1	1			Hold&Carry
1	-	x	0	1			Hold

4bits Counter 가 위의 Truth table 처럼 제대로 작동되는 것을 확인 할 수 있고 모든 Operation 을 확인 할 수 있다.

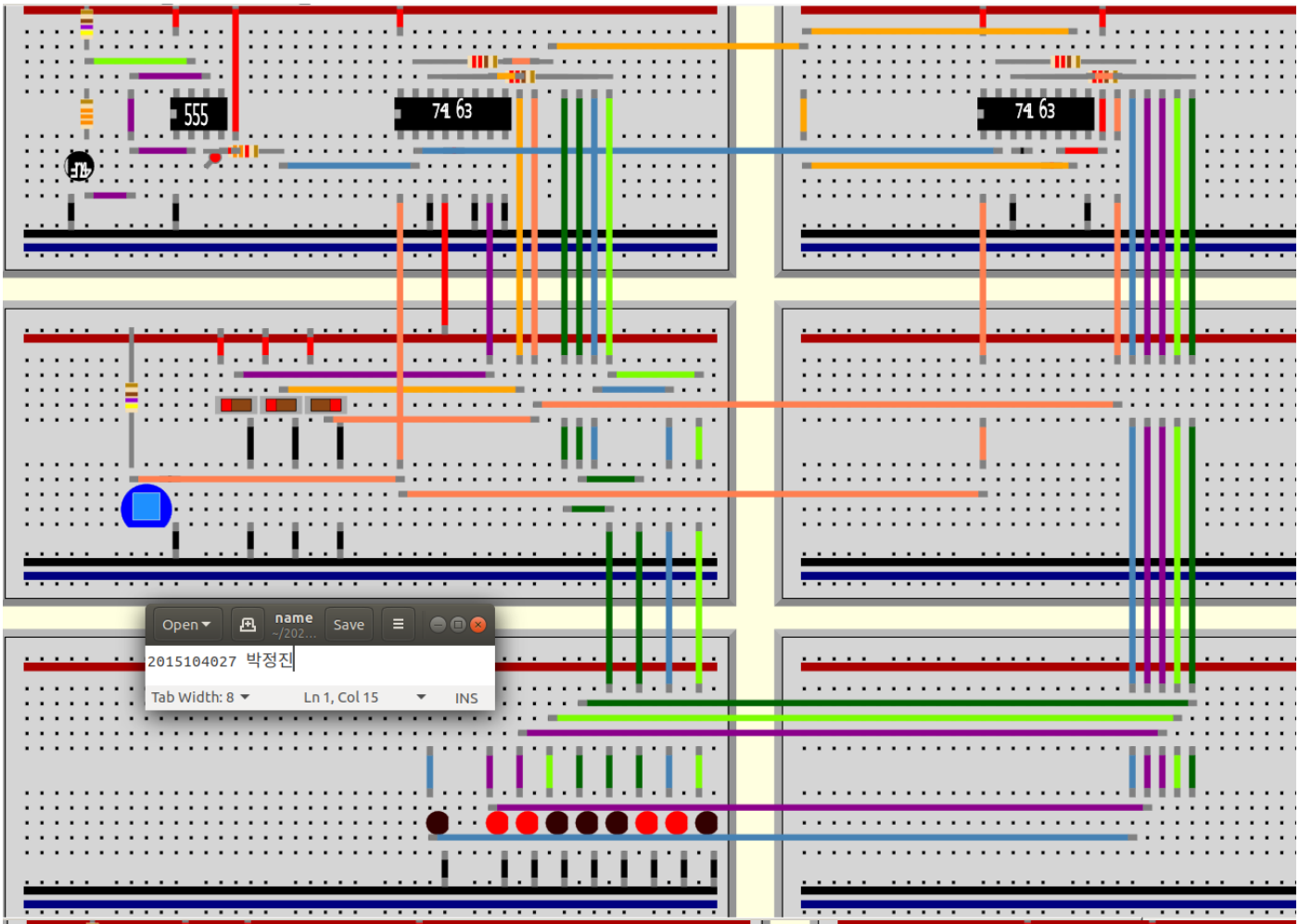


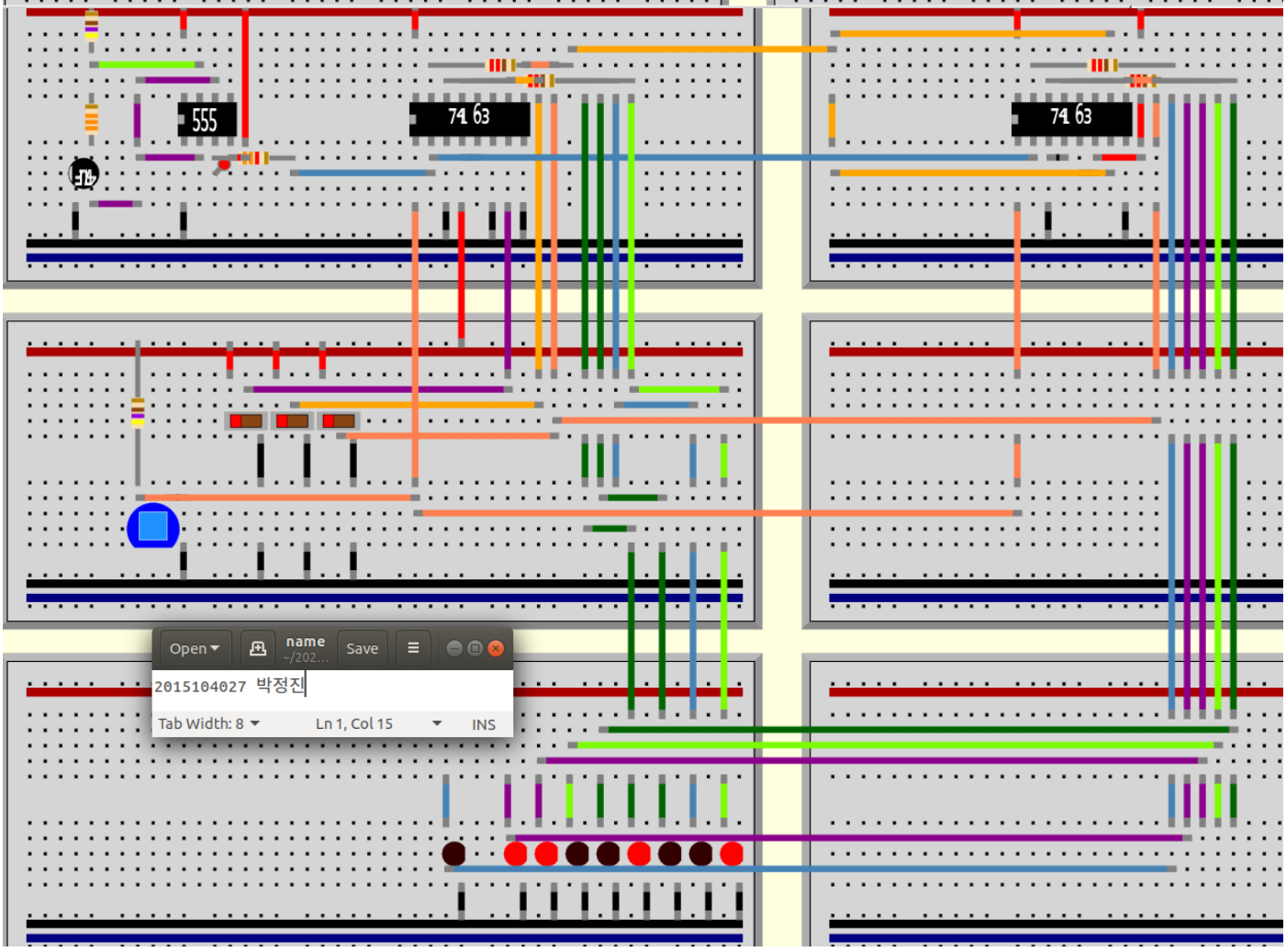
로드 기능 포함 카운터의 동작이제대로 출력 되는 것을 LED 를 통해 확인 할 수 있다.

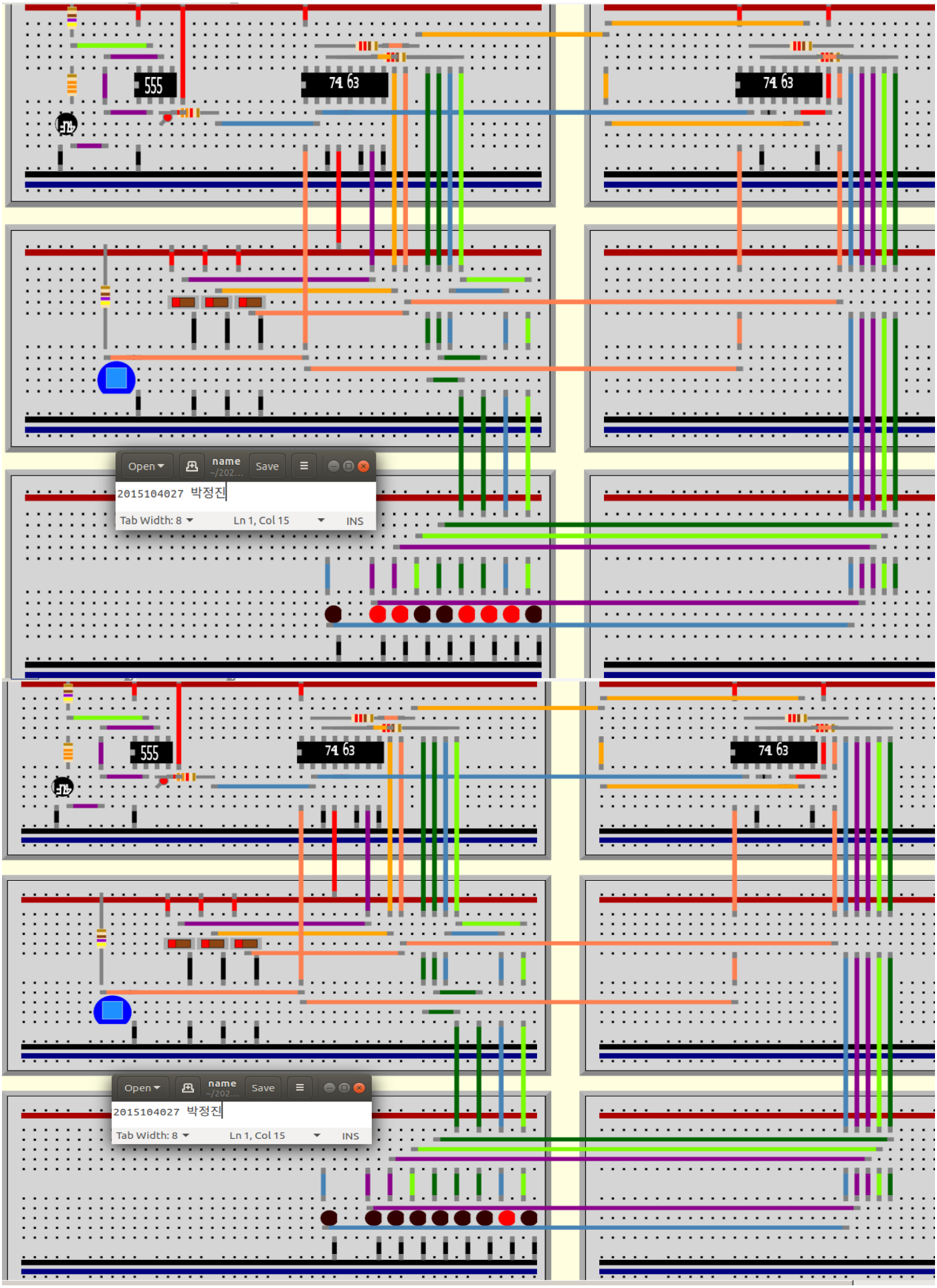
Lab09 - 2 8bits counter



위의 실험과 마찬가지로 각 Truth table 의 경우마다 동작이 완벽히 이루어짐을 확인할 수 있다. 두 ttl 의 연결은 LSB 쪽 [3..0]의 counter 가 4'b1111 에 도착하면 TC 가 High 가 된다. 이 핀을 MSB 쪽 [7..4]의 Counter 의 CEP, CET 에 연결하였다. 따라서 8'b00001111 이후 8'b00010000 이되고 이후 schematic 상 앞 counter 의 CEP, CET 가 High 이면 8'b0001(hold)0001(count) 식으로 8bit counter 가 동작하는 것을 확인 할 수 있다.
(버스 표현의 간단함을 위해 Hex code 로 나타내었다.)


555
74 63
74 63
Open
name
~/202...
Save
2015104027 박정진
Tab Width: 8
Ln 1, Col 15
INS


555
74 63
74 63
Open
name
~/202...
Save
2015104027 박정진
Tab Width: 8
Ln 1, Col 15
INS



위와 마찬가지로 로드 기능 포함 카운터의 동작이제대로 출력 되는 것을 LED 를 통해 확인 할 수 있다.