

# **Elaborato SIS – Laboratorio Architettura degli Elaboratori**

UniVR - Dipartimento di Informatica

## **Titolo del progetto**

**Mattia Arganetto - VR000000**

**Fabio Irimie - VR501504**

1° Semestre 2023/2024

# Indice

<b>1</b>	<b>Specifiche</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Architettura generale</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Diagramma degli stati del controllore</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Architettura del datapath</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Simulazioni</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Statistiche del circuito</b>	<b>5</b>
6.1	Prima della minimizzazione . . . . .	5
6.2	Dopo la minimizzazione . . . . .	6
6.2.1	Minimizzazione degli stati . . . . .	6
6.2.2	Minimizzazione per area . . . . .	6
<b>7</b>	<b>Numero di gate e ritardo</b>	<b>7</b>
7.1	Prima della minimizzazione . . . . .	7
7.2	Dopo la minimizzazione per area . . . . .	7
<b>8</b>	<b>Scelte progettuali</b>	<b>7</b>

# 1 Specifiche

Si progetti un dispositivo per la gestione di partite di **Morra Cinese**, conosciuta anche come "sasso-carta-forbici". Il dispositivo dovrà essere modellato come un circuito sequenziale FSM (Finite State Machine + Datapath) in Sis e Verilog. Si considerino due giocatori che inseriscono una mossa che può essere sasso, carta o forbici. Ad ogni manche, il giocatore vincente è decretato dalle seguenti regole:

- Sasso batte Forbici
- Forbici batte Carta
- Carta batte Sasso

Nell'eventualità che i due giocatori scelgano la stessa mossa verrà decretato un pareggio. In aggiunta, ogni partita di **Morra Cinese** si articola su più manche, con le seguenti regole:

1. Si devono giocare un **minimo** di **quattro manche**;
2. Si possono giocare un **massimio** di **diciannove manche**. Il numero delle stesse viene settato al ciclo di clock in cui viene iniziata la partita;
3. Vince il primo giocatore che riesce a **vincere due manche in più del proprio avversario** (avendo giocato le quattro manche **minime**);
4. Ad ogni manche, il giocatore **vincente della manche precedente** è tenuto a non ripetere l'ultima mossa utilizzata. Nel caso lo facesse (indipendentemente dal risultato della manche attuale) la manche non sarebbe valida (non sarebbe conteggiata nel **mancheIdx**) e andrebbe quindi ripetuta;
5. Ad ogni manche, in caso di pareggio essa **viene conteggiata**. Alla manche successiva entrambi i giocatori possono usare **tutte le mosse**;

Il circuito ha **tre ingressi**:

- **PRIMO [2 bit]**: mossa selezionata dal primo giocatore. Le mosse hanno i seguenti codici:
  - **00**: Nessuna mossa utilizzata;
  - **01**: Sasso;
  - **10**: Carta;
  - **11**: Forbici;
- **SECONDO [2 bit]**: mossa selezionata dal secondo giocatore. Le mosse hanno codici identici a quelli del primo giocatore.
- **INIZIA [1 bit]**: quando il valore è uguale ad 1, riporta il sistema alla configurazione iniziale. Inoltre, la concatenazione degli ingressi **PRIMO** e **SECONDO** viene utilizzata per stabilire il numero massimo di manche (le **quattro manche** obbligatorie sommate al **valore concatenato di PRIMO e SECONDO**). Per fare un esempio inserendo i valori **PRIMO**

= **01** e **SECONDO** = **10** si dovrà sommare il numero **quattro** (in base due) al numero **0110** ottenendo un massimo di **dieci manche** per tale partita.

Il circuito ha **due uscite**:

- **MANCHE [2 bit]**: fornisce in output il risultato dell'ultima manche giocata con la seguente codifica:
  - **00**: manche non valida;
  - **01**: manche vinta dal giocatore 1;
  - **10**: manche vinta dal giocatore 2;
  - **11**: manche pareggiata;
- **PARTITA [2 bit]**: fornisce in output il risultato della partita con la seguente codifica:
  - **00**: la partita non è ancora terminata;
  - **01**: la partita è terminata, vittoria del **giocatore 1**;
  - **10**: la partita è terminata, vittoria del giocatore 2;
  - **11**: la partita è terminata in pareggio;

## 2 Architettura generale

Il circuito è costituito da FSM (Controllore) e Data-path (elaboratore). I due file che racchiudono la rappresentazione di tali componenti sono presenti nella cartella SIS. Sono presenti entrambi in modo che il circuito sia completo e possa funzionare.

Di seguito vengono riportati tutti i componenti utilizzati per la realizzazione di questo circuito:

## 3 Diagramma degli stati del controllore

È riportato di seguito il diagramma degli stati del controllore rappresentato in tabella di mealy con gli ingressi codificati nel seguente modo:

- **Nessuna scelta**:  $N = 00$
- **Sasso**:  $S = 01$
- **Carta**:  $C = 10$
- **Forbice**:  $F = 11$

e gli stati codificati come:

- **Par**: Pareggio
- **PrS**: Primo giocatore vince con sasso
- **PrC**: Primo giocatore vince con carta

- **PrF**: Primo giocatore vince con forbice
- **SeS**: Secondo giocatore vince con sasso
- **SeC**: Secondo giocatore vince con carta
- **SeF**: Secondo giocatore vince con forbice

Dato l'elevato numero di ingressi nella seguente tabella è stato deciso di mettere in riga gli stati e in colonna gli ingressi per una migliore leggibilità.

	Par	PrS	PrC	PrF	SeS	SeC	SeF
N-	Par/00	PrS/00	PrC/00	PrF/00	SeS/00	SeC/00	SeF/00
-N	Par/00	PrS/00	PrC/00	PrF/00	SeS/00	SeC/00	SeF/00
SS	Par/11	PrS/00	Par/11	Par/11	SeS/00	Par/11	Par/11
SC	SeC/10	PrS/00	SeC/10	SeC/10	SeC/10	SeC/00	SeC/10
SF	PrS/01	PrS/00	PrS/01	PrS/01	PrS/01	Prs/01	SeF/00
CS	PrC/01	PrC/01	PrC/00	PrC/01	SeS/00	PrC/01	PrC/01
CC	Par/11	Par/11	PrC/00	Par/11	Par/11	SeC/00	Par/11
CF	SeF/10	SeF/10	PrC/00	SeF/10	SeF/10	SeF/10	SeF/00
FS	SeS/10	SeS/10	SeS/10	PrF/00	SeS/00	SeS/10	SeS/10
FC	PrF/01	PrF/01	PrF/01	PrF/00	PrF/01	SeC/00	PrF/01
FF	Par/11	Par/11	Par/11	PrF/00	Par/11	Par/11	SeF/00

Tabella 1: Diagramma degli stati del controllore

## 4 Architettura del datapath

Le componenti che abbiamo utilizzato per l'elaborazione del nostro circuito sono le seguenti, presentate sottoforma di **Nome Componente** e **Numero di Occorrenze**.

- **Mux a 4 Ingressi da 5 bit**: 1 Utilizzato per incrementare il **mancheIdx** durante la partita nel caso la manche risulti valida. Il Mux aumenta il valore di **mancheIdx** basandosi sull'esito di **Manche**.
- **Mux a 4 Ingressi da 4 bit**: 1 Utilizzato per incrementare o decrementare il valore di **vantaggio**. Il Mux modifica il valore di **vantaggio** basandosi sull'esito di **Manche**.
- **Mux a 2 Ingressi da 5 bit**: 2 Utilizzati per decidere quale valore inserire all'interno dei registri di **mancheIdx** e **maxManche**. Il Mux determina il valore basandosi sul valore di **Inizia**.
- **Mux a 2 Ingressi da 4 bit**: 1 Utilizzato per decidere quale valore inserire all'interno del registro di **Vantaggio**. Il Mux discrimina quale valore inserire basandosi sul valore di **Inizia**.
- **Mux a 2 Ingressi da 2 bit**: 2 Utilizzati nel componente **Partita**. I due Mux insieme determinano quale valore di **Partita** dovrà essere stampato in **Output**. I due Mux si basano rispettivamente su: Valore di un

Maggiore uguale che confronta **mancheIdx** e **maxManche**, e il valore di **Inizia**.

- **Sommatore a 5 bit:** 3 Utilizzati per sommare 2 numeri e fornire in output un numero a 5 bit. Utilizzati per determinare e modificare il valore di **maxManche** e **mancheIdx**.
- **Sommatore a 4 bit:** 1 Utilizzato per sommare 2 numeri e fornire in output un numero a 4 bit. Utilizzato per modificare il valore di **Vantaggio**.
- **Registro a 5 bit:** 2 Utilizzati per salvare in memoria i valori di **maxManche** e **mancheIdx**.
- **Registro a 4 bit:** 1 Utilizzato per salvare in memoria il valore di **Vantaggio**.
- **And:** 2 Utilizzati per verificare se due condizioni sono vere allo stesso tempo. Si trovano nel componente **Partita** del Data-path.
- **Maggiore uguale da 5 bit:** 1 Utilizzato per confrontare il valore di **mancheIdx** e **maxManche**.
- **Maggiore uguale da 4 bit:** 5 Utilizzati per comparare il valore di **Vantaggio** con alcune **Costanti**.

## 5 Simulazioni

Gli ingressi sono: **Primo1**, **Primo0**, **Secondo1**, **Secondo0**, **Inizia**. Le uscite sono: **Manche1**, **Manche0**, **Partita1**, **Partita0**.

Abbiamo svolto una singola simulazione prendendo in considerazione **Quattro Partite**, ogniuna con un diverso numero di **Manche massime** e di svolgimento delle manche stesse.

## 6 Statistiche del circuito

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

### 6.1 Prima della minimizzazione

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem

est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

## **6.2 Dopo la minimizzazione**

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

### **6.2.1 Minimizzazione degli stati**

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

### **6.2.2 Minimizzazione per area**

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

## 7 Numero di gate e ritardo

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

### 7.1 Prima della minimizzazione

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

### 7.2 Dopo la minimizzazione per area

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim. Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa duis.

## 8 Scelte progettuali

Lorem ipsum dolor sit amet, officia excepteur ex fugiat reprehenderit enim labore culpa sint ad nisi Lorem pariatur mollit ex esse exercitation amet. Nisi anim cupidatat excepteur officia. Reprehenderit nostrud nostrud ipsum Lorem est aliquip amet voluptate voluptate dolor minim nulla est proident. Nostrud officia pariatur ut officia. Sit irure elit esse ea nulla sunt ex occaecat reprehenderit commodo officia dolor Lorem duis laboris cupidatat officia voluptate. Culpa proident adipisicing id nulla nisi laboris ex in Lorem sunt duis officia eiusmod. Aliqua reprehenderit commodo ex non excepteur duis sunt velit enim.



Voluptate laboris sint cupidatat ullamco ut ea consectetur et est culpa et culpa  
duis.