Progetto d'esame - Battaglia navale

Carlo Vassallo - matricola: 892613

Architettura degli elaboratori I - anno 2016/17

Specifiche del progetto

Il progetto ha come obbiettivo quello di simulare, in logisim, un circuito che permetta a due utenti di giocare a battaglia navale.

Input/output:

- **Display:** ogni giocatore potrà visualizzare lo stato delle sue navi sul proprio display che mostra la griglia di gioco di dimenzioni 4x6.
- **7segment Display:** due display a 7 segmenti che permettono ad ogni giocatore di visualizzare il proprio numero di barche rimanent
- **Keypad:** una tastiera composta da 11 tasti, contenenti le lettere dalla 'A' alla 'D', i numeri dall '1' al '5', e un tasto 'attacca'. Il tasto 'attacca' effettua la mossa del giocatore "tirando una bomba" nella casella del giocatore avversario selezionata attraverso gli altri tas
- **New Game Button:** un bottone che permette di iniziare una nuava partita.
- **Led di stato:**: al lato di ogni display è posto, uno che indica lo stato del gioco:
  - *led blu:* se siamo nella fase di preparazione al gioco e il giocatore sta posizionando le proprie navi
  - *led verde:* se la partita è avviata ed è il proprio turno di gioco
  - *led rosso:* se la partita è avviata ma è il turno dell'avversario

Ciclo di gioco:

1. **Preparazione al gioco:** in questo stato i giocatori posizioneranno le navi a disposizione (per un totale di 6 caselle riempite) selezionando la posizione di destinazione e premendo invio per ogni singola casella da occupare. Questo stato termina automaticamente quando ogni giocatore ha finito il posizionamento.
2. **Turno giocatore:** è il turno del primo giocatore. Quest'ultimo deve selezionare la casella da colpire attraverso il keypad e cliccare 'attacca'. L'attacco avra effetto sulla griglia dell'avversario che potrà visulaizzare sul proprio display se è stato colpito o meno. Al clic del bottone 'attacca' il turno vinene automaticamente passato all'avversario. Questo stato termina quando uno dei due giocatori vinc
3. **Fine del gioco:** uno dei giocatori ha vinto e la partita viene automaticamente resettata.

Memorizzazione:

- **Griglie dei giocatori:** ogniuna delle due griglie è salvata in una memoria indirizzabile composta da 48 celle da 2 bit ciascuna. Gli indirizzi sono da 6bit di cui:
  - *1° bit* rappresenta il giocatore; 0 per il 1°, 1 per il 2°
  - *2°, 3° bits* raprresentano la riga sulla griglia
  - *4°, 5°, 6° bits* raprresentano la collonna sulla griglia.

  Ogni cella puo contentere:
  - *00* in presenza di acqua
  - *01* in presenza di un segmento di nave integro
  - *10* in presenza di un segmento di nave colpita
- **Stato:** lo stato del gioco, rapresentato da un led è salvato in una memoria da 3 bits con il seguente formato:
  - *1° bit* rappresenta la fase di gioco; 0 posizionamento delle navi, 1 partita.
  - *2° bit* turno del giocatore; 0 per il primo giocatore, 1 per il secondo.
  - *3° bit* stato della mossa, 0 se in attesa, 1 se è stata inviata.
- **Contatore Navi:** questi contatori, uno per giocatore, hanno un molteplice utilizzo: quello di tenere traccia delle sezioni di nave che sono state posizionate dai giocatori durante la fase di preparazione, e quello di tenere traccia delle sezioni di nave ancora integre pe

giocatore. Questo ci permette di reagire al completamento della fase di preparazione e alla vitoria di un giocatore, nonche di visualizzare lo score di ogni giocatore.

Componenti

Ogni componente di questo progetto, fatta eccezzione per le porte logiche e i led, è stato realizzato personalmente.

Componenti base:

- **Flip-Flop D**
- **Decoder** a 6 bit
- **Multiplexer** da 64 vie da 2 bit

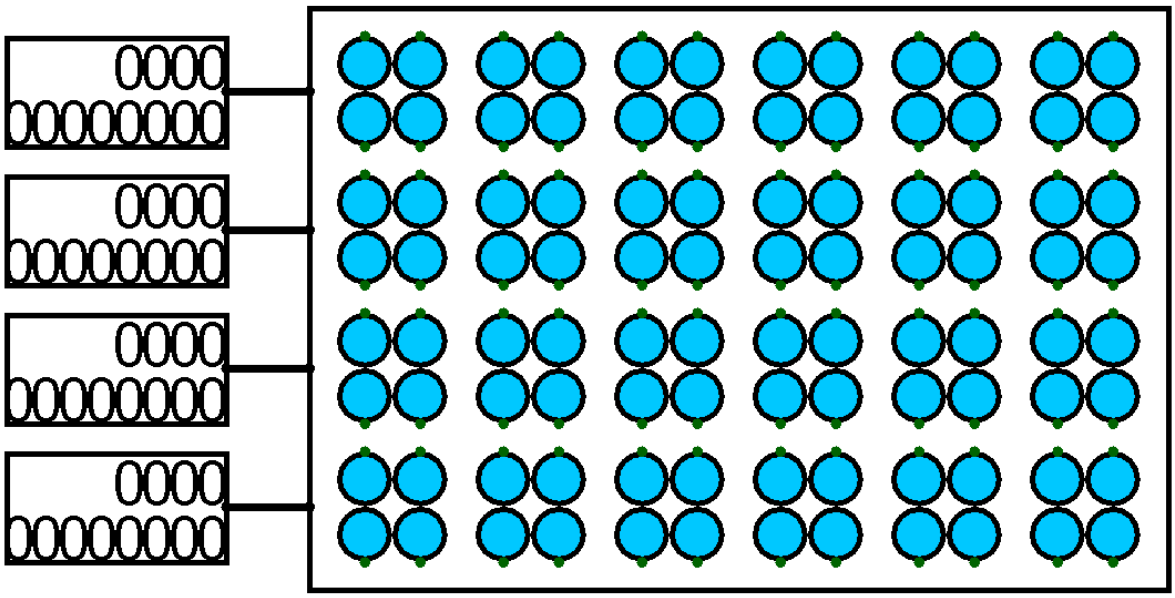
Componenti:

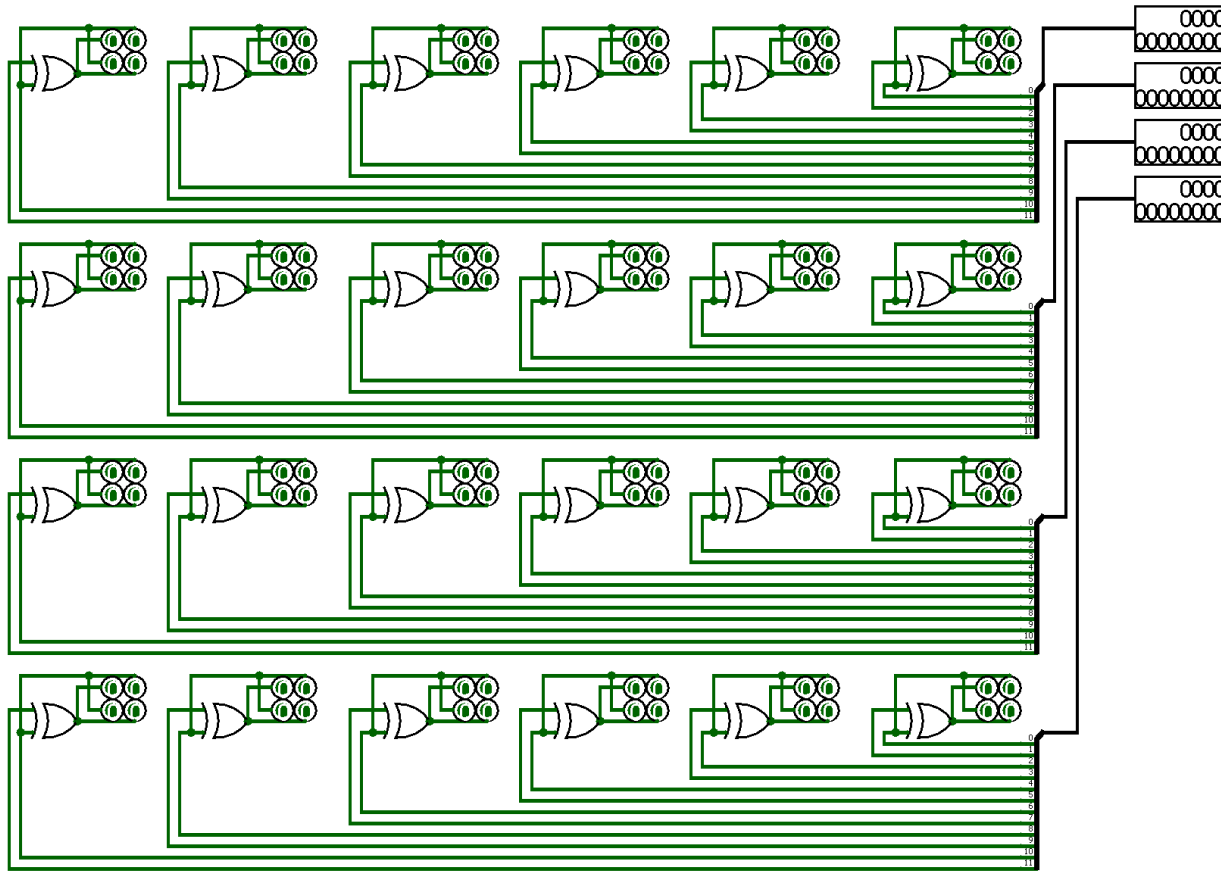
- **Display** (x2)
- **Memoria** (x1)
- **Keypad** (x2)
- **StateManager** (x1)
- **ShipCountManager** (x1)
- **AttackProcessor** (x1)
- **AttackKeeper** (x1)

Principio di progettazine:

Ogni componente è stato sviluppato in funzione dello stato. Infatti lo stato definisce come e quando i componenti devono agire. Di base essi si limitano a fornire in output il valore che hanno ricevuto in input durante gli stati di attesa (3° bit di stato a 0) e solo quando lo stato muta in stato di "attacco" (3° bit a 1) l'output sarà un nuovo valore.

Display





Questo componente ha il compito di mostrare ai giocatori lo stato delle proprie navi ed è composto da:

- **96 led:** in gruppi da quatto che rappresentano le celle della griglia di gioco. Ogni cella puo assumere la colorazione interamente blu se contiene acqua, interamente grigia se contiene un segmento di nave, metà grigia e meta blu a formare una croce se rappresenta un segmento di nave che è stato colpito. Per ottenere 2 colori è stato settato come colore del led spento il colore celeste e grigio pe led acceso. La tensione su ogni led è gestita dal driver del display.
- **Display Driver:** questo componente, che possiamo immaginare come lo chassis del display, ha il compito di accendere a dovere og led in modo da rispecchiare la griglia di gioco salvata in memoria. Questo driver ha 4 input da 12bit ogniuno, ovvero la

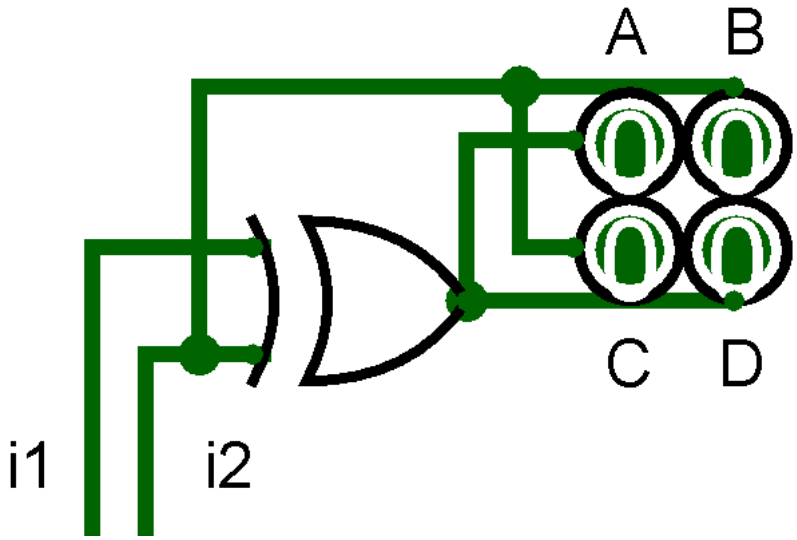
rappresentazione binaria di ogni riga della griglia di gioco. In oltre presenta 96 pin di output posizionati a dovere in modo da potervic posizionare sopra i led, immaginando che siano saldati sopra. Internamente questo componente si limita a leggere dagli input il valc che ogni cella (ovvero ogni gruppo di 4 led) deve visulaizzare, e accendere a dovere i led. Come da specifiche in memoria ogni cell è rappresentata su 2 bit come:

- *00* acqua
- *01* nave
- *10* nave colpita

Per fare ciò è stato creato un circuito cosi composto:

| i1 | i2 | | A | B | C | D | --| | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 1 | | 1 | 1 | | x | x | x | x |

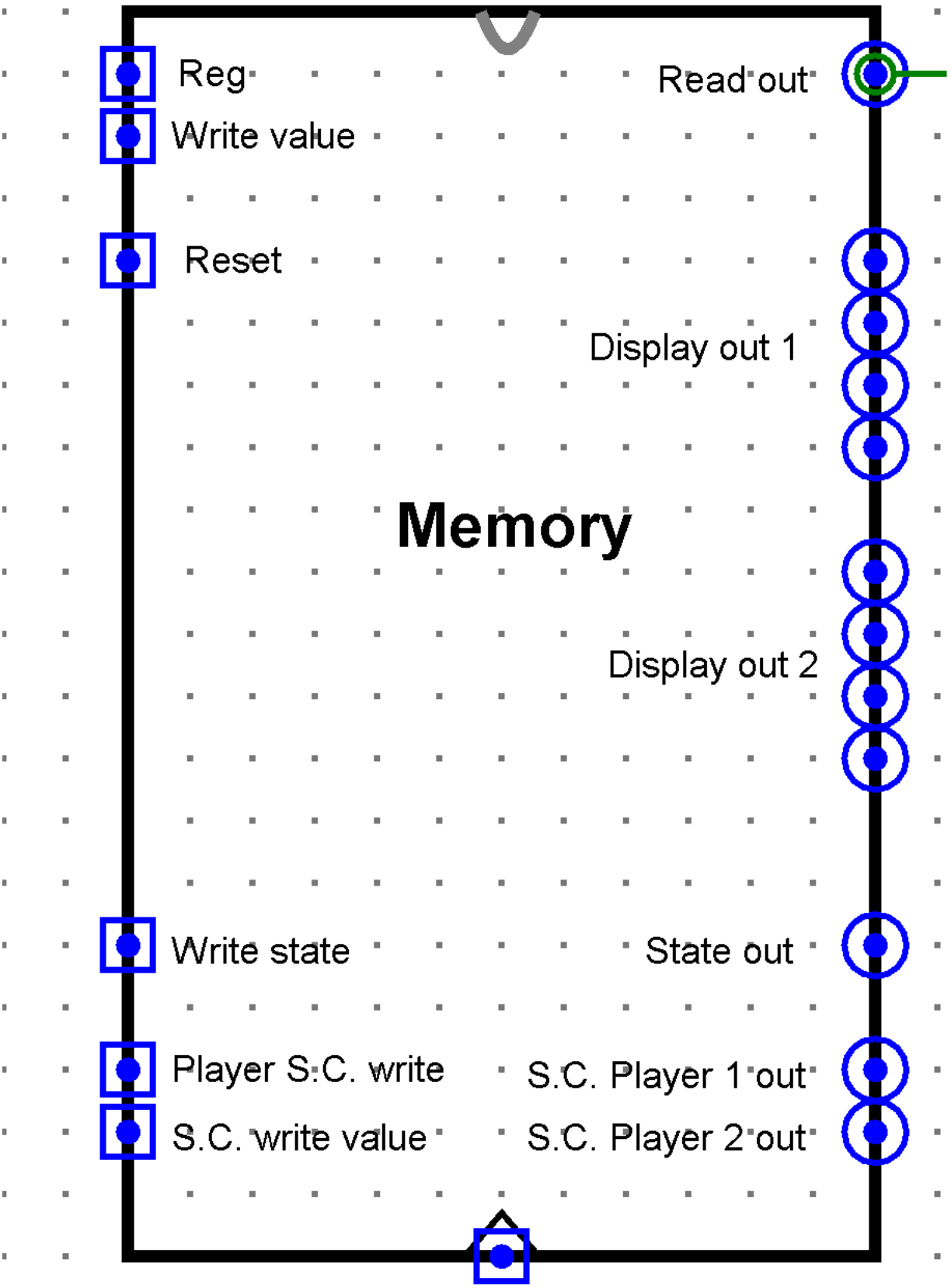
- B = C = i2
- A = D = (!i1 AND i1) OR (i1 AND !i2) = i1 XOR i2

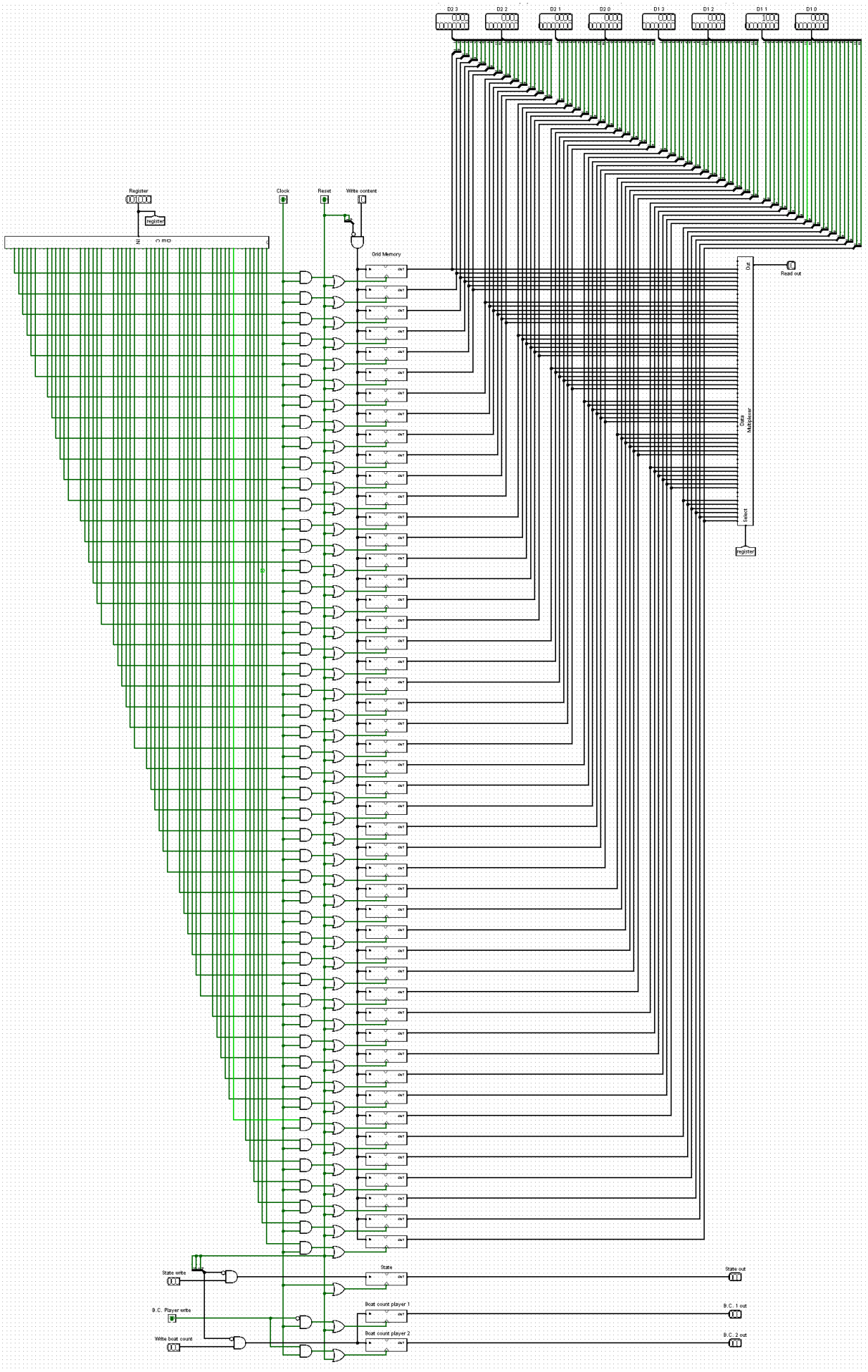


Considerazione

Durante la progettazione di questo display ho incontrate delle difficolta puramente strumentali. Infatti logism non mette a disposizione de led che possono assumere piu colori, cosa che nel mio caso sarebbero seviti per rappresentare i vari stati delle navi. Dopo delle ricerche ho trovato una soluzione che prevedeva la sovrapposizione di led con colori semi trasparenti in modo da sovrappore piu colori e attraverso le possibili combinazioni formare gli svariati colori. tuttavia logism non permette la sovrapposizione di led, infatti la soluzione sopracitata prevedeva lo sfruttamento di quello che sembra essere un bug. Dovendo scartare questa opzione ho pensato di utilizzare quattro led per ogni cella come sopra descritto. A questo punto pero collegare i led alla memoria utilizzando dei fili non avrebbe reso graficamente in quanto la distanza fra le celle sarebbe stata troppa e non avrei ottenuto un "simil-diplay", motivo per cui ho creato il drive con gli input sulla parte superiore del componente, invece che sui lati come è solito fare.

Memory


Reg
Write value
Reset
Write state
Player S.C. write
S.C. write value
Read out
Display out 1
Memory
Display out 2
State out
S.C. Player 1 out
S.C. Player 2 out


D2 3
D2 2
D2 1
D2 0
D1 3
D1 2
D1 1
D1 0
Register
register
Clock
Reset
Write content
Grid Memory
Out
Read out
Data Multiplexer
Select
register
State write
State
State out
B.C. Player write
Boat count player 1
B.C. 1 out
Write boat count
Boat count player 2
B.C. 2 out

Questo componente ha il compito di memorizzare i dati del gioco come le due griglie dei giocatori, il conto delle navi posizionate e rimanenti, e lo stato della partita. La struttura del circuito è molto simile ad un register file di una cpu.

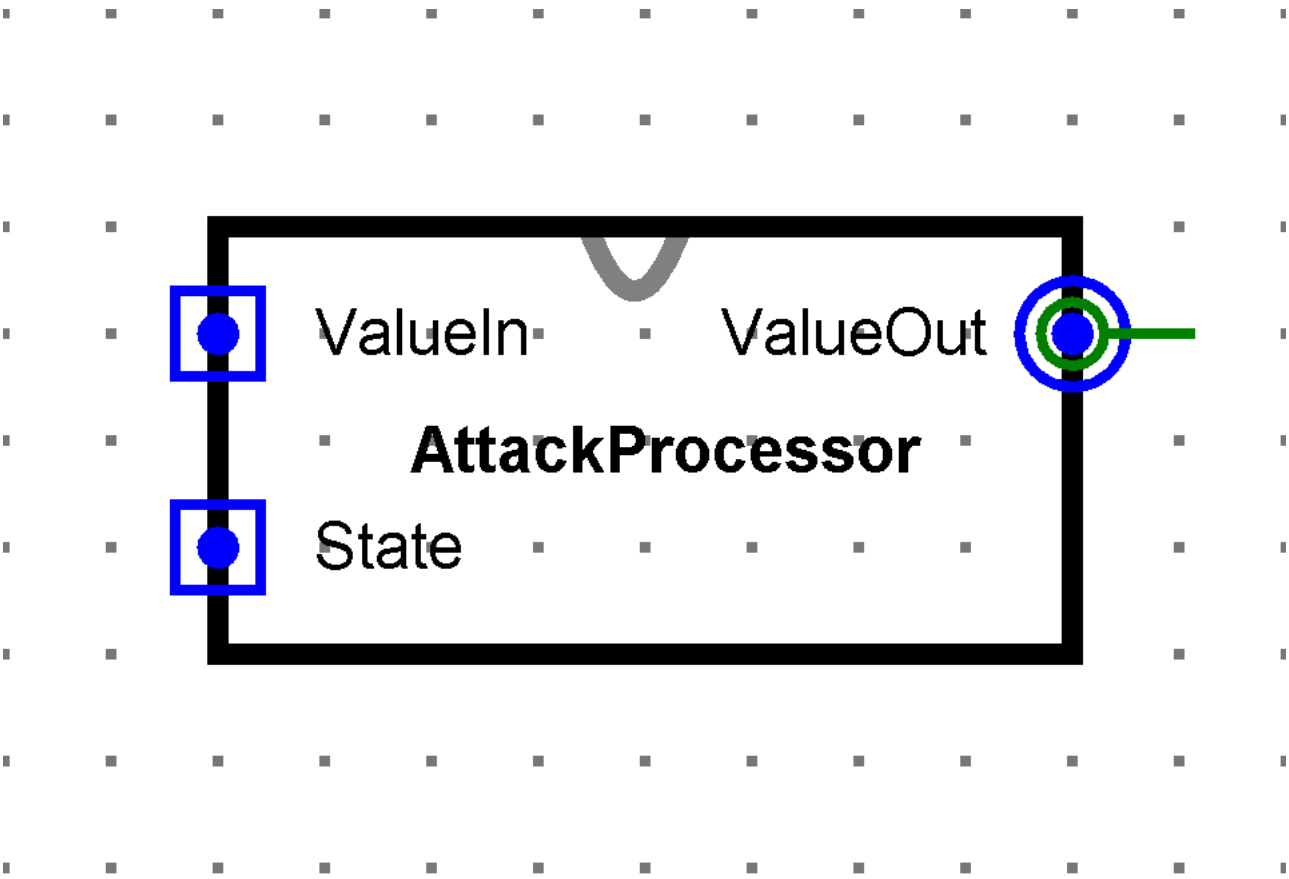
- **Griglie di gioco:** le due griglie di gioco sono memorizzate in una struttura ispirata al register file; infatti la scrittura avviene specificando l'indirizzo di registro e il suo valore e analogamente la lettura avviene specificando il registro da leggere. Per fare cio sono stati creati 64 registri da 2 bit, 1 decoder da 64 vie a 2 bit e 1 multiplexer da 64 vie a 2 bit. Il piano di indirizzamento e cosi formato: il 1° bit, più significativi, indica il giocatore, il 2° e 3° indicano la riga sulla griglia, il 4°, 5°, 6° indicano la colonna sulla griglia Essendo 6 le righe e 3 i bit utilizzati per rappresentarle, per ogni riga rimangono 2 indirizzi inutilizzati per un totale di 16 indirizzi superflui che non sono stati collegai a nessun registro. I dati qui memorizzati devono essere rappresentati sul display, motivo per cu sono state create delle uscite dedicate.
- **Stato della partita:** lo stato della partita è memorizzato in un registro da 3 bit appositamente creato, esso è accessibile in scrittura e lettura attraverso un ingresso e un uscita dedicate.
- **Conto delle navi:** Il contatore delle navi di ogni giocatore è memorizzato in 2 dedicati registri da 3 bit che sono accessibili in scrittur attraverso, un ingresso di selezione per specificare su quale giocatore agire, e un ingresso ove immettere il nuovo valore da memorizzare. Per le operazioni di lettura invece sono presenti 2 uscite dedicate per ogni contatore.

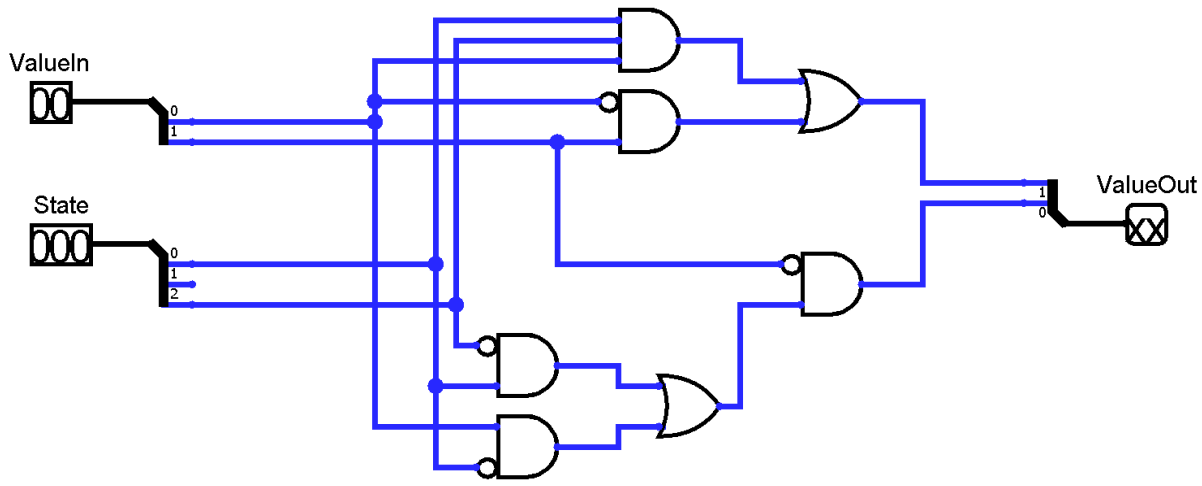
In oltre la memoria ha un input di reset, che setta a 0 ogni registro in modo da poter iniziare una nuova partita.

Considerazioni

La progettazione di questo componente non è stata particolarmente difficoltosa in quanto è per la maggiorparte ispirata al registerfile, le difficolta riscontrate sono state piu che altro relative alla costruzione fisica inquanto sia per il multiplexer e il decoder, sia per il componer in se è stato necessario collegare molti fili, operazione delicata che spesso ha portato a degli errori involtari e di conseguenza ad una fas di "debugging". Ho deciso di utilizzare un piano di indirizzamento "bucato" perche evitarlo mi avrebbe costretto a sviluppare un circuito p la traduzione degli indirizzi o qunatomeno avrebbe reso molto piu complicato il circito all'interno del keypad.Un problema che ho dovuto affrontare è stato quello relativo alla gestione di logisim dei latch-set-clear, infatti logism non supporta a pieno circuiti di quel tipo che inizialmente risultano essere un uno stato di errore e che spesso causano un errore del sistema detto 'Oscilation'. Per ovviare a questo problema ho collegato ogni memoria a un bottone in modo tale da essere sicuro che ogni valore contenuto nei registri sia inizializzato a inizio partita. Il problema dell'oscillazione invece mi mette in difficoltà in quanto apparenteente non rispetta alcun tipo di schema e sembr essere causato da una sorta di crash interno a logisim.

AttackProcessor





Questo componente è adibito al processing dell attacco. Come da principio durante gli stati di attesa loutput equivarrà a l'input. Durante fase di attacco questo componente distingue due casi:

- *Stato di preparazione:* in questo stato (1° bit di stato a 0) l'AttackProcessor fornirà in output 01 (valore che rappresenta una sezione nave) se il valore in input è 00 (valore che rappresenta l'acqua) in modo da permettere il posizionamento delle navi.
- *Stato di gioco:* in questo stato (1° di stato a 1) l'AttackProcessor fornirà in output il valore 10 (valore che rappresenta una sezione di nave affondata) se il valore in input è 01 (sezione di nave) in modo da permettere l'affondamento delle navi.

| i1 | i0 | s2 | s1 | | o1 | o0 | ------| | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 | 1 | | 0 | 0 | 1 | 0 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 1 | 1 | | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | 0 | | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 1 | 0 | | 1 | 0 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | | x | x | | 1 | 1 | 0 | 1 | | x | x | | 1 | 1 | 1 | 0 | | x | x | | 1 | 1 | 1 | 1 | | x | x |

| | 00 | 01 | 11 | 00 | ---- | | 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 01 | 0 | 0 | *1* | 0 | | 11 | x | x | x | x | | 01 | *1* | *1* | *1* | *1* |

- o1 = (i0 AND s2 AND s0) OR (i1 AND i0)

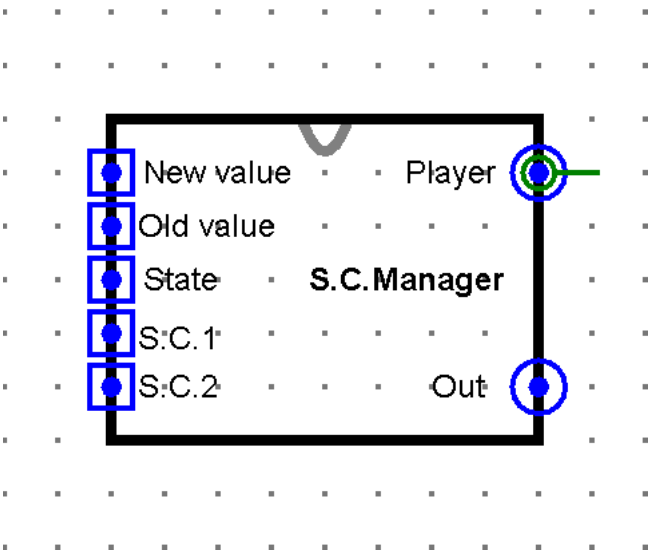
| | 00 | 01 | 11 | 00 | ---- | | 00 | 0 | *1* | 0 | 0 | | 01 | *1* | *1* | 0 | *1* | | 11 | x | x | x | x | | 01 | 0 | 0 | 0 | 0 |

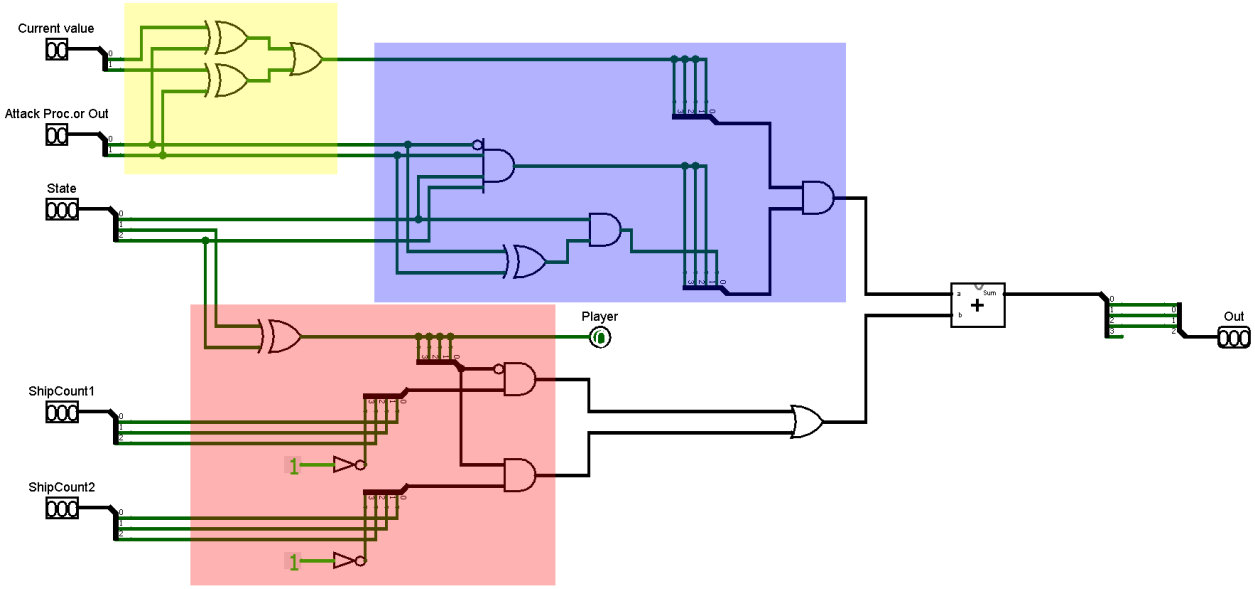
- o0 = (!i1 AND !s2 AND s0) OR (!i1 AND i0 AND !s0) =
  = !i0 AND ((!s2 AND s0) OR (i0 AND !s0))

Considerazioni

Lo sviluppo di questo componente, una volda definito il principio di progettazione e quindi il comportamento dell'AttackProcessor è stato banale.

ShipCountManager





Lo ShipCountManager è admibito alla gestione del contatore delle navi di ogni giocatore. Il suo compito è quello di incrementare o sottrarre al corretto contatore in base alla fase di gioco. Per lo scopo è stato realizzato un sommatore a 4 bit. Il concetto di base è quello sommare zero in stato di attesa mentre sommare +1 o -1 in base alla situazione; per fare cio, essendo i contatori a 3 bit e dovendovi

sommarci un valore negativo, internamente espandiamo il valore a 4 bit in modo da poter utilizzare il -1 (1111) in complento a 2. Il circuit è diviso in 2 parti:

- *Selezione dell'operazione* (blu) che seleziona +1 in stato di preparazione alla partita e -1 in stato di gioco, in modo tale da incrementare il contatore ogni volta che un giocatore posiziona una nave e decrementarlo ogni volta che una nave viene affondata. cicuito prende quindi in input lo stato e l'output del AttackProcessor in modo tale da essere consapevole dell'effetto della mossa corrente e agire di conseguenza. In supplemento a quanto detto vi è un circuito (riportato in giallo) che gestisce la situazione in cui u giocatore attacchi i posizioni una nave in una cella ove vi è gia il valore di stato prossimo. Per fare cio, sono stati messi in or il valore corrente e il valore prossimo il cui risultato in and con la selezione dell'operazione porta a 0 loutput di questo sottocircuito in modo ta da non modificare il contatore.
- *Selezione del contatore:* (rosso) che in base allo stato della partita e al giocatore corrente seleziona l'appropriato contatore, overro i medesimo del giocatore se siamo nella fase di preparazione, o il contatore opposto al giocatore che detiene il turno se siamo in fase di partita.

Selezione dell'operazione

| s2 | s1 | o1 | o0 | | A3 | A2 | A1 | A0 | | ---------| | 0 | 1 | 0 | 1 | | 0 | 0 | 0 | 1 | +1 | | 1 | 1 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 |

- A3 = A2 = A1 = s1 AND s2 AND o1 AND !o0
- A0 = (!s2 AND s1 AND !O1 AND o1) OR (s2 AND s1 AND o1 AND o0) =

  = s1((!s2 AND !O1 AND o1) OR (s2 AND o1 AND o0))

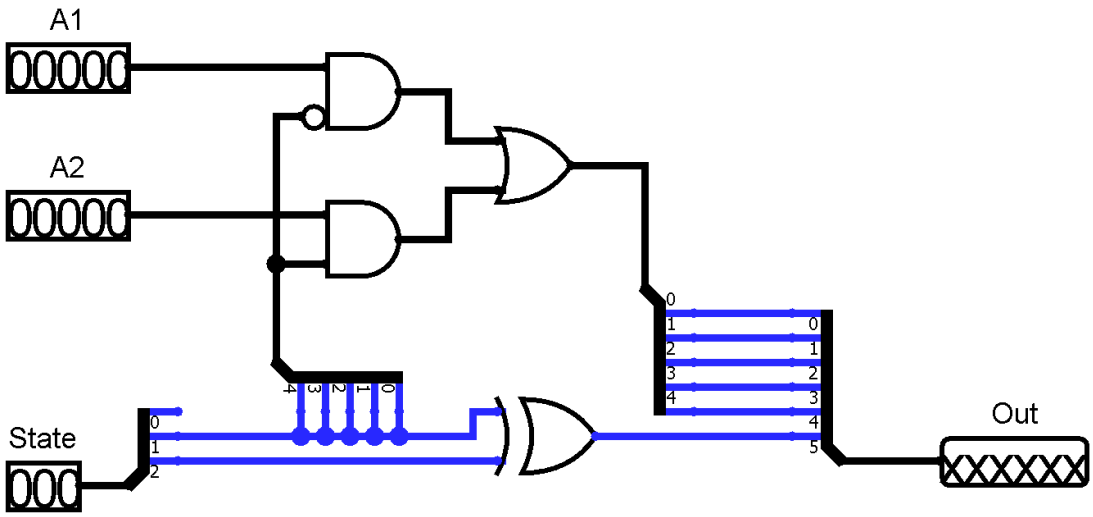
  = s1 AND (o1 XOR o0) AND (!S2 + S2)

  = s1 AND (o1 XOR o0)

Selezione del constatore

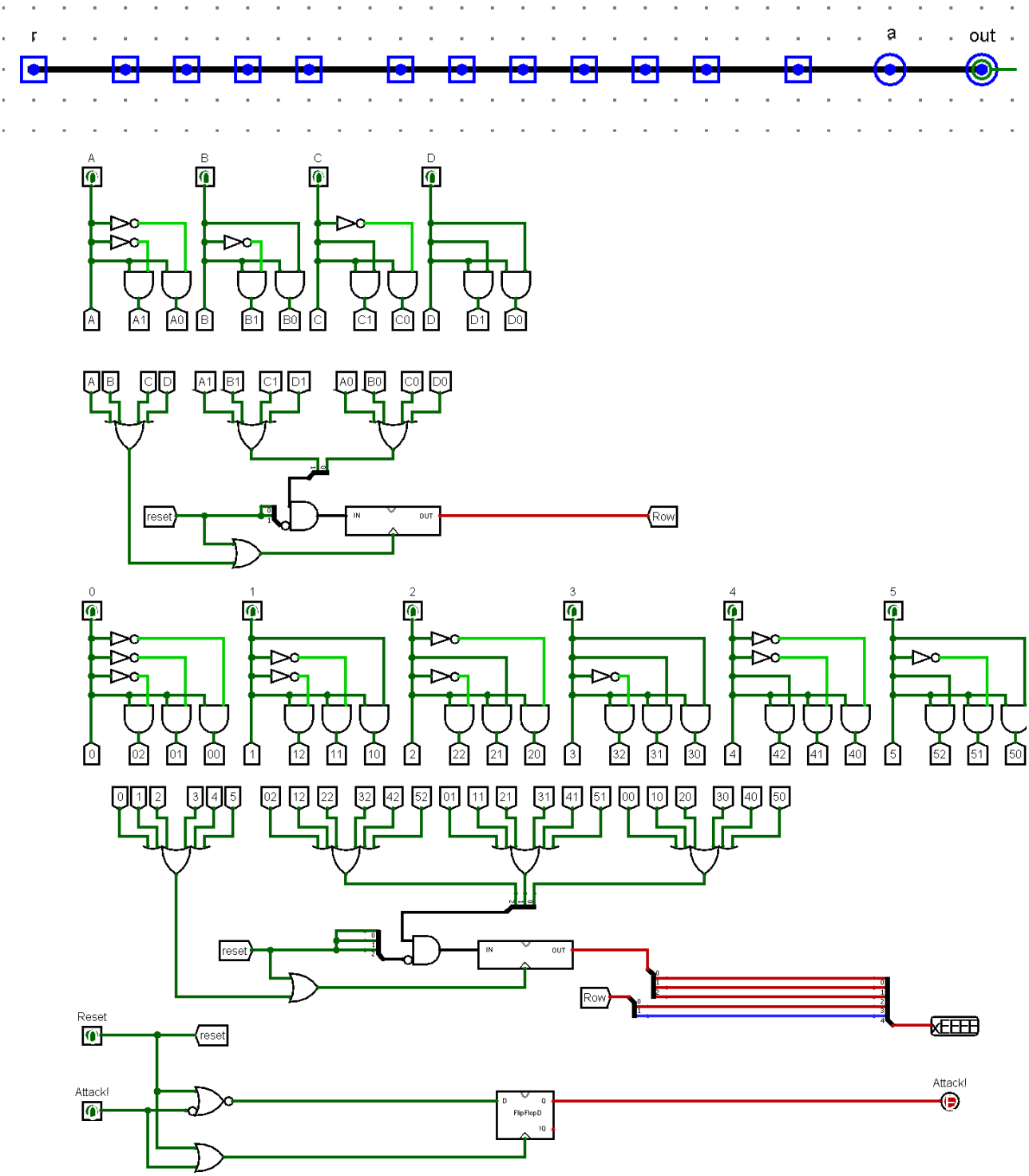
Mettendo in XOR i primi 2 bit dello stato otteniamo il giocatore su cui agire, questa informazione viene utilizzita per selezionare uno dei due input riguardanti i contatori attraverso lo stesso meccanismo del multiplexer.

AttackKeeper



Questo è un semplice componente che in base allo stato del gioco seleziona opportunamente l'attacco da eseguire; esso riceve in input due output delle keypad e fornisce in output quello corrispondente al giocatore che detiene il turno appendendovici in prima posizione il l che rappresenta la griglia su cui agire, ovvero quella del giocatore corrente se siamo in stato di preparazione oppure quella dell'avversar se sivamo in stato di gioco. Il circuito seleziona l'input attraverso il medesimo meccanismo di un comune multiplexer, mentre calcola il bi del giocatore attraverso un XOR fra stato di gioco e turno. (2° e 3° bit di stato).

Keypad



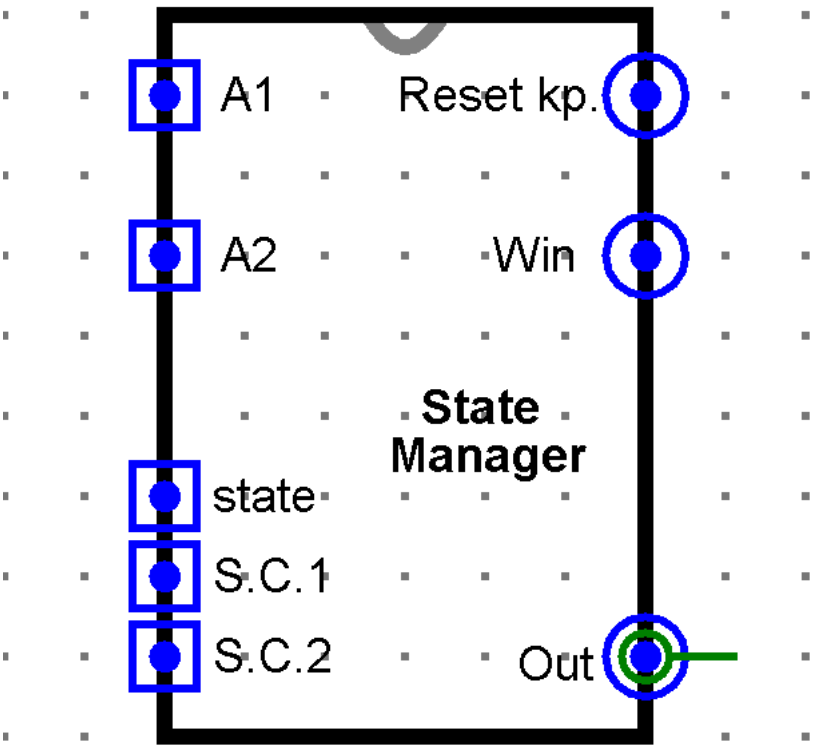
Il keypad è adibito alla selezione dell'attacco e alla modifica di stato in stato di attacco; è composto da 2 registri e un flipflop. I due registi memorizzano la selezione delle cordinate ove attaccare. Ogni input viene opputunamente trasformato in un valore e poi collegato mediante delle porte or alla porta IN del registro nonchè direttante collegato al clock del registro in modo da salvari il valore. Cosi facend all' 1°input corrispondente al tasto 'A' corrdisponderà il valore 00 e cosi via. l'ultimo input è l'input di attacco, esso si limita a salvare che l mossa è stata lanciata. ogni una di queste memorie è collegata all'input di rest in modo tale che quando il turno vinene passato oppure viene avviata una nuova partita le memorie possano essere resettate. i 3 valori delle memorie sono unite cosi come definito nelle specifiche e portati in output.

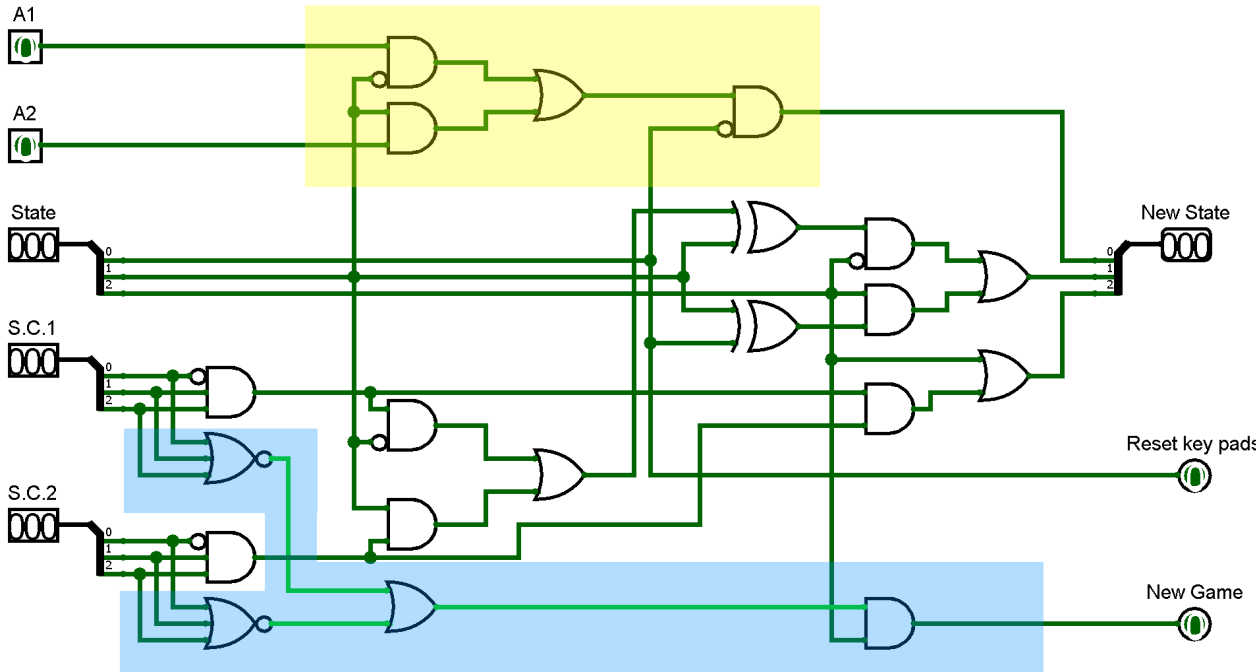
Considerazioni

Per quanto riguarda l'aspetetto esteriore del componente, ho optato per una singola linea ansiche un rettangolo in quanto distrae meno dalla tastiera. inizialmente avevo deciso di posizionare i pin di output sopra il componente cosi come fatto per il display driver, tuttavia i

tasti non risultavono tutti cliccabili sovrapponendoli al componente. La scelta di salvare il click del tasto attacca invece che collegarlo direttamente all'output deriva dal fatto che i componenti che necessitano di tale informazione non riuscivano a regire al cambio di valore tempo tale da scrivere in memoria, problema accentuato dall'asincronia rispetto al clock.

StateManager





Questo componente ha il compito di aggiornare adeguatamnte lo stato. Per farlo tiene conto di 5 variabili. lo stato corrente del gioco, i du
contatori correnti, e i due valori di attacco dei due giocatori.

- *Calcolo dello stato di attacco (giallo):* Seleziona il flag di attacco dell giocatore corrente e lo nega se se il giocatore aveva gia attaccato, quindi è il secondo colpo di clock o lo porta diretttamente in uscita se non non ha ancora attaccato.
- *Calcolo del turno e dello stato di gioco:* Questo sotto-circuito calcola il turno del giocatore, tenendo conto dello stato del gioco, e lo stato del gioco, che muta in base allo stato dei contatori. | cf | s2 | s1 | s0 | | s1 | | ------| | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | 0 | 0 | 1 0 | | 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 | | | 1 | | 0 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | 0 | 1 | 0 | 1 | | | 1 | | 0 | 1 | 1 | 0 | | 1 | | 0 | 1 | 1 | 1 | | 0 | | 1 | 0 | 0 | 0 | | | 1 | | 1 | 0 | 0 | 1 | | | 1 1 | 0 | 1 | 0 | | 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 | | 0 | | 1 | 1 | 0 | 0 | | 0 | | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 0 | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 0 |

  | | | 00 | 01 | 11 | 10 | | ------|-| | 00 | | 0 | 0 | *1* | *1* | | 01 | | 0 | *1* | 0 | *1* | | 11 | | 0 | *1* | 0 | *1* | | 10 | | *1* | *1* | 0 | 0 |

  s1 = (!cf AND !s2 AND s1) OR (s2 AND s1 AND !s0) OR (s2 AND !s1 AND s0) OR (cf AND !s2 AND !s1) =

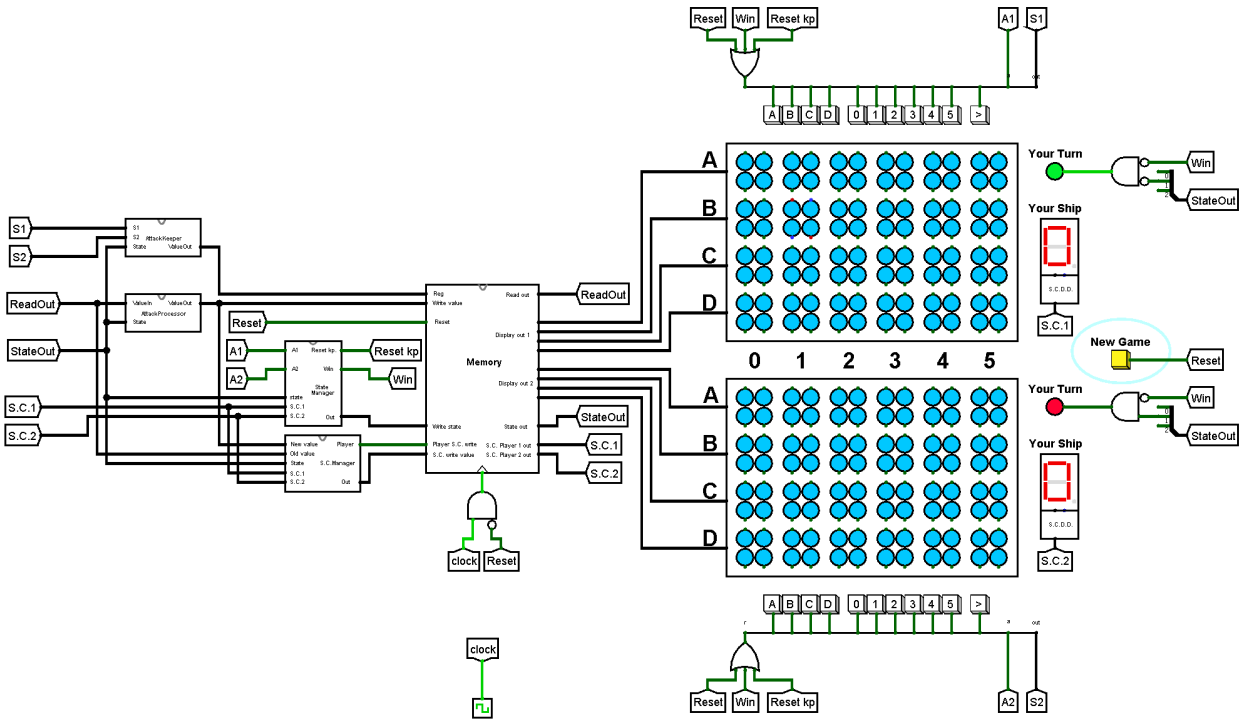
  ```
  = !s2((!cf AND s1) OR (cf AND !s1)) OR s2((s1 AND!s0) OR (!s1 AND s0)) =

  =  !s2(cf XOR s1) OR s2(s1 XOR s0)
  ```

  s2 = (cf21 AND cf2) OR s2
- *Controllo fine gioco (blu):* controlla se i due contatori sono a 0 e se lo stato di gioco è in partita. se queste condizioni si verificano allora l'output 'new game' sarà a 1 e resttera il gioco analogamente al bottone new game.

Considerazioni

Lo sviluppo di questa parte è stata una delle piu difficili, infatti, diversante dagli altri componenti, non ho potuto scrivere una tabella di verità perche le variabili da tenere conto sono stroppe e si sarebbe venuta a creare una tabella molto grande. Per ovviare al porblema h diviso il circuito in sottoparti; degne di nota sono quelle riguardanti gli stati di gioco s2 e s1. infatti per fare cio, ho creato un sotto componente che si accorgesse che il contatore de giocatore corrente è stato riempito, in modo tale da dover considerare una sola variabile ansiche 6, riducendo notevolmente la tabella di verità - sopra riportata -.

Interazione dei componenti



I componenti sopra descritti interagioscono fra loro principalemente mediante lo stato, infatti, come da principio i componenti reagiscono allo stato di attacco. il perno fondamentale del circuito e quindi lo stato. le informazioni sulla partita sono tutte memorizzate nella memori che è presentata visivamente all'utente mediante i due display di gioco, per quanto riguarda le griglie, attraverso i due display a 7

segmenti per quanto riguarda il numero di navi, e attraverso un led per il turno. l'interazione utente-circuito avviene mediante il keypad, che trasmettera la selezione all'AttackKeeper il cui output verra usato dalla memoria come indirizzo di lettura/scrittura, al che AttackProcessor utilizzera questo valore come valore da processare e valutando anche lo stato corrente metterà in output il dovuto valor valore su cui reagirà lo ShipCountManager aggiornando a dovere i contatori. Tutte queste interazioni pero non hanno alcun effetto fintan che lo stato non muta in stato di attacco. Questo evento è gestito dallo StateManager che presa visione del effetivo attacco da parte dell'utente mediante il keypad metterà a 1 il valore del'ultimo bit dello stato, scatenando una reazione in tutti gli altri componenti che collaborando fra loro andranno a scrivere un nuovo valore all'interno della memoria, che a sua volta causera un cambiamento sulle periferiche di output. Vi è un bottone comune hai due giocatori che una volta premuto resetta il valore delle memorie permettendo una nuova partita. come gia spiegato questo risolve i problemi relativi all'inizializzazione dei valori nella memoria. Tutto il circuito è sincronizzato con un clock. La presenza del clock del bottone di reset, se non opportunamente gestiti portavano all'errore di oscillazione che è stato risolto impedendo al clock di propagarsi sui registi qunado vi è il segnale di reset su di essi.

Possibili sviluppi futuri

Un possibile scenario per una versione 2.0 è quello di implementare un giocatore virtuale. Una possibile strategia sarebbe quella di crea un circuito che generi casualmente una selezione e che metta a 1 il flag d attacco proprio solo quando il valore corrispondente alla selezione generata sia una valore accettabile. Questo potrebbe essere implementato senza troppe difficolta in quanto la selezione è diretta alla memoria, quindi una volta generato una selezione casule il valore corrispondente sarebbe subito disponibile sulla porta di lettura della memoria.