

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO



**Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e
Matematica applicata**

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica

Documentazione del Project Work di Sistemi Embedded

Gruppo 8:

Antonio Langella Matr. 0622702011

Davide Risi Matr. 0622702013

Michele Marsico Matr. 0622702012

Salvatore Paolino Matr. 0622702016

Anno Accademico 2022/2023

INDICE

Legenda	2
1 Progettazione del sistema	3
1.1 User Stories.....	3
1.2 Use Case Diagram	6
1.3 Activity Diagram	9
1.3.1 Accensione sistema	9
1.3.2 Spegnimento sistema	10
1.3.3 Aumento potenza fornello	11
1.3.4 Diminuzione potenza fornello	12
1.3.5 Comportamento nominale fornello	13
1.3.6 Rimozione pentola generazione errore.....	15
1.3.7 Rimozione pentola senza generazione errore.....	16
1.3.8 Limite superiore aumento Potenza	17
1.4 State Diagram	19
2 Modellazione del sistema	22
2.1 Dispositivo	23
2.1.1 Interfaccia del dispositivo.....	23
2.1.2 Pulsante	25
2.1.3 Fornello.....	26
2.2 PWM	30
2.2.1 Interfaccia di PWM	30
3 Test Case.....	32
3.1 Unit test	32
3.1.1 PWM	32
3.1.2 Debounce.....	33
3.1.3 Selector	34
3.1.4 Watchdog	36
3.1.5 Delayed_Trigger.....	37
3.1.6 Supplier	38
3.2 Integration test.....	38
4 Deployment del sistema	41

LEGENDA

- **Led di stato:** se è acceso il dispositivo è acceso se è spento il dispositivo è spento.
- **Pulsante on/off:** pulsante impulsivo che accende e spegne il dispositivo.
- **Pulsante up:** pulsante impulsivo per incrementare la potenza del fornello.
- **Pulsante down:** pulsante impulsivo per decrementare la potenza del fornello.
- **Led di potenza:** led per indicare il livello di potenza.
- **Sensore pentola:** sensore di presenza della pentola.
- **Led di errore:** led per indicare lo stato di errore quando viene tolta la pentola quando il fornello è attivo.
- **Dispositivo acceso:** Dispositivo alimentato e può essere attivo o disattivo
- **Dispositivo spento:** Dispositivo non alimentato
- **Fornello attivo:** Potenza erogata superiore a 0 Watt
- **Fornello non attivo (disattivo):** Potenza erogata pari a 0 Watt

1 PROGETTAZIONE DEL SISTEMA

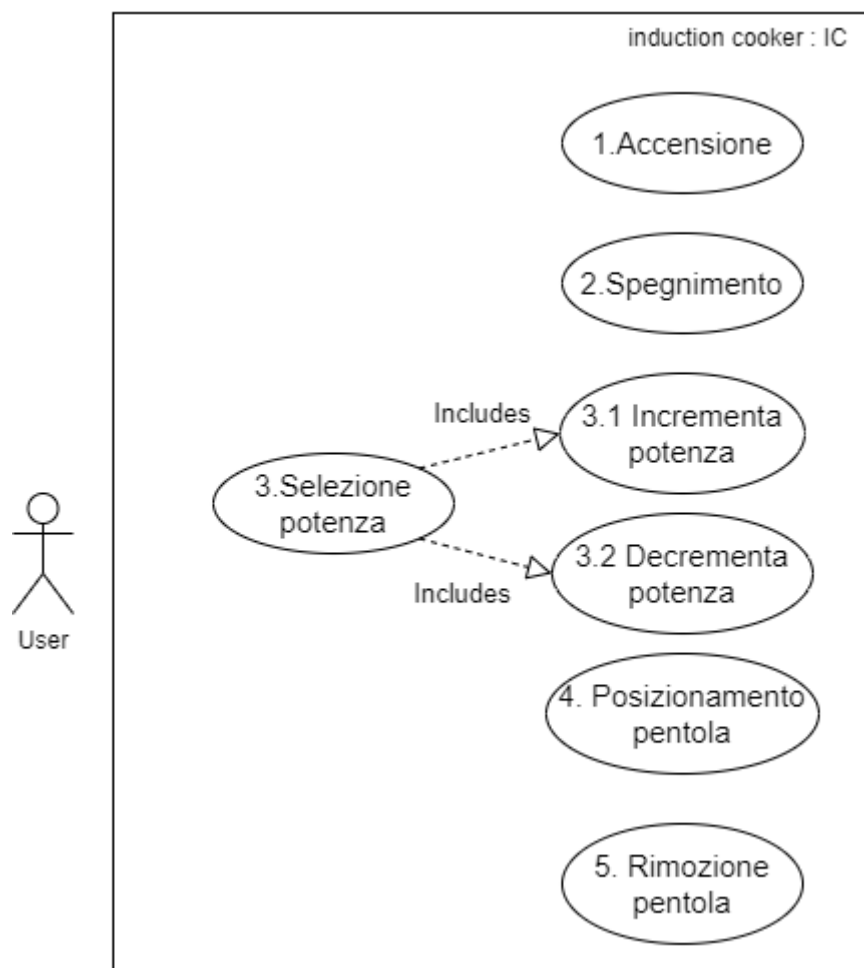
1.1 USER STORIES

#	Descrizione	Acceptance Criteria
A#01	Accensione: Come utente voglio accendere il dispositivo per cucinare.	1) Dato che sono un utente e il sistema è spento, quando premo il pulsante on/off il dispositivo si accende e il led di stato si accende e la potenza erogata è 0 Watt.
A#02	Spegnimento: Come utente voglio spegnere il dispositivo al termine del suo utilizzo.	1) Dato che sono un utente e il sistema è acceso, quando premo il pulsante on/off per almeno 1 secondo il dispositivo si spegne e il led di stato si spegne. 2) Dato che sono un utente e il sistema è acceso, quando premo il pulsante on/off per meno di un secondo il dispositivo NON si spegne e il led di stato rimane acceso.
B#01	Aumentare: Come utente voglio aumentare la potenza del dispositivo per cucinare ad una temperatura più alta.	1) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e ho selezionato il livello di potenza desiderato, premendo il pulsante up per almeno 1 secondo, ma sono passati meno di 5 secondi dalla precedente selezione del livello di potenza, il fornello continua ad erogare la potenza precedentemente erogata. 2) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 0W, quando premo il pulsante up per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 300W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 2s. 3) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 300W, quando premo il pulsante up per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 500W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 1s. 4) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 500W, quando premo il pulsante up per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 1000W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 0.5s (500ms). 5) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 1000W, quando premo il pulsante up per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 1500W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 0.25s (250ms). 6) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è

		1500W, quando premo il pulsante up per almeno 1 secondo, il livello di potenza non varia e il led di potenza continua a lampeggiare con un periodo di 0.25s (250ms).
B#02	Diminuire: Come utente voglio diminuire la potenza del dispositivo per cucinare ad una temperatura più bassa.	<p>1) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente, e ho selezionato il livello di potenza desiderato premendo il pulsante down per almeno 1 secondo, ma sono passati meno di 5 secondi dalla precedente selezione del livello di potenza, il fornello continua ad erogare la potenza precedentemente erogata.</p> <p>2) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 1500W, quando premo il pulsante down per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 1000W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 0.500s (500ms).</p> <p>3) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 1000W, quando premo il pulsante down per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 500W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 1s.</p> <p>4) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 500W, quando premo il pulsante down per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 300W e il led di potenza inizia a lampeggiare con un periodo di 1s.</p> <p>5) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 300W, quando premo il pulsante down per almeno 1 secondo e sono passati almeno 5 secondi senza un'altra pressione di questo pulsante, il livello di potenza erogato è 0W e il led di potenza viene spento.</p> <p>6) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, la pentola è presente e il livello di potenza selezionato è 0W, quando premo il pulsante down per almeno 1 secondo, il livello di potenza non varia e il led di potenza resta spento.</p>
C#01	STATO ATTIVO: Come utente voglio attivare il fornello per poter cucinare quando posiziono sopra di esso una pentola.	1) Dato che sono un utente e il dispositivo è acceso, quando posiziono la pentola sopra il fornello, posso utilizzare i pulsanti up e down.
C#02	ANOMALIA: Come utente voglio che il dispositivo mi avvisi quando rimuovo la	1) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso e il fornello è attivo, quando rimuovo la pentola da sopra di esso, il led di errore si accende.

	pentola dal fornello quando esso è attivo, per avvisarmi che il fornello è ancora attivo.	
C#03	DISATTIVAZIONE: Come utente voglio disattivare il fornello quando rimuovo la pentola da sopra di esso, per terminare la preparazione.	1) Dato che sono un utente, il dispositivo è acceso, il fornello è attivo e il led di errore è acceso, quando la pentola non è presente da almeno 10 secondi, il led si spegne e il fornello si disattiva.

1.2 USE CASE DIAGRAM



Nello use case diagram del dispositivo sono stati considerati i seguenti casi d'uso:

- Accensione;
- Spegnimento;
- Selezione potenza, che include i due casi d'uso "Incremento potenza" e "Decremento potenza" poiché nel selezionare la potenza, questa si può incrementare o decrementare più volte;
- Posizionamento pentola;
- Rimozione pentola.

Use Case	1. Accensione
Goal in context	L'utente interagisce col dispositivo per accenderlo.
Preconditions	Il dispositivo è alimentato, il dispositivo è spento.
Success End Condition	Il dispositivo è acceso, il led di stato è acceso e il dispositivo è disattivato.
Failed End Condition	Il dispositivo è spento o il led di stato è spento.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente preme il pulsante on/off.
Description	1. L'utente preme il pulsante on/off per 1 secondo. 2. Il led di stato si accende. 3. Il led di potenza rimane spento.

Use Case	2. Spegnimento
----------	----------------

Goal in context	L'utente interagisce col dispositivo per spegnerlo.
Preconditions	Il dispositivo è acceso.
Success End Condition	Il dispositivo è spento e il led di stato è spento.
Failed End Condition	Il dispositivo è acceso o il led di stato è acceso.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente preme il pulsante on/off.
Description	1. L'utente preme il pulsante on/off per 1 secondo. 2. Il led di stato si spegne. 3. Il led di attivazione si spegne.

Use Case	3. Selezione potenza
Goal in context	L'utente interagisce con il fornello ad induzione per impostare un qualsiasi livello di potenza.
Preconditions	Il dispositivo è acceso.
Success End Condition	La potenza selezionata è quella desiderata dall'utente, la potenza erogata è quella desiderata dall'utente e il led di potenza lampeggia alla frequenza corrispondente a tale potenza.
Failed End Condition	La potenza selezionata non è quella desiderata dall'utente oppure il led di potenza lampeggia a una frequenza diversa da quella corrispondente alla potenza selezionata dall'utente.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente preme il tasto up o il tasto down.
Description	1. L'utente esegue l'use case "incremento potenza" o "decremento potenza" una o più volte in modo che la potenza desiderata sia selezionata. 2. Dopo 5s dall'ultimo cambio di potenza, il dispositivo inizia a erogare la potenza selezionata e il led di potenza inizia a lampeggiare con la frequenza corrispondente

Use Case	3.1 Incremento potenza
Goal in context	L'utente interagisce col fornello ad induzione per incrementare di un livello la potenza selezionata.
Preconditions	Il dispositivo è acceso, la pentola è presente e la potenza attualmente erogata non è quella massima.
Success End Condition	Il dispositivo eroga la potenza di un livello superiore a quello iniziale e il led di potenza lampeggia con frequenza corrispondente a tale livello di potenza.
Failed End Condition	Il dispositivo non eroga la potenza di un livello superiore a quello iniziale oppure il led di potenza non lampeggia con frequenza corrispondente a tale livello di potenza.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente preme il tasto up.
Description	1. L'utente clicca il pulsante up. 2. Il livello successivo di potenza viene selezionata. 3. Dopo 5s dalla selezione, il livello di potenza selezionato viene erogato e il led di potenza inizia a lampeggiare con la frequenza corrispondente a tale livello di potenza.

Use Case	3.2 Decremento potenza
Goal in context	L'utente interagisce col fornello ad induzione per decrementare di un livello la potenza selezionata.
Preconditions	Il dispositivo è acceso, la pentola è presente e la potenza attualmente erogata non è quella minima.
Success End Condition	Il dispositivo eroga la potenza di un livello inferiore a quello iniziale e il led di potenza lampeggia con frequenza corrispondente a tale livello di potenza.
Failed End Condition	Il dispositivo non eroga la potenza di un livello inferiore a quello iniziale oppure il led di potenza non lampeggia con frequenza corrispondente a tale livello di potenza.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente preme il tasto down.
Description	1. L'utente clicca il pulsante down. 2. Il livello successivo di potenza viene selezionata. 3. Dopo 5s dalla selezione, il livello di potenza selezionato viene erogato e il led di potenza inizia a lampeggiare con la frequenza corrispondente a tale livello di potenza.

Use Case	4. Posizionamento pentola
Goal in context	L'utente vuole posizionare la pentola sul fornello a induzione in modo da poterlo attivare.
Preconditions	Il dispositivo è acceso e la pentola non è presente.
Success End Condition	Nessuna
Failed End Condition	Nessuna
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente posiziona la pentola sul fornello.
Description	1. L'utente posiziona la pentola sul fornello ad induzione. 2. Il sensore pentola rileva la presenza della pentola.

Use Case	5. Rimozione pentola
Goal in context	L'utente vuole rimuovere la pentola dal fornello a induzione perché la cottura è terminata.
Preconditions	Il dispositivo è acceso, il fornello è attivo e la pentola è presente.
Success End Condition	Il led di errore si accende, il fornello è attivo e dopo 10s si disattiva.
Failed End Condition	Il fornello è attivo e il led di errore non si accende oppure il fornello è attivo e dopo 10s non si disattiva.
Primary Actors	Utente
Trigger	L'utente rimuove la pentola dal fornello.
Description	1. L'utente rimuove la pentola dal fornello a induzione. 2.1 Se il fornello è attivo, il led di errore si accende e dopo 10s il fornello si disattiva. 2.2 Se il fornello è disattivo o il dispositivo è spento non succede nulla.

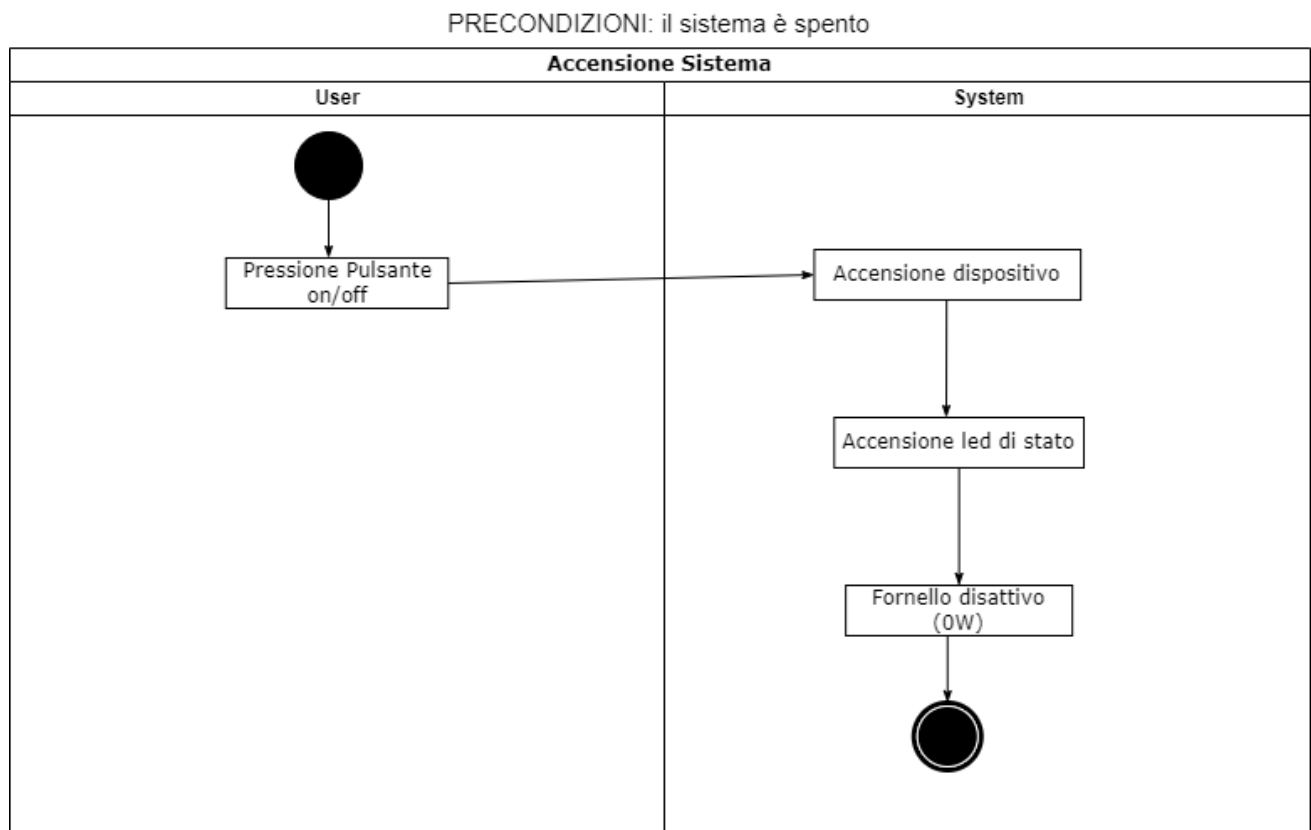
1.3 ACTIVITY DIAGRAM

Gli activity diagram realizzati sono:

- Accensione sistema
- Spegnimento sistema
- Aumento potenza fornello
- Diminuzione potenza fornello
- Comportamento nominale fornello
- Rimozione della pentola con generazione di errore
- Rimozione della pentola senza generazione di errore
- Limite superiore dell'aumento di potenza

1.3.1 Accensione sistema

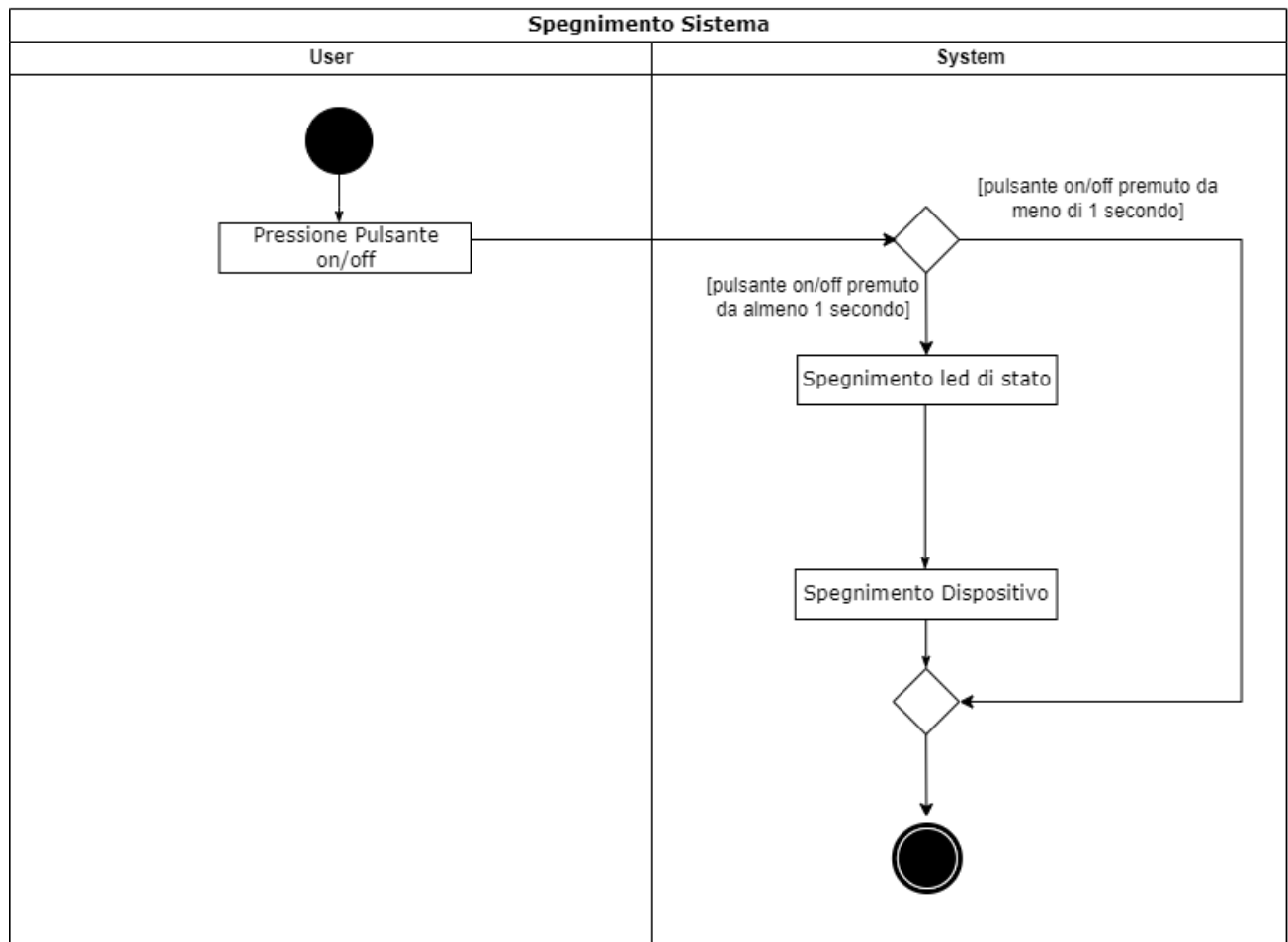
In questo activity diagram si rappresenta l'attività di accensione: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è spento, l'utente preme il pulsante on/off e il sistema di conseguenza accende il dispositivo, accende il led di stato e imposta la potenza del fornello a 0W.



1.3.2 Spegnimento sistema

In questo activity diagram si rappresenta l'attività di spegnimento: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è acceso, l'utente preme il pulsante on/off per almeno un secondo, il sistema di conseguenza spegne il led di stato e spegne il dispositivo.

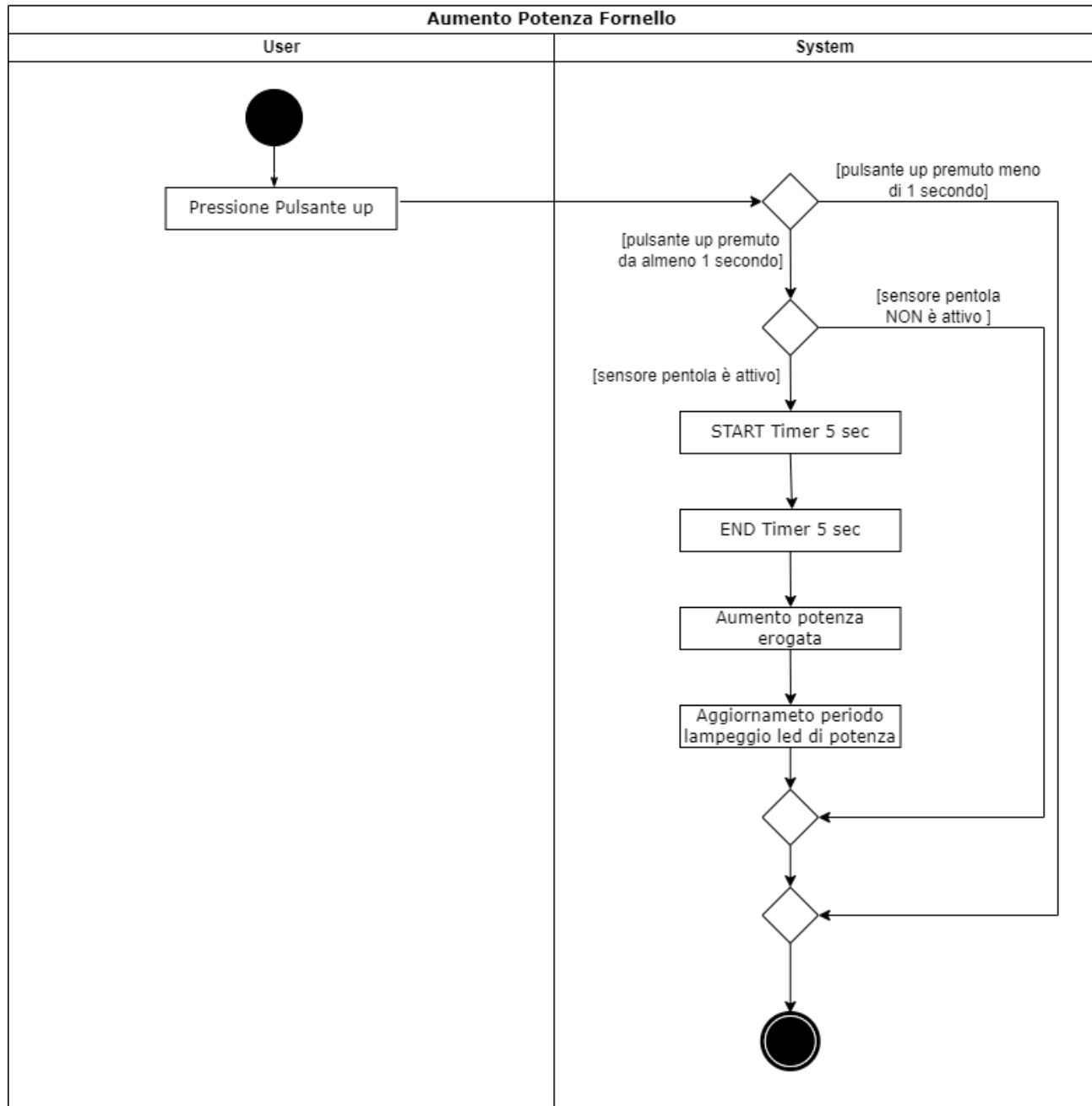
PRECONDIZIONI: il sistema è acceso



1.3.3 Aumento potenza fornello

In questo activity diagram si rappresenta l'attività di aumento di potenza: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è acceso, l'utente preme il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza.

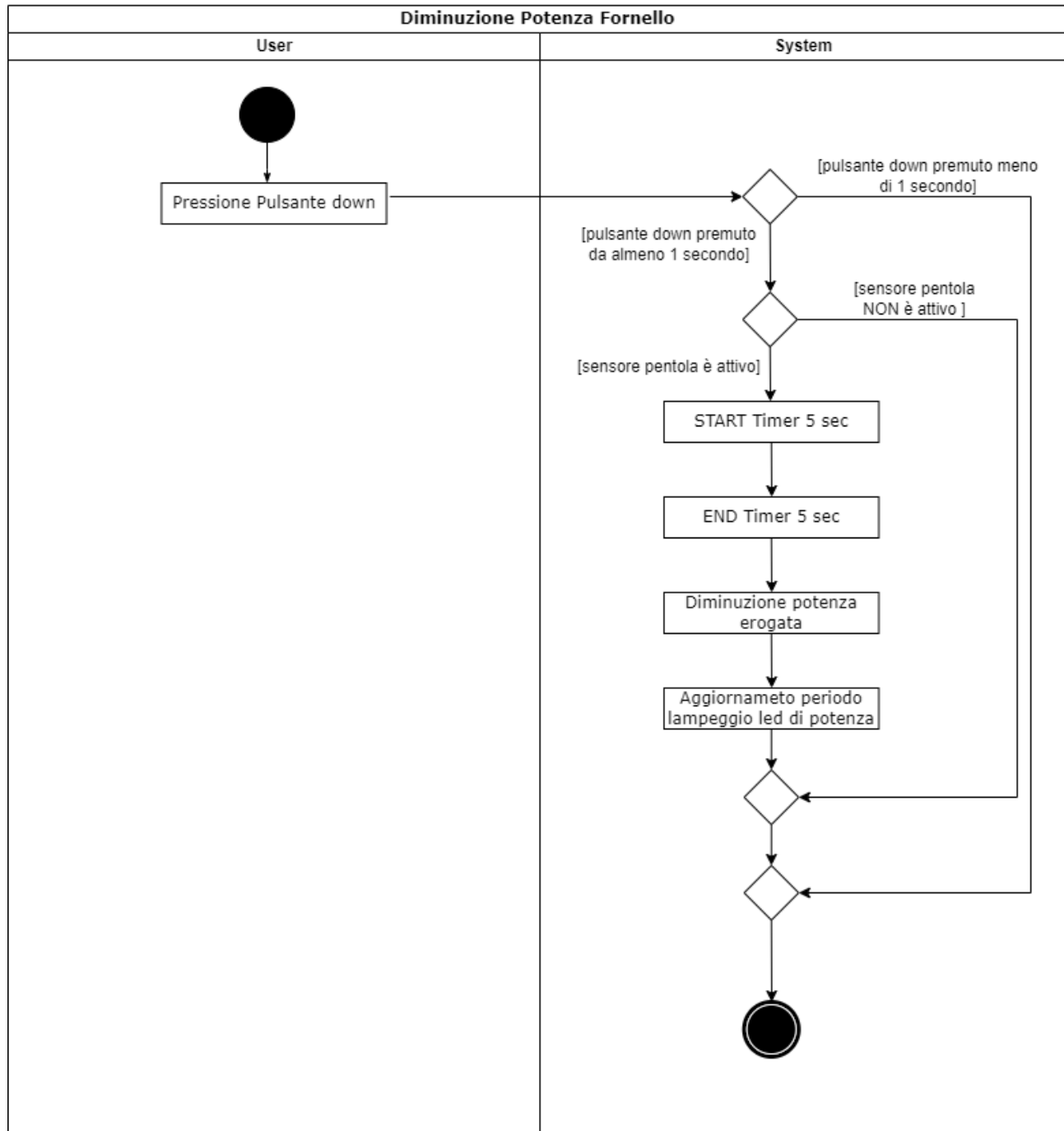
PRECONDIZIONI: il sistema è acceso



1.3.4 Diminuzione potenza fornello

In questo activity diagram si rappresenta l'attività di diminuzione di potenza: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è acceso, l'utente preme il pulsante down per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine diminuisce la potenza erogata e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza.

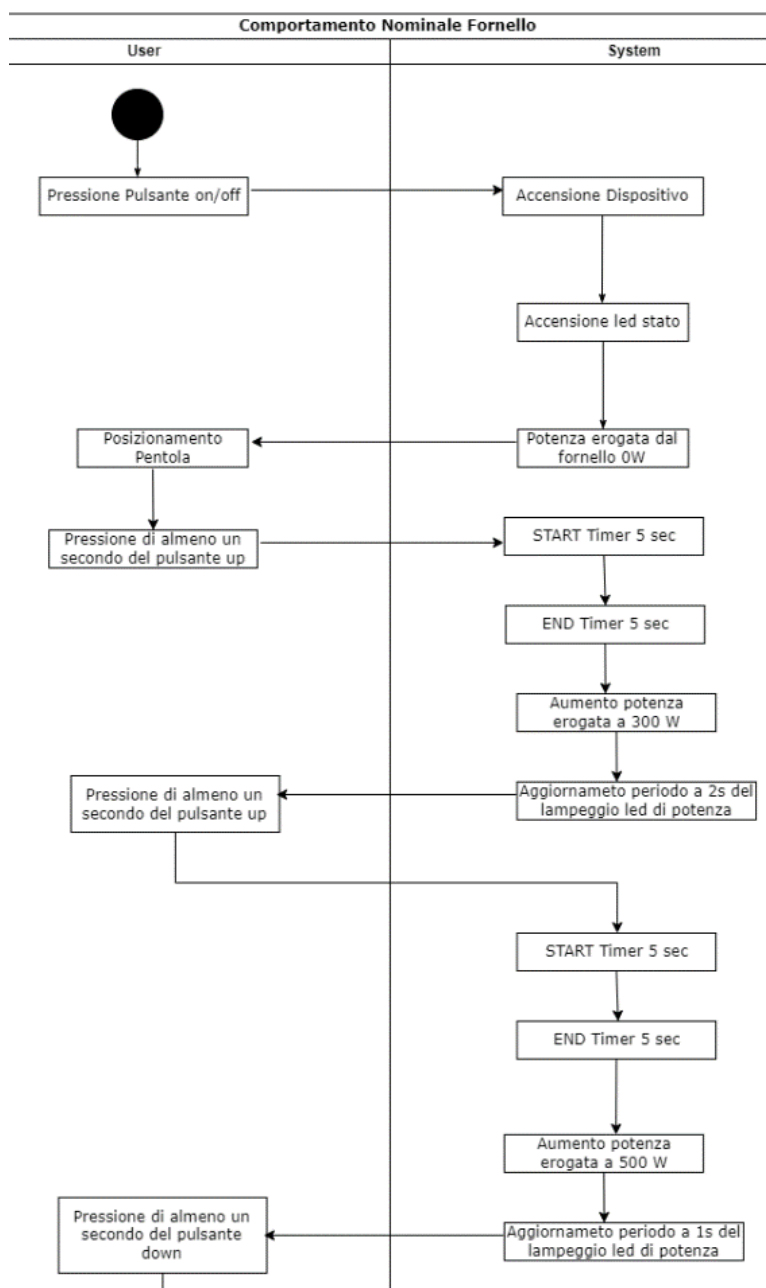
PRECONDIZIONI: il sistema è acceso

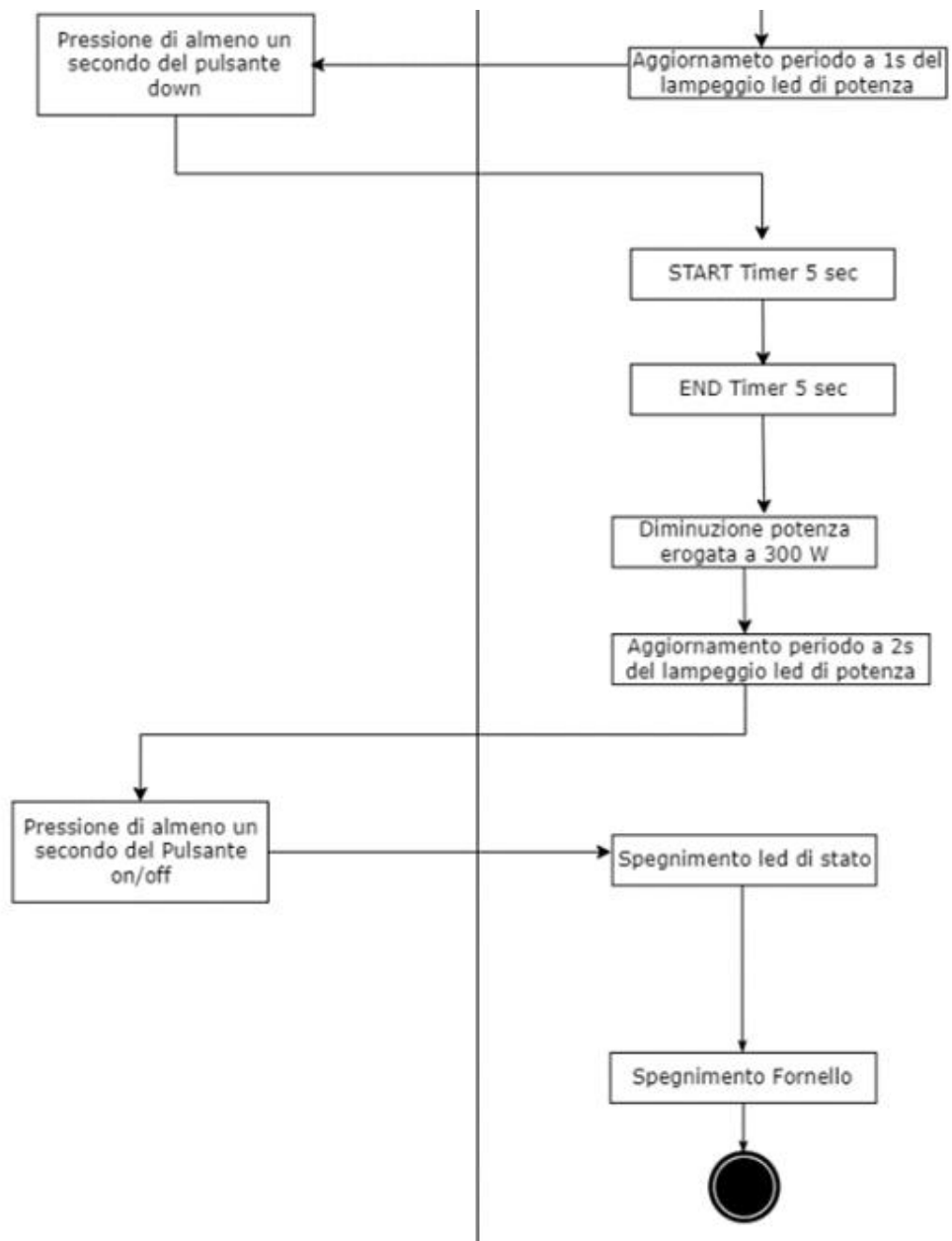


1.3.5 Comportamento nominale fornello

In questo activity diagram si rappresenta l'attività nominale del fornello: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è spento, l'utente preme il pulsante on/off e il sistema di conseguenza accende il dispositivo, accende il led di stato e imposta la potenza del fornello a 0W. L'utente posiziona la pentola e poi preme il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 300 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 2 secondi. L'utente preme nuovamente il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 500 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 1 secondi. L'utente preme allora il pulsante down per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine diminuisce la potenza erogata a 300 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 2 secondi. L'utente preme il pulsante on/off per almeno un secondo, il sistema di conseguenza spegne il led di stato e spegne il dispositivo.

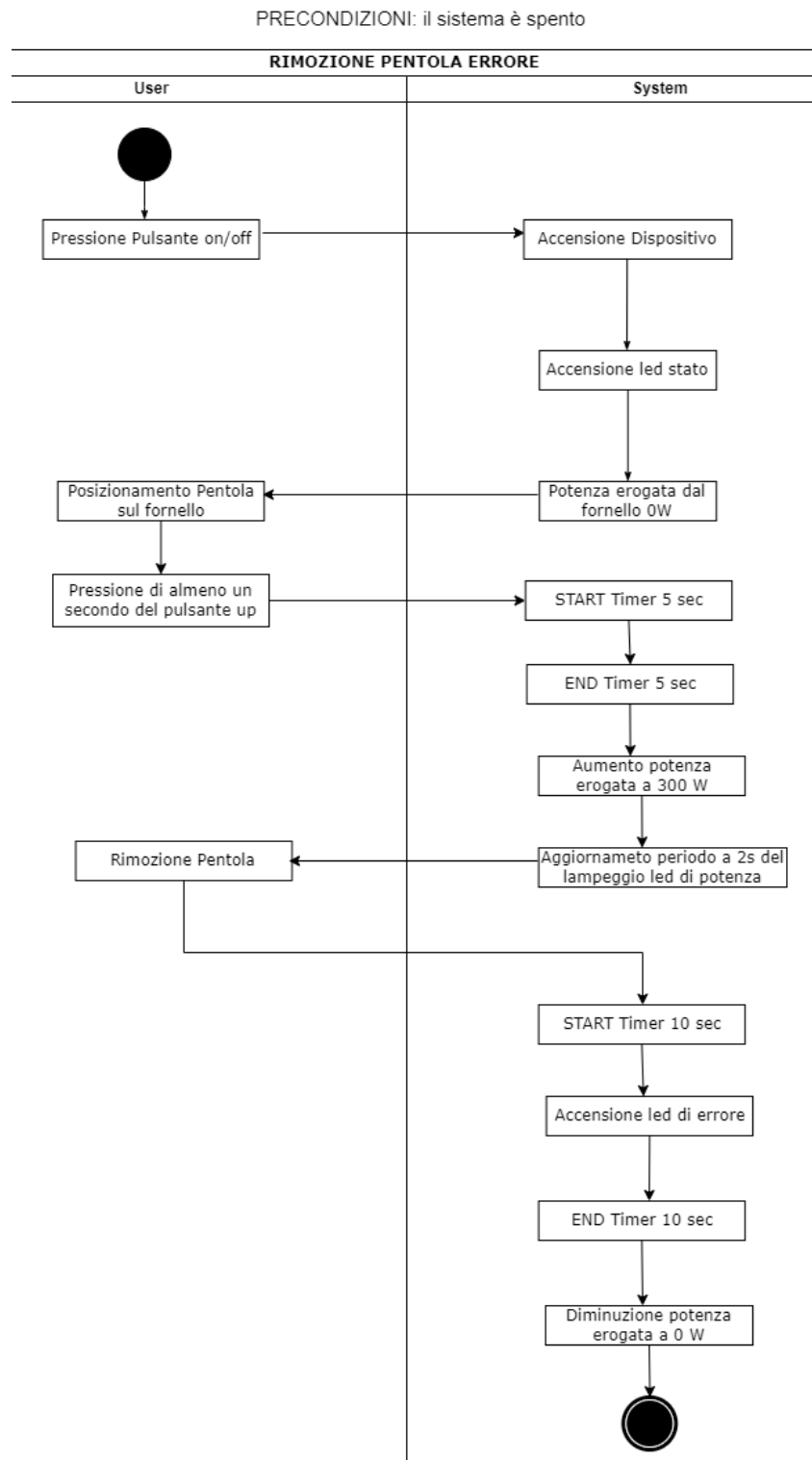
PRECONDIZIONI: il sistema è spento





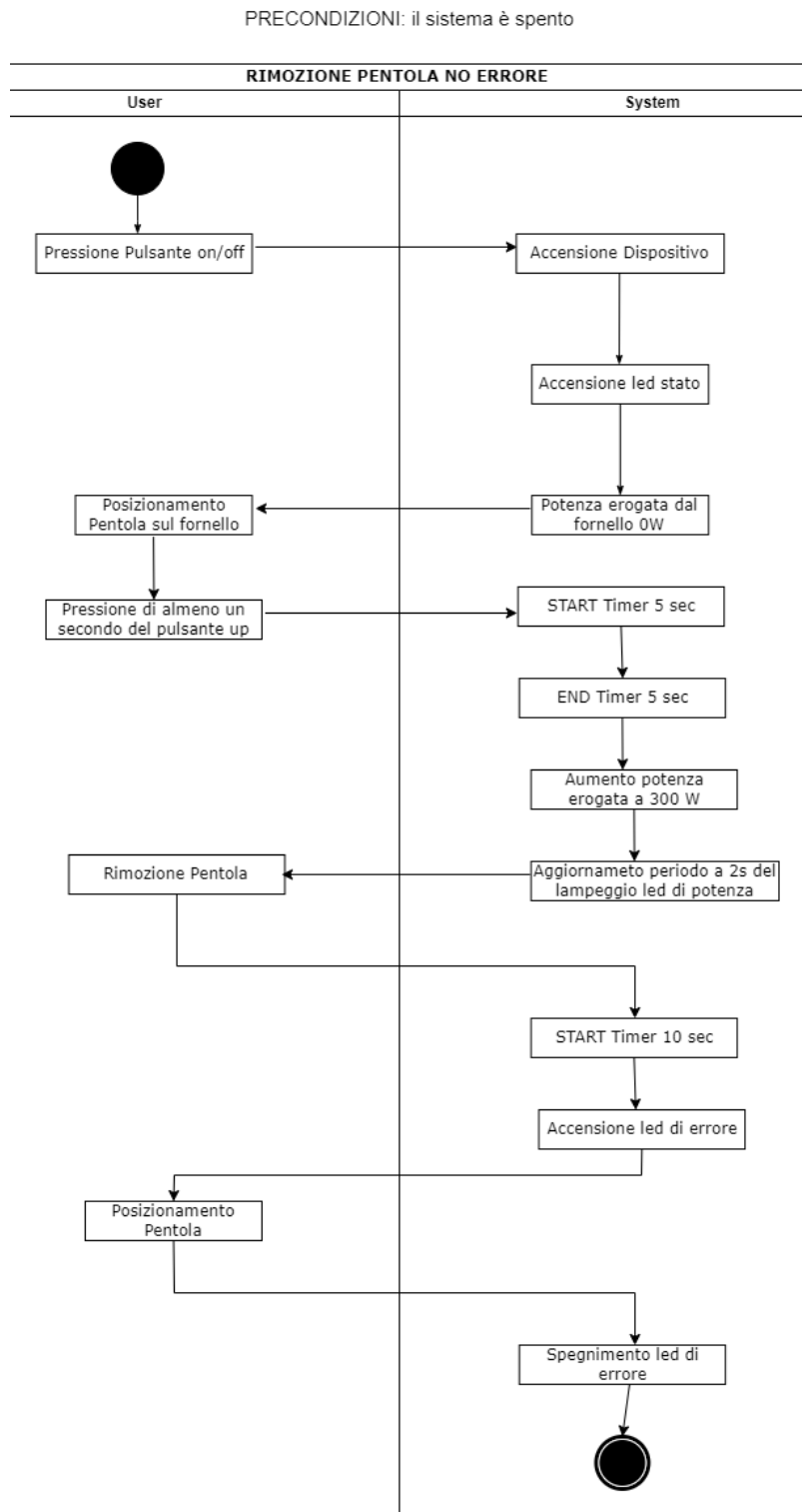
1.3.6 Rimozione pentola generazione errore

In questo activity diagram si rappresenta l'attività in cui si genera l'errore dopo la rimozione della pentola e si abbassa la potenza erogata a 0W: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è spento, l'utente preme il pulsante on/off e il sistema di conseguenza accende il dispositivo, accende il led di stato e imposta la potenza del fornello a 0W. L'utente posiziona la pentola e poi preme il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 300 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 2 secondi. L'utente rimuove la pentola, a tal punto il sistema fa partire un timer di 10 secondi e accende il led di errore, al termine del timer, si diminuisce la potenza erogata a 0W.



1.3.7 Rimozione pentola senza generazione errore

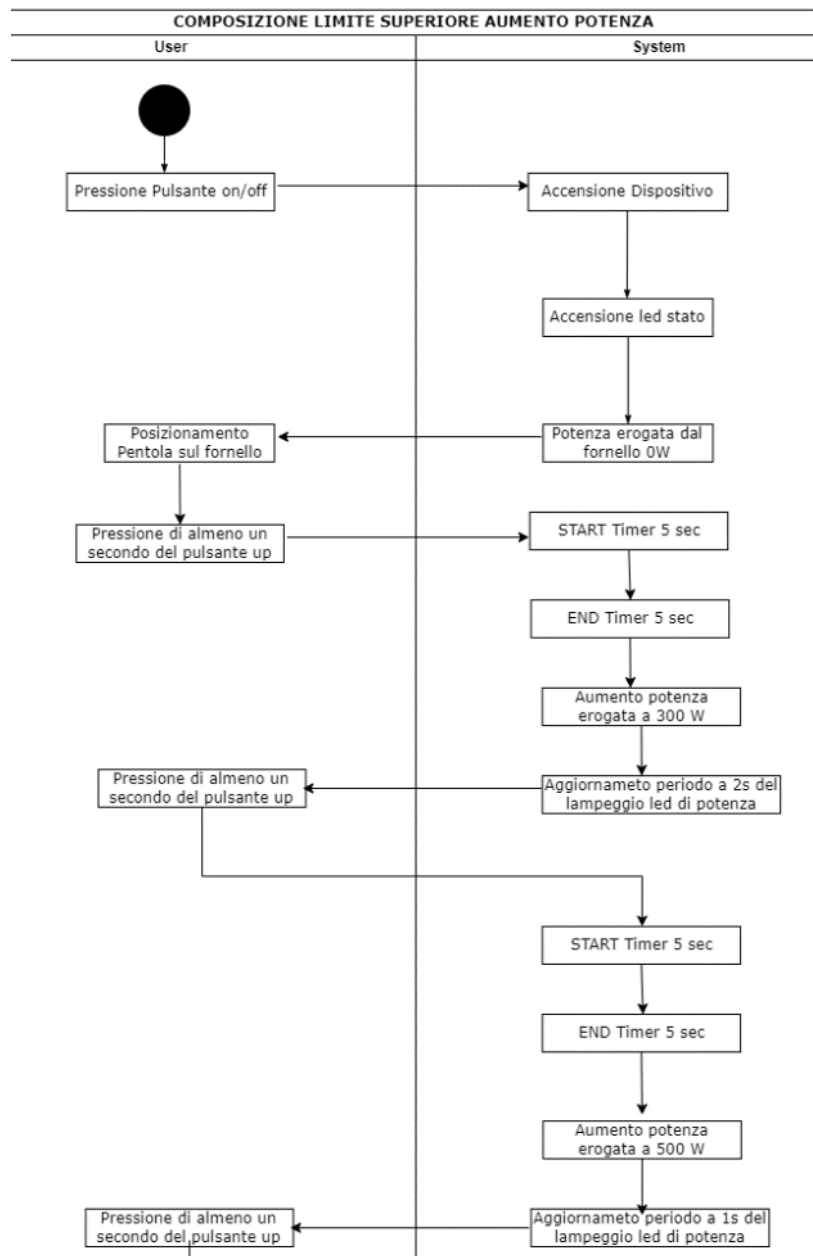
In questo activity diagram si rappresenta l'attività in cui si genera l'errore dopo la rimozione della pentola e non si abbassa la potenza erogata a 0W: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è spento, l'utente preme il pulsante on/off e il sistema di conseguenza accende il dispositivo, accende il led di stato e imposta la potenza del fornello a 0W. L'utente posiziona la pentola e poi preme il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 300 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 2 secondi. L'utente rimuove la pentola, a tal punto il sistema fa partire un timer di 10 secondi e accende il led di errore, prima che scada il timer, l'utente riposiziona la pentola. Il sistema allora spegne il led di errore.

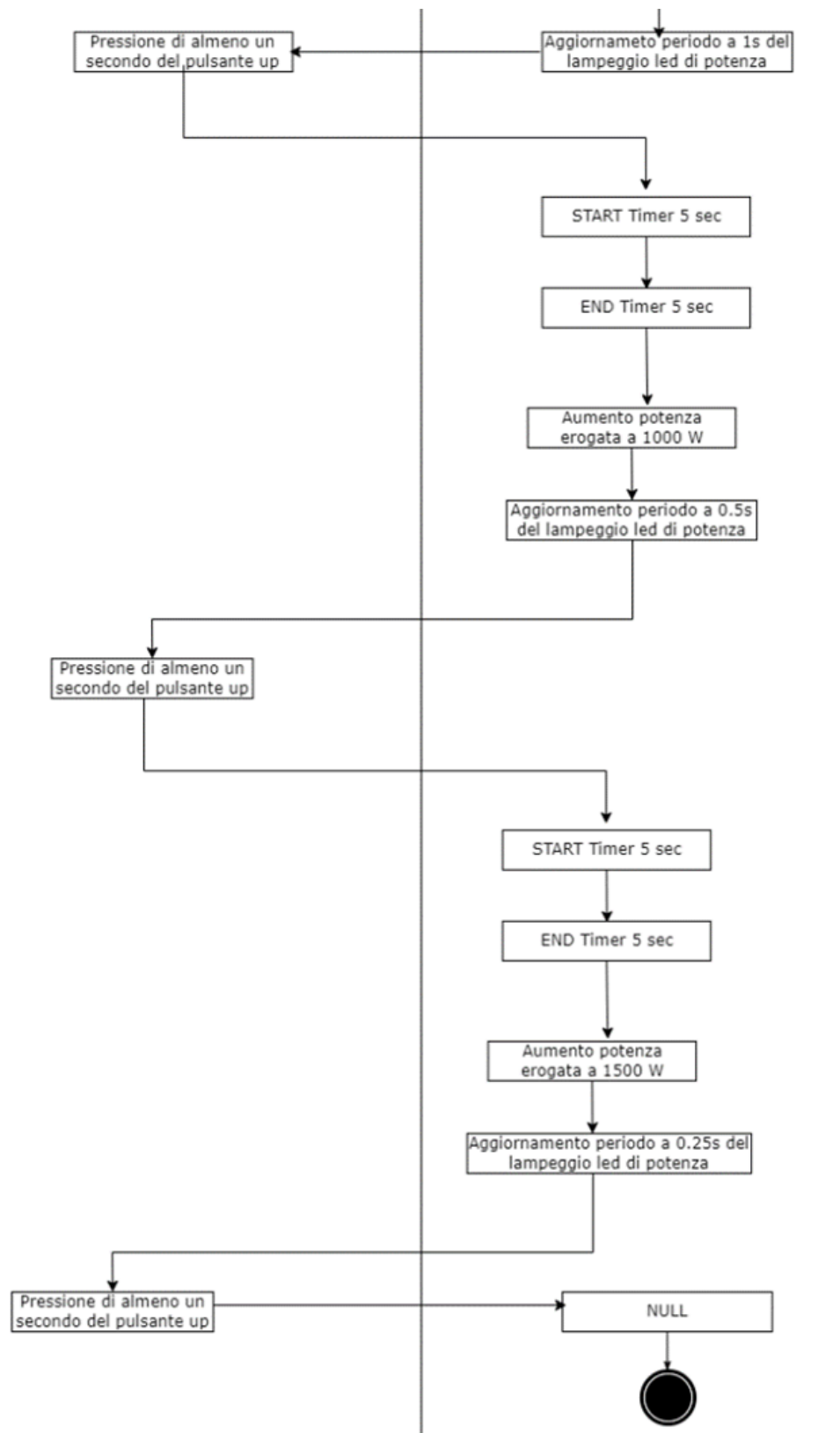


1.3.8 Limite superiore aumento Potenza

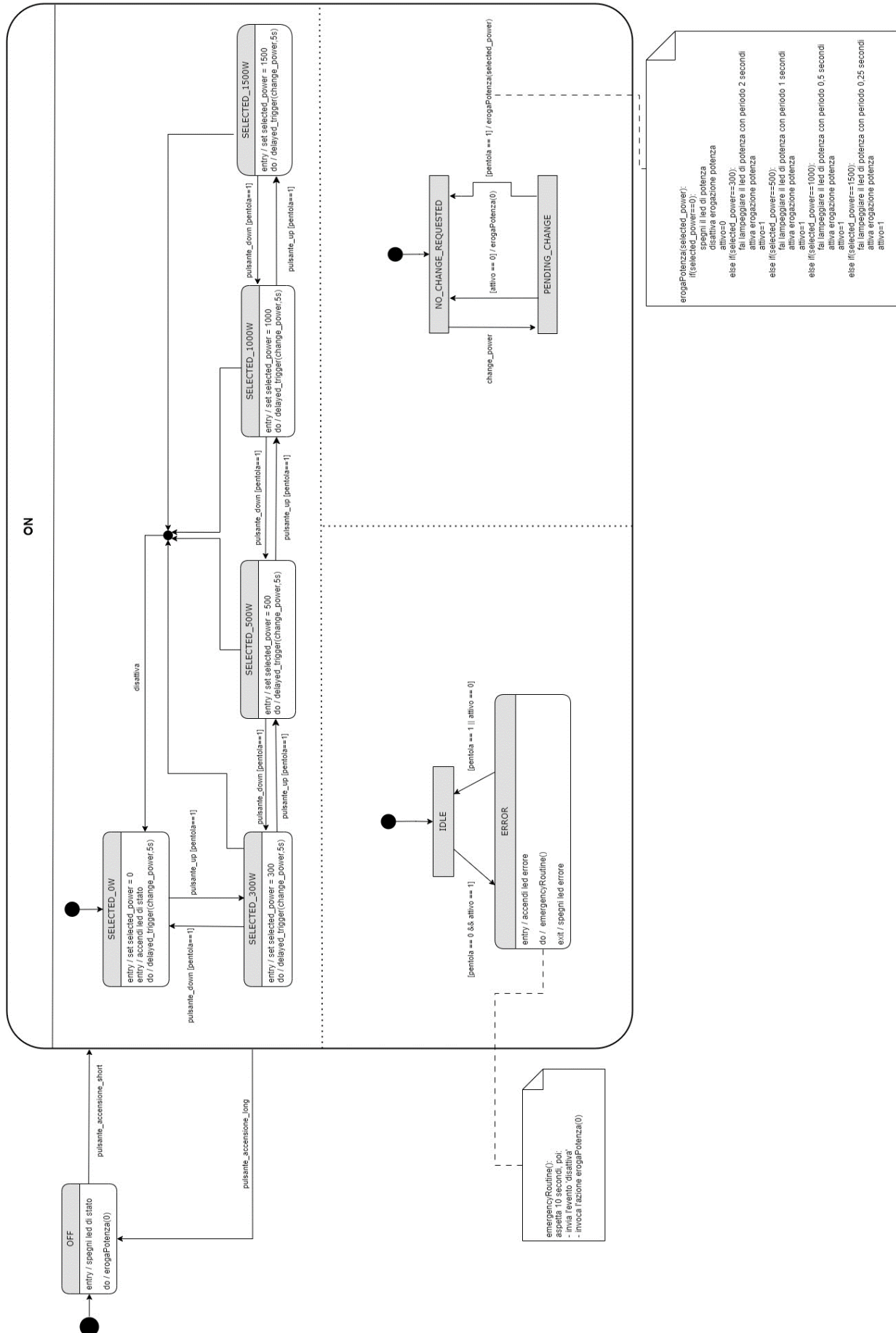
In questo activity diagram si rappresenta l'attività in cui si raggiunge il limite massimo di potenza erogata: si parte dalla condizione in cui il dispositivo è spento, l'utente preme il pulsante on/off e il sistema di conseguenza accende il dispositivo, accende il led di stato e imposta la potenza del fornello a 0W. L'utente posiziona la pentola e poi preme il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 300 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 2 secondi. L'utente preme nuovamente il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 500 W e, in accordo con questa, aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 1 secondo. L'utente preme nuovamente il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 1000 W e in accordo con questa aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 0.5 secondi. L'utente preme nuovamente il pulsante up per almeno un secondo, il sistema di conseguenza fa partire un timer di 5 secondi, al suo termine aumenta la potenza erogata a 1500 W e in accordo con questa aggiorna il periodo di lampeggio del led di potenza a 0.25 secondi.

PRECONDIZIONI: il sistema è spento





1.4 STATE DIAGRAM



Dal diagramma di stato si può osservare che il dispositivo è composto da due stati principali: ON e OFF. Lo stato OFF modella il comportamento del dispositivo quando esso è spento; invece, lo stato ON modella il comportamento quando il dispositivo è acceso. Lo stato ON è a sua volta composto da tre automi separati, cioè “selettore della potenza”, “watchdog” e “supplier”.

Il selettore della potenza è un automa che modella la selezione della potenza, attraverso i relativi pulsanti, che verrà successivamente erogata grazie all’automa supplier. Invece il watchdog modella la gestione dell’errore quando viene rimossa la pentola.

La funzione “erogaPotenza” gestisce il mapping tra la potenza selezionata e i periodi di lampeggiamento del led di potenza.

Stato	Descrizione
OFF	Stato in cui il dispositivo è spento e il led di stato è spento
ON	Stato in cui il dispositivo è acceso e il led di stato è acceso
SELECTED_0W	La potenza selezionata è 0W
SELECTED_300W	La potenza selezionata è 300W
SELECTED_500W	La potenza selezionata è 500W
SELECTED_1000W	La potenza selezionata è 1000W
SELECTED_1500W	La potenza selezionata è 1500W
IDLE	Stato in cui la pentola è presente davanti al sensore pentola oppure la macchina non è attiva
ERROR	Stato in cui la pentola NON è presente davanti al sensore pentola e il dispositivo è attiva
NO CHANGE REQUESTED	Stato in cui non ci sono richieste di cambiamento di potenza
PENDING_CHANGE	Stato in cui sono passati 5 secondi dall’ultima richiesta di cambiamento della potenza.

Azione	Descrizione
delayed_trigger(evento interno, durata timer)	Lancia l’evento “evento interno” dopo “durata timer” secondi.
set_selected_power()	Cambia il valore della potenza selezionata.
emergency_routine()	Dopo 10 secondi, lancia l’evento “disattiva” e cambia il valore della potenza erogata con 0W.
set	Imposta valore di una variabile.
erogaPotenza(valore_potenza)	Cambia il valore della potenza erogata con “valore_potenza” e di conseguenza imposta il periodo di lampeggio del led di potenza.
spegni led di stato	Spegne il led di stato.
accendi led di stato	Accende il led di stato.
spegni led errore	Spegne il led di errore.
accendi led errore	Accende il led di errore.

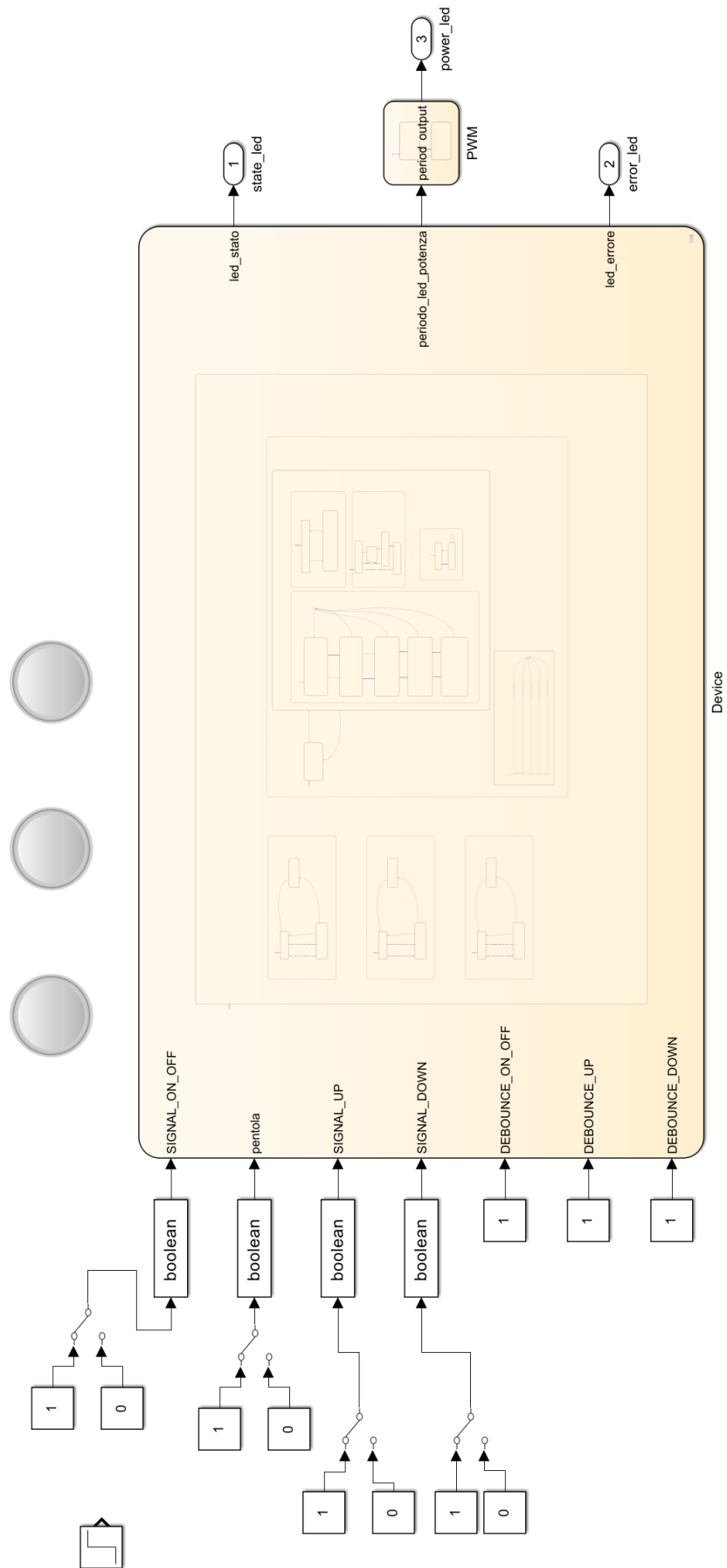
Evento esterno	Descrizione
pulsante_down	L'utente ha premuto per almeno un secondo il pulsante down.
pulsante_up	L'utente ha premuto per almeno un secondo il pulsante up.
pulsante_accensione_short	L'utente ha premuto il pulsante on/off.
pulsante_accensione_long	L'utente ha premuto per almeno un secondo il pulsante on/off.

Evento interno	Descrizione
disattiva	Evento generato per notificare la necessità di impostare la potenza a 0 W.
change_power	Evento generato per notificare che deve essere erogata una nuova potenza.

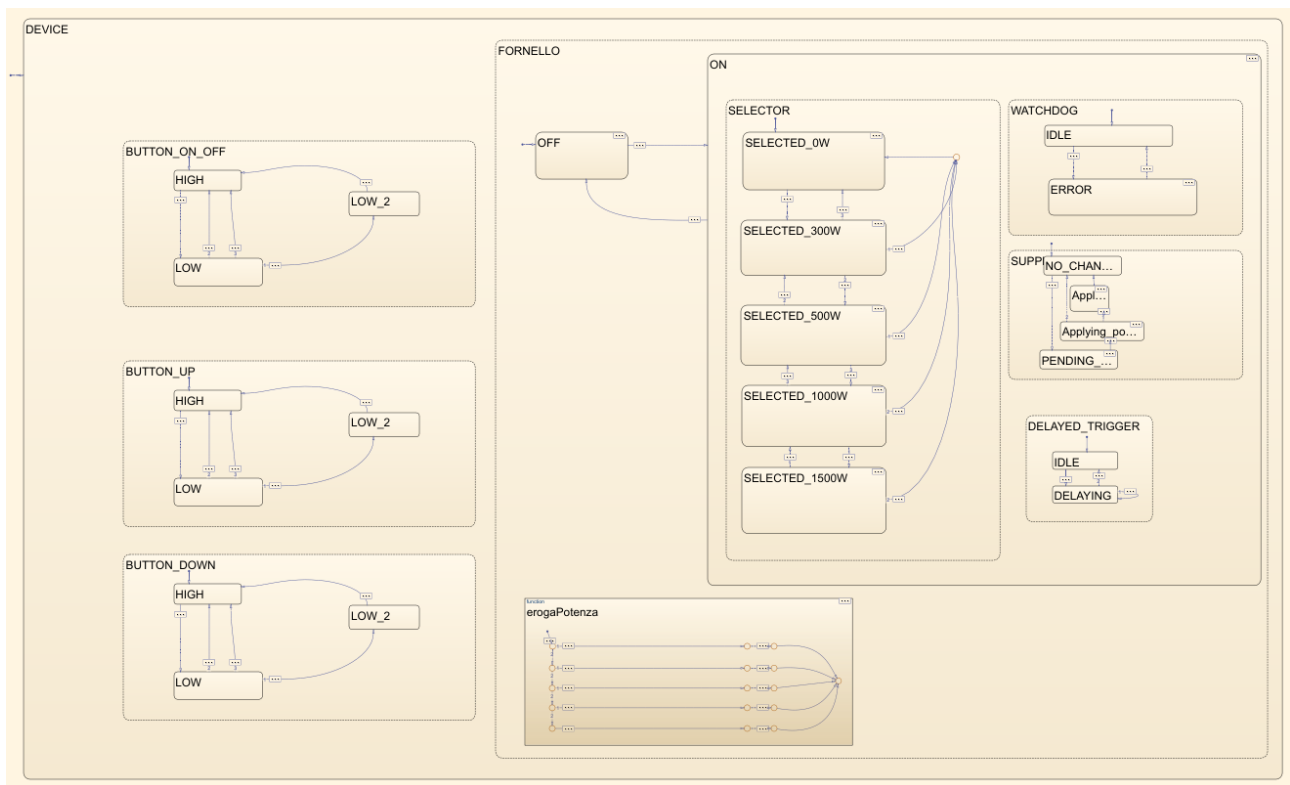
Variabile interna	Descrizione	Valore iniziale
attivo	Variabile interna che indica se lo stato del dispositivo è acceso o spento.	0
selected_power	Variabile interna che indica il valore della potenza che deve essere erogata dal fornello.	0

Variabile d'ingresso	Descrizione
pentola	Variabile che indica se la pentola è presente (1) o non è presente (0) sul fornello.

2 MODELLAZIONE DEL SISTEMA

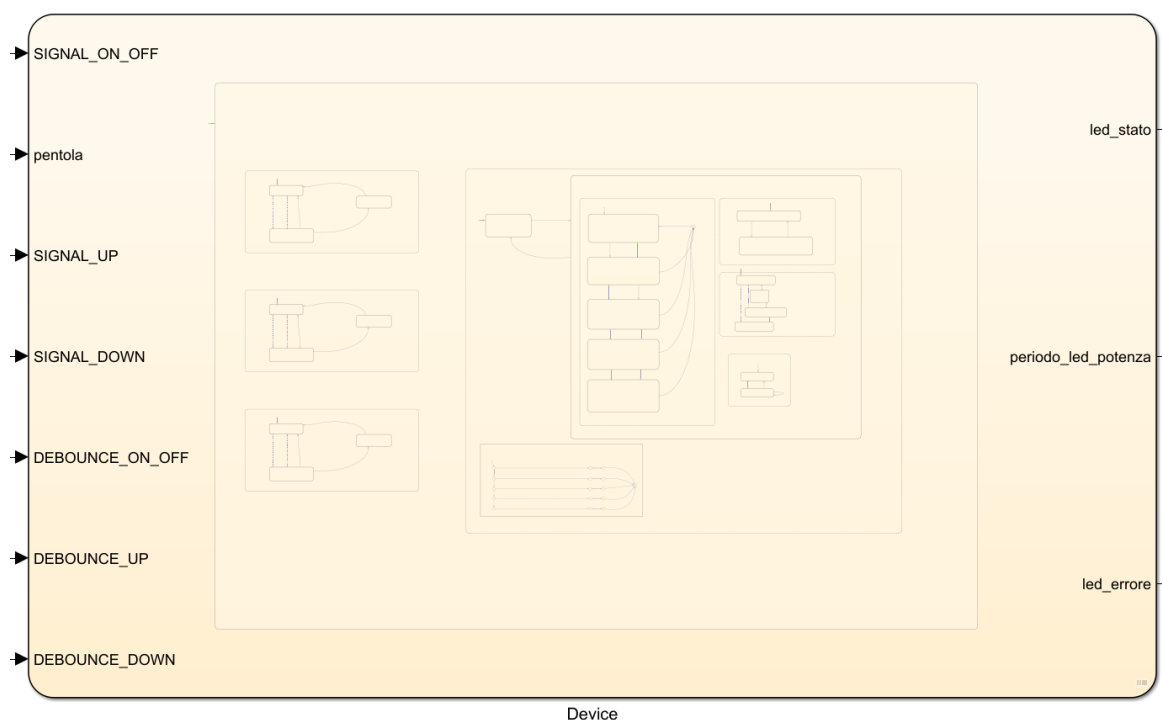


2.1 DISPOSITIVO



Il chart “Device” modella il dispositivo e gestisce l’interazione dei bottoni con il fornello. Nello specifico, lo stato “Button” (che viene descritto nel dettaglio nei paragrafi sottostanti) viene istanziato tre volte per modellare rispettivamente i pulsanti di on/off, up e down. Lo stato “Fornello” (anch’esso descritto nei paragrafi successivi), invece, si occupa di modellare tutte le specifiche relative al comportamento del fornello, quali la selezione della potenza, l’erogazione della potenza, la rimozione della pentola durante l’erogazione e l’erogazione ritardata di 5 secondi.

2.1.1 Interfaccia del dispositivo



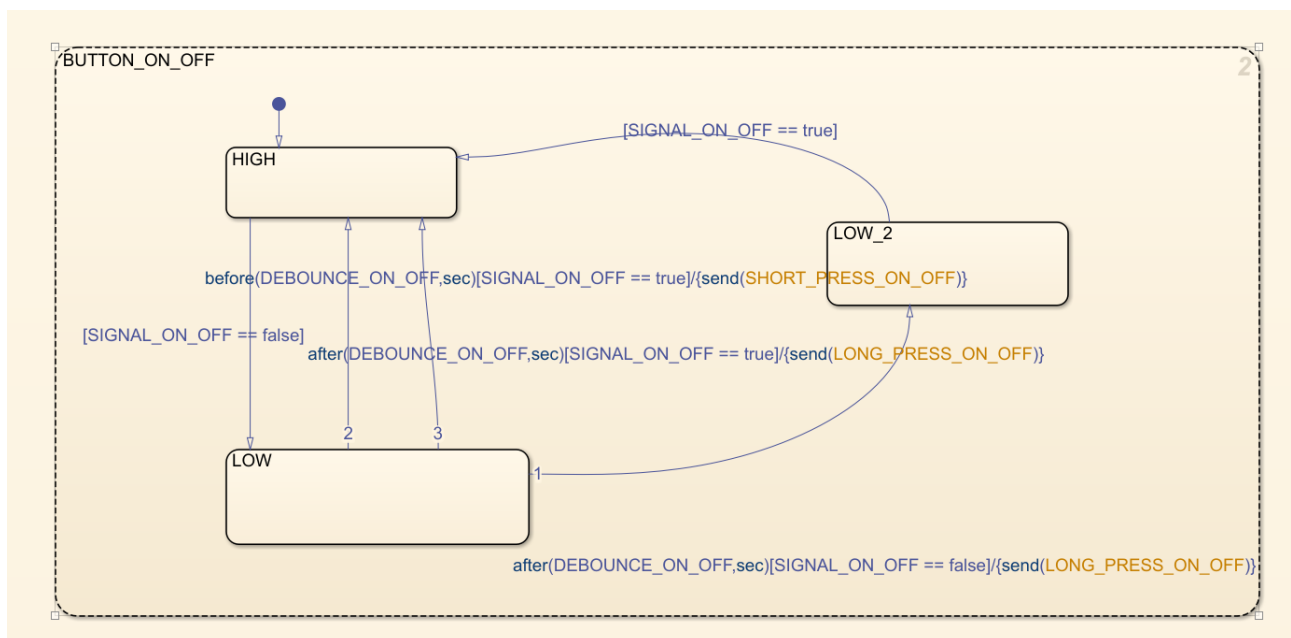
Nel seguito si descrive l'interfaccia del chart "Device". Gli input "SIGNAL_X" sono i segnali relativi ai tre pulsanti (on_off, up, down) e sono segnali di tipo booleano. I segnali di input "DEBOUNCE_X" sono i valori assegnati al tempo di debounce dei tre pulsanti, che, come da specifiche, sono pari ad un secondo. Il segnale di input "pentola" è un segnale booleano e rappresenta il sensore di presenza della pentola. Gli output "led_stato" e "led_errore" sono segnali booleani di output che rappresentano lo stato dei relativi led (se il valore è *true* il led è acceso, se è *false* il led è spento). Invece l'output "periodo_led_potenza" è il valore numerico associato al periodo del led di potenza.

Di seguito si riporta una tabella che illustra per ogni segnale le informazioni associate più rilevanti.

Name	Scope	Port	DataType	Size	InitialValue	CompiledType	Trigger
SIGNAL_ON_OFF	Input	1	Inherit: Same as Simulink	-1		boolean	
attivo	Local		boolean	1	FALSE	boolean	
led_stato	Output	1	boolean	1	FALSE	boolean	
periodo_led_potenza	Output	2	double	1	0	double	
led_errore	Output	3	boolean	1	FALSE	boolean	
pentola	Input	2	boolean	1		boolean	
SIGNAL_UP	Input	3	Inherit: Same as Simulink	-1		boolean	
SIGNAL_DOWN	Input	4	Inherit: Same as Simulink	-1		boolean	
DEBOUNCE_ON_OFF	Input	5	double	-1		double	
DEBOUNCE_UP	Input	6	double	-1		double	
selected_power	Local		double	1	0	double	
t_debug	Local		double		1	double	
last_down	Local		Inherit: From definition in chart	-1		double	
last_up	Local		Inherit: From definition in chart	-1		double	
DEBOUNCE_DOWN	Input	7	double	-1		double	
last_on_off	Local		Inherit: From definition in chart	-1		double	
debug	Local		Inherit: From definition in chart	-1		double	
flag	Local		Inherit: From	-1	0	double	

			definition in chart				
last_value	Local		Inherit: From definition in chart	-1		double	
disattiva	Local						Function call
change_power	Local						Function call
LONG_PRESS_DOWN	Local						Function call
LONG_PRESS_UP	Local						Function call
SHORT_PRESS_DOWN	Local						Function call
SHORT_PRESS_UP	Local						Function call
LONG_PRESS_ON_OFF	Local						Function call
SHORT_PRESS_ON_OFF	Local						Function call

2.1.2 Pulsante



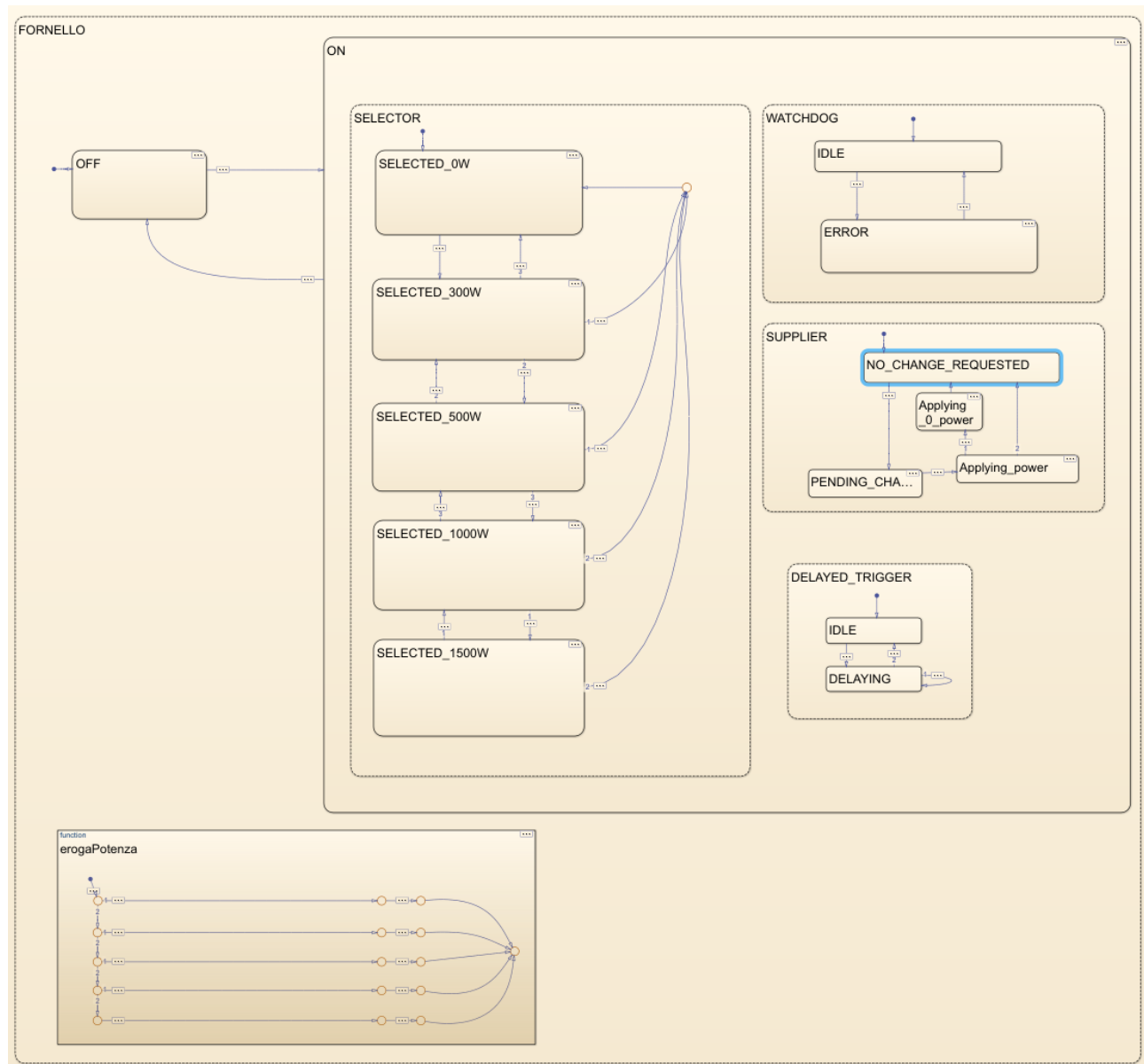
La progettazione del device si basa sull'esistenza di pulsanti in grado di generare due tipologie di eventi:

- Gli eventi di "SHORT_PRESS" sono tutti quegli eventi generati dalla pressione del pulsante per un tempo inferiore al tempo di debounce.
- Gli eventi di "LONG_PRESS" sono tutti quegli eventi generati dalla pressione del pulsante per un tempo superiore al tempo di debounce.

L'automa realizzato in figura implementa la generazione delle due tipologie di eventi. In particolare, l'automa gestisce la situazione di pressione prolungata del pulsante per un periodo di tempo superiore al secondo generando esclusivamente l'evento di "LONG_PRESS" ma non quello di "SHORT_PRESS".

Si osservi che si è scelto di realizzare un solo stato per il pulsante e di riutilizzarlo per tutti i pulsanti previsti dalle specifiche, istanziando tre volte l'automa per i differenti utilizzi. Questa scelta favorisce il riutilizzo del codice ma al contempo consente ai pulsanti di up e down di generare eventi di "SHORT_PRESS" che non sono richiesti per il funzionamento del sistema, per questo motivo tali segnali non verranno mai presi in considerazione durante l'esecuzione del sistema.

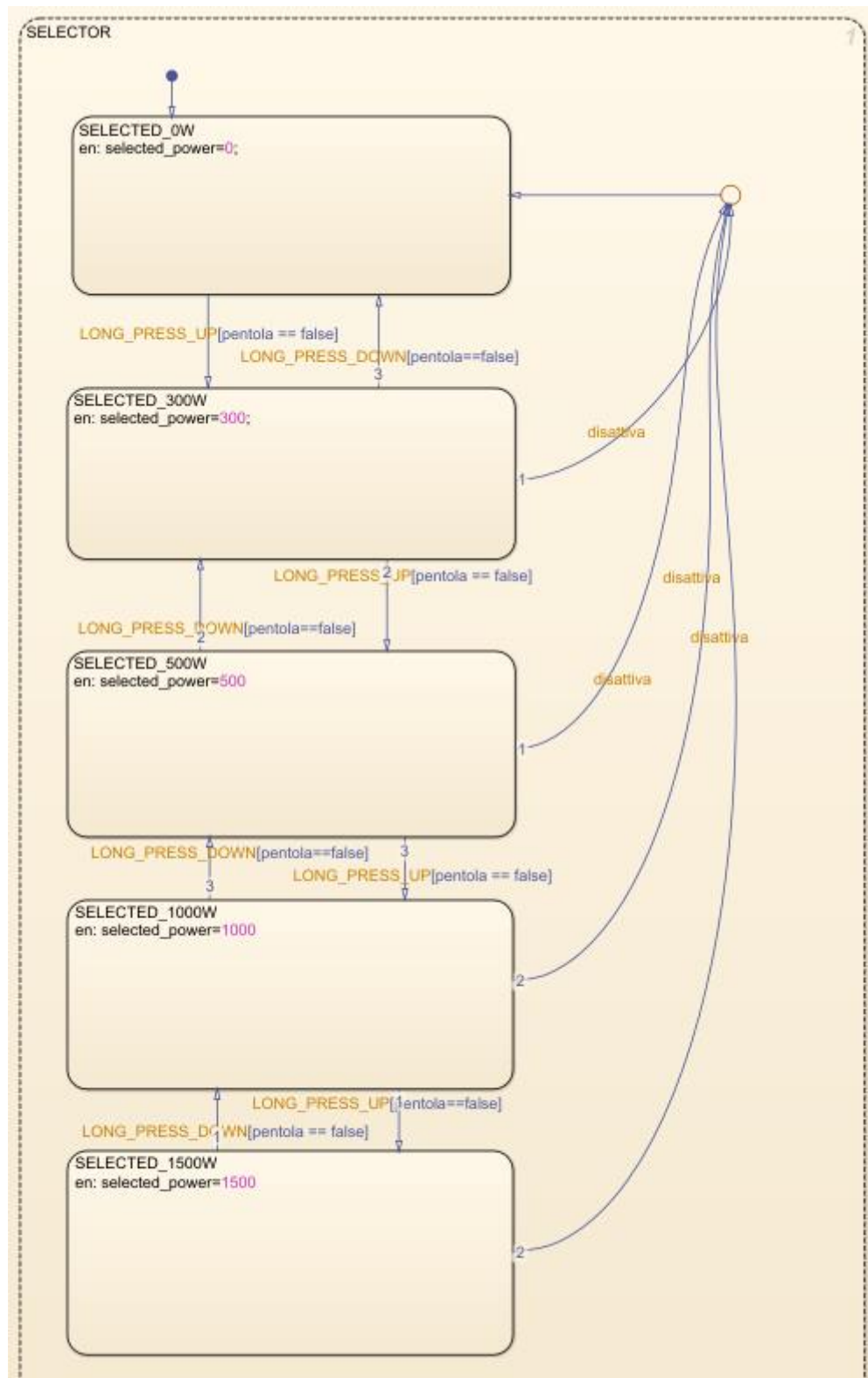
2.1.3 Fornello



L'automa "Fornello" modella il funzionamento del fornello combinando fra di loro i diversi sotto-stati realizzati e descritti in seguito. Nello specifico, l'automa prevede due stati principali: lo stato "on" e "off" che rappresentano la situazione in cui il fornello è acceso o spento. Lo stato "on" raggruppa al suo interno 4 sotto-stati: "Selector" che gestisce la selezione della potenza, "Watchdog" che gestisce le situazioni di errore in cui la pentola è rimossa mentre la potenza viene erogata, "Delayed trigger" che implementa l'attesa di 5 secondi prima di erogare la potenza e "Supplier" che gestisce l'erogazione della potenza vera e propria.

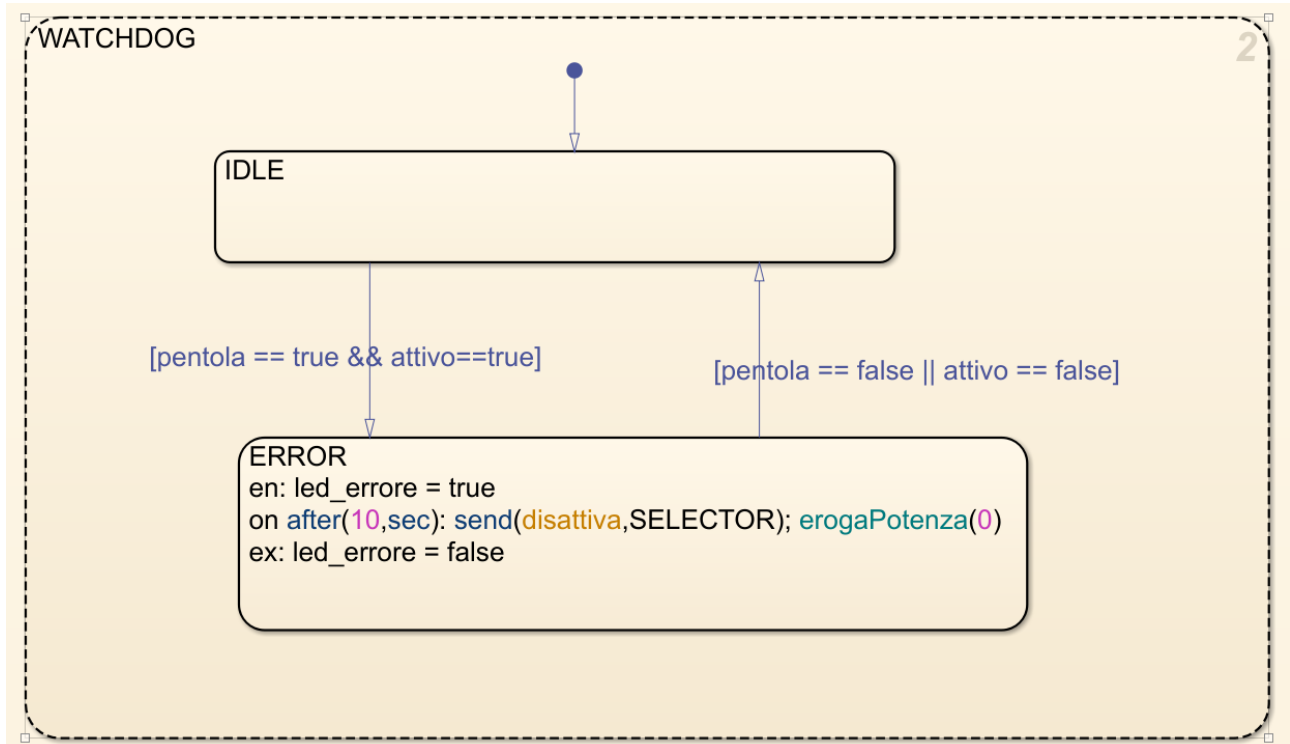
Inoltre, l'automa "Fornello" include anche la funzione "erogaPotenza" che associa a ciascun livello di potenza il corrispondente periodo di lampeggiamento del led.

2.1.3.1 Selector



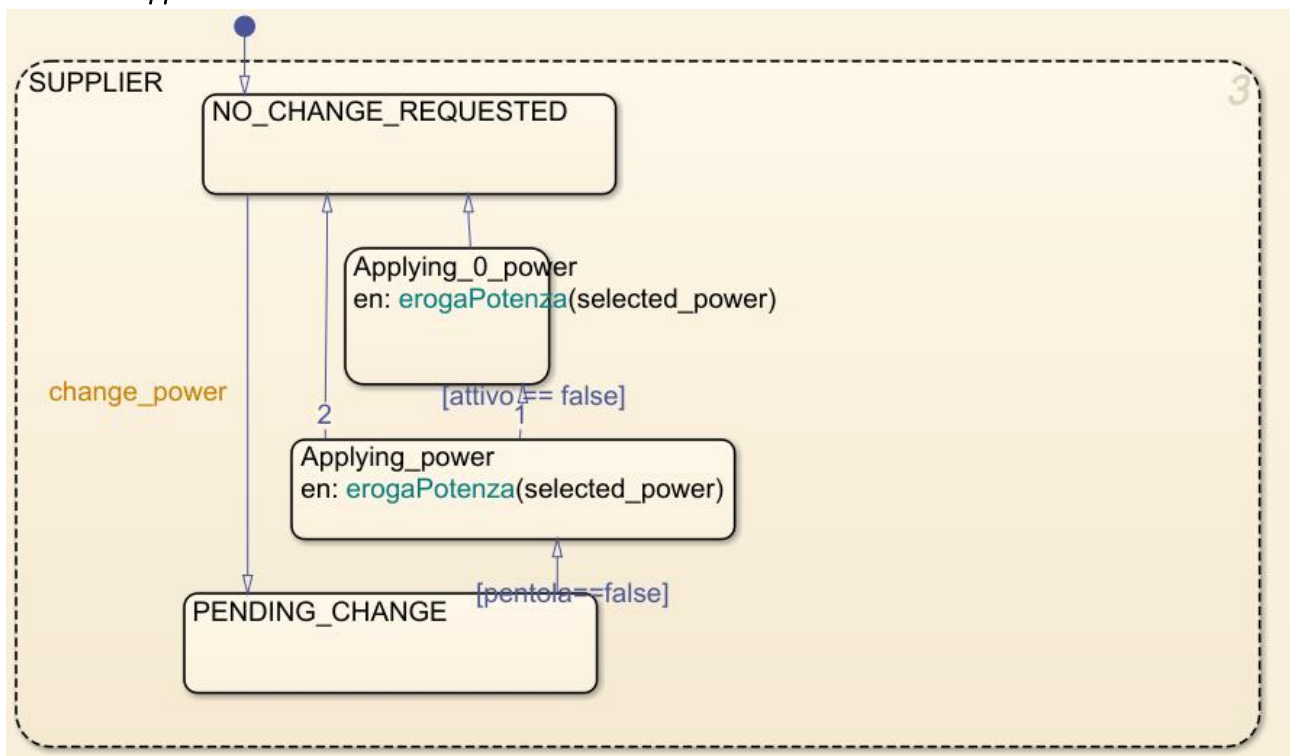
L'automa "Selector" modella lo stato fisico del fornello rappresentando tramite uno stato ciascuno dei livelli di potenza che l'apparecchio può erogare, gestendo le condizioni che permettono di scattare da uno stato all'altro. Si osservi che gli stati modellano il concetto di "potenza selezionata". La corrispondente potenza verrà erogata solo dopo 5 secondi grazie agli automi "Delayed trigger" e "Supplier".

2.1.3.2 Watchdog



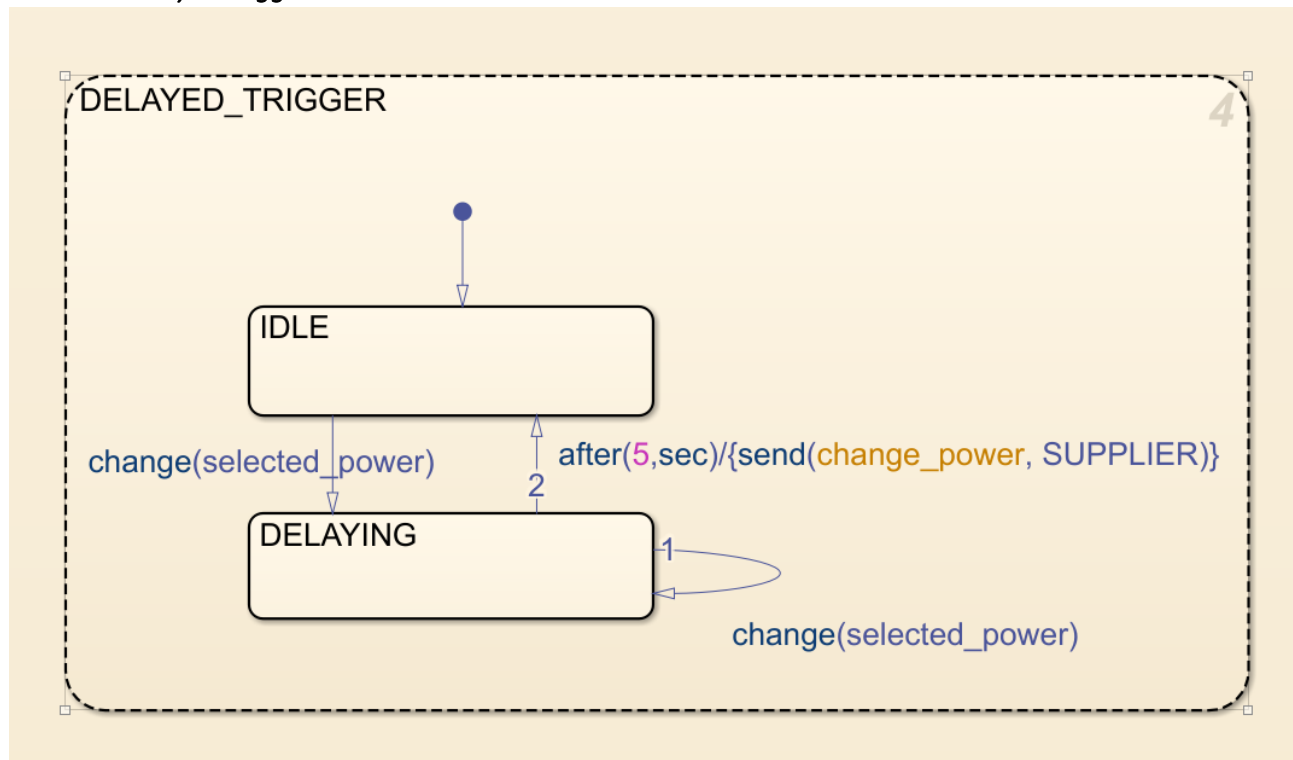
L'automa gestisce la situazione di emergenza in cui la pentola viene rimossa dal fornello quando il sistema è acceso. Se tale condizione accade, viene acceso il led di errore, mentre, se viene riposizionata la pentola sul fornello entro 10 secondi il led di errore viene nuovamente spento. In particolare, se la pentola viene rimossa l'automa passa dallo stato di "Idle" allo stato di "Error" dove attende 10 secondi dopo i quali, se non è stata ancora reinserita la pentola, l'automa disattiva il fornello lanciando l'evento "disattiva" e configurando il livello di potenza a 0W (di fatto disattiva il fornello).

2.1.3.3 Supplier



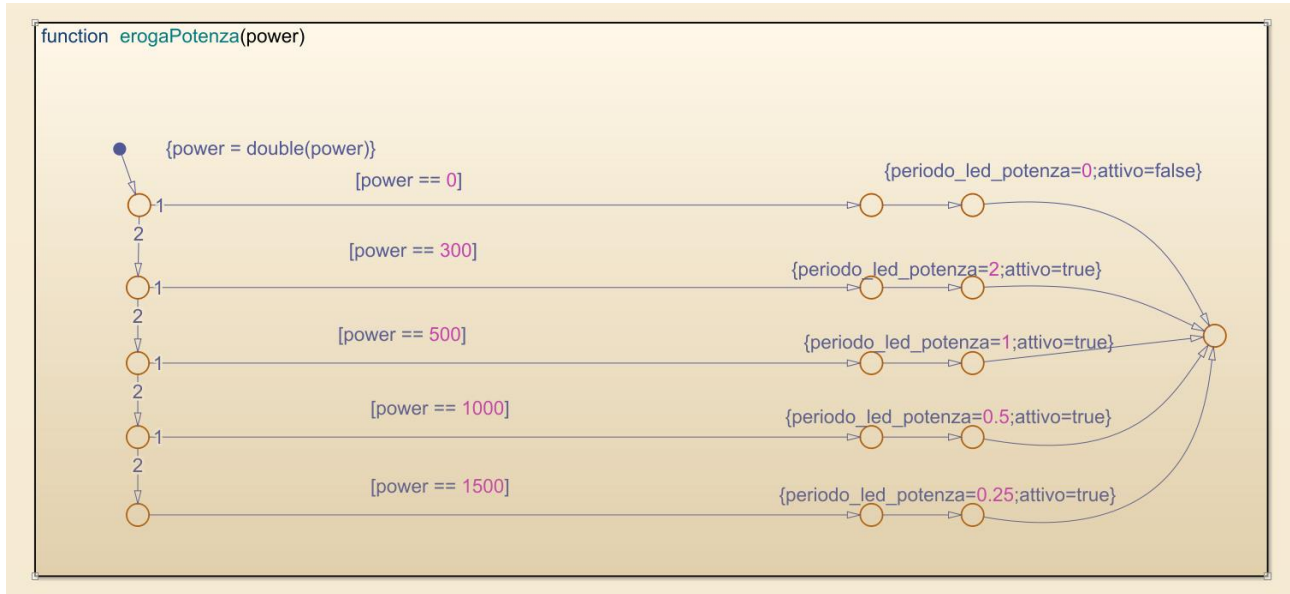
L'automa ha lo scopo di modellare l'erogazione della potenza selezionata solo se è presente la pentola sul fornello. Per ragioni implementative, in quanto Matlab non permette di invocare una funzione come azione di una transizione, si è deciso di aggiungere due stati: "Applying_power" e "Applying_0_power" per gestire le due transizioni "[attivo == 0] / erogaPotenza(0)" e "[pentola == 1] / erogaPotenza(selected_power)" previste in fase di progettazione. Si noti come "Applying_0_power" farà in modo che sia erogata la potenza 0 Watt anche se viene passata la variabile "selected_power" alla funzione *erogaPotenza()*. Questo perché, se il sistema è disattivo (cioè attivo == false) il "Selector" seleziona la potenza 0W e quindi la variabile "selected_power" varrà proprio 0.

2.1.3.4 Delayed Trigger



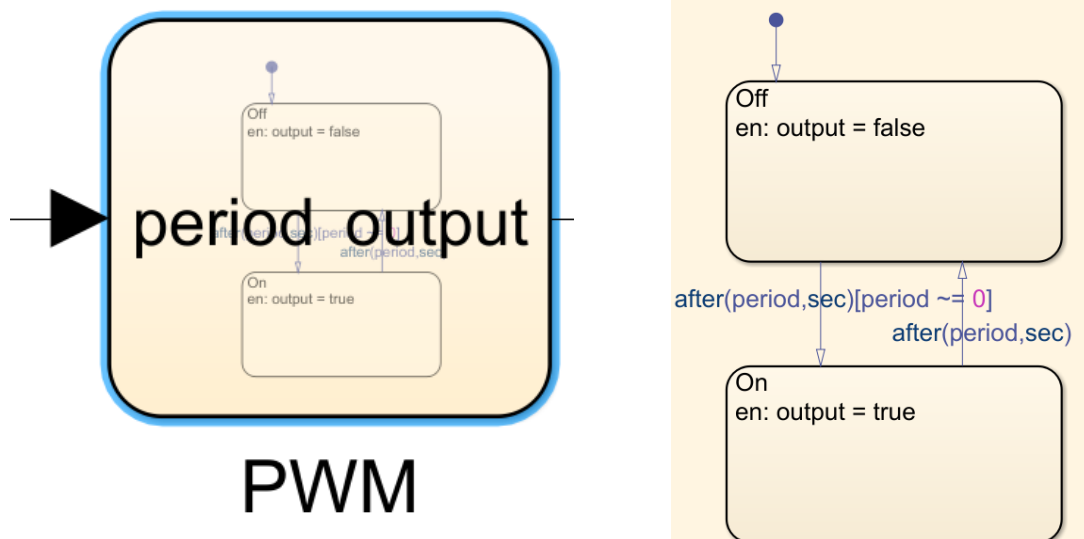
Questo sotto-stato ha lo scopo di modellare l'azione "*delayed_trigger(evento interno, durata timer)*" presente nello State Diagram. Nello specifico, viene modellato il fatto che, quando viene rilevata una variazione di potenza, questa viene effettivamente applicata solo dopo 5 secondi da quando è stata rilevata l'ultima variazione di potenza. Se durante l'attesa viene selezionata una nuova potenza, il timer è resettato grazie al self-loop sul sotto-stato DELAYING.

2.1.3.5 Funzione “Eroga Potenza”



Questa funzione prende in input una variabile che rappresenta il livello di potenza, chiamata *“power”*, ed in base al valore di questa, imposta le variabili *“periodo_led_potenza”* e *“attivo”* di conseguenza.

2.2 PWM



Questo chart ha lo scopo di implementare il PWM di un segnale. In input prende il valore del periodo del PWM e produce in output un segnale che commuta fra true e false con un periodo pari a quello fornito in ingresso al chart.

2.2.1 Interfaccia di PWM

Nel seguito si descrive l'interfaccia del chart "PWM". L'unico input del chart è il segnale "period" di tipo double. L'unico output del chart è il segnale "output" di tipo booleano.

Di seguito si riporta una tabella che illustra per ogni segnale le informazioni associate più rilevanti.

Name	Scope	Port	DataType	Size	InitialValue	CompiledType	CompiledSize	Trigger
period	Input	1	double	1		double	1	
output	Output	1	boolean	1	FALSE	boolean	1	

3 TEST CASE

3.1 UNIT TEST

Per quanto riguarda gli Unit Test, sono stati testati tutti i stati del sistema in modo standalone, e quindi ogni stato è stato trasformato in un chart singolo ed indipendente aggiungendo segnali ed eventi in input e in output laddove serviva.

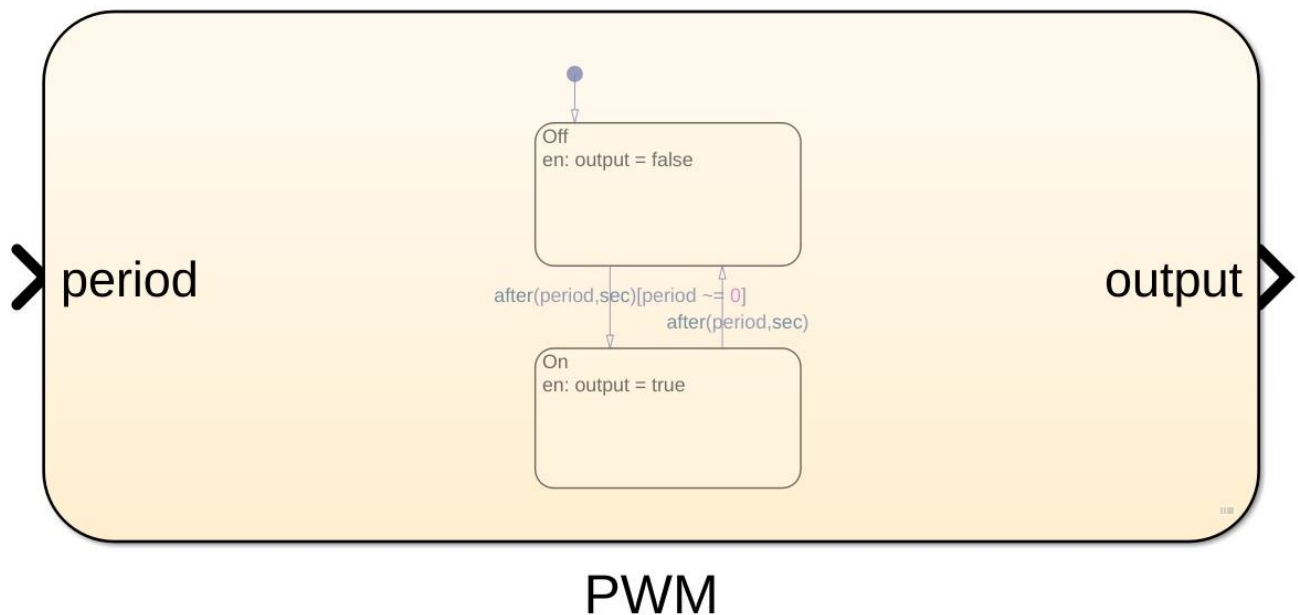
Gli Unit Test riguardano i seguenti stati: PWM, Debounce, Selector, Watchdog, Delayed_Trigger e Supplier.

Laddove nel modello un particolare stato fa uso di eventi locali, questi sono stati trasformati in eventi di input per il relativo chart singolo, come nel caso dei blocchi Selector e Supplier. Inoltre, poiché questi due stati hanno eventi in input, all'interno dei relativi Test Harness, è stato aggiunto un blocco che genera ad ogni istante di simulazione un evento, e serve per far avanzare la simulazione in Matlab.

Invece, laddove al chart sono stati aggiunti degli eventi in output, questi all'interno del Test Harness, in uscita dal chart sono stati trasformati in messaggi tramite il blocco Send e inviati ad un blocco Receive. Qui viene preso come output dal blocco Receive il segnale booleano generato ogni volta che viene ricevuto il messaggio, e viene messo in input al Test Assessment Block. Questa cosa è stata fatta nei Test Harness dei chart Debounce, Watchdog e Delayed_Trigger.

È stato realizzato un Test Harness diverso per ogni chart testato, con all'interno i relativi Unit Test.

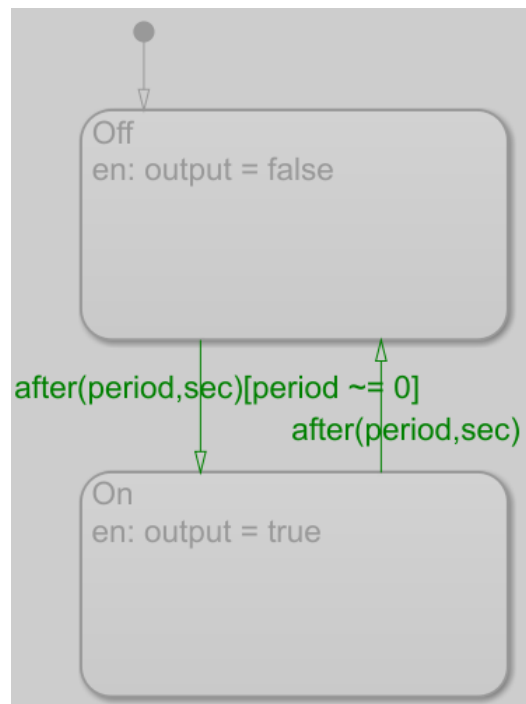
3.1.1 PWM



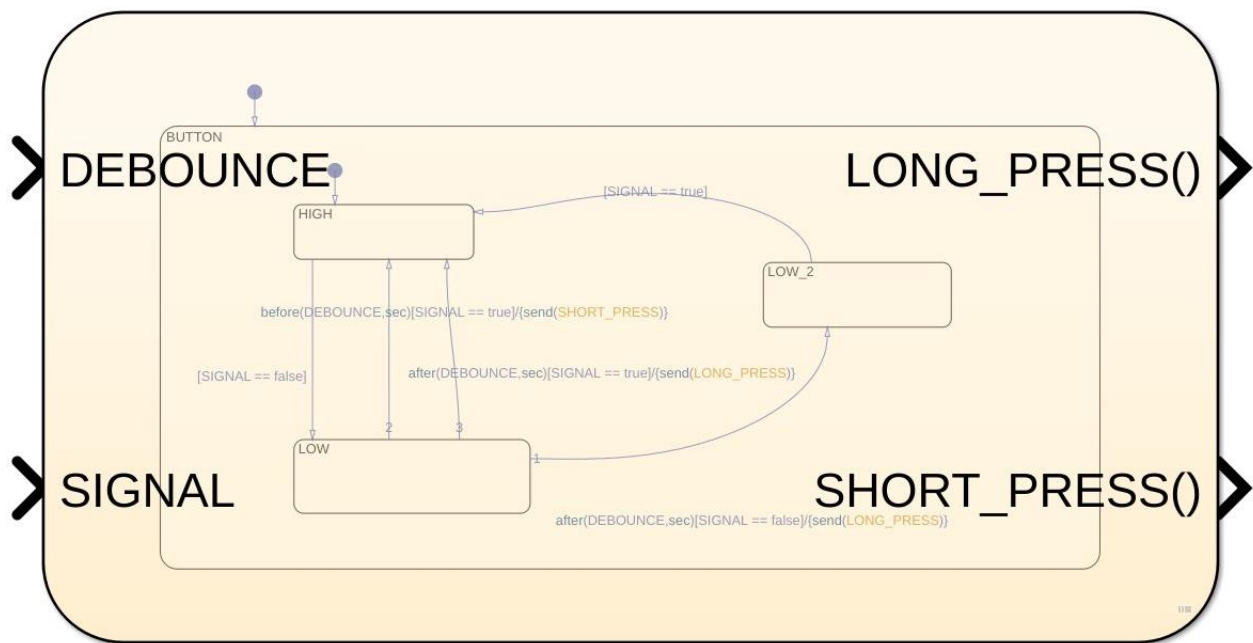
I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "PWM_Harness2".

Lo scenario realizzato per questo chart riguarda la variazione del periodo per osservare una variazione della commutazione dell'output, con valori del periodo pari a 0, 0.5 e 1.

Di seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al PWM. Si osserva che in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



3.1.2 Debounce

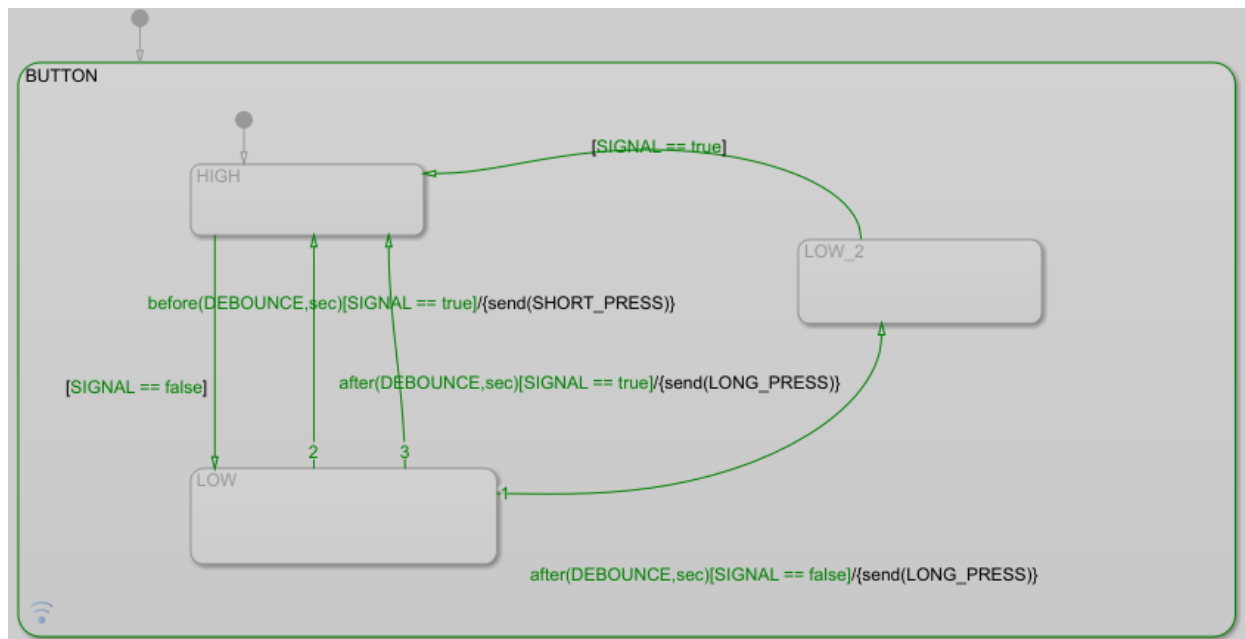


Debounce

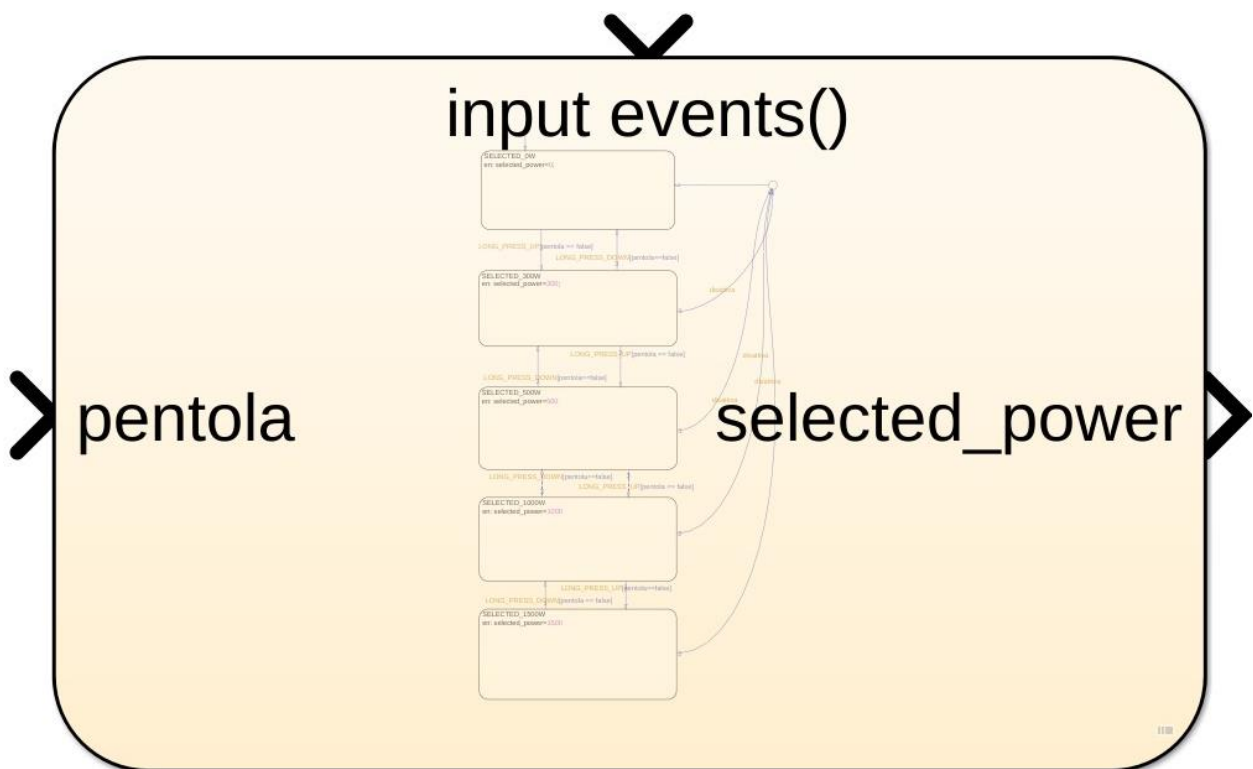
I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "Debounce_Harness2".

Gli scenari realizzati per questo chart sono per testare la pressione lunga del pulsante, la pressione corta del pulsante e il caso limite in cui il pulsante è premuto esattamente per il tempo di debounce.

In seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al Debounce. Si osserva che in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



3.1.3 Selector

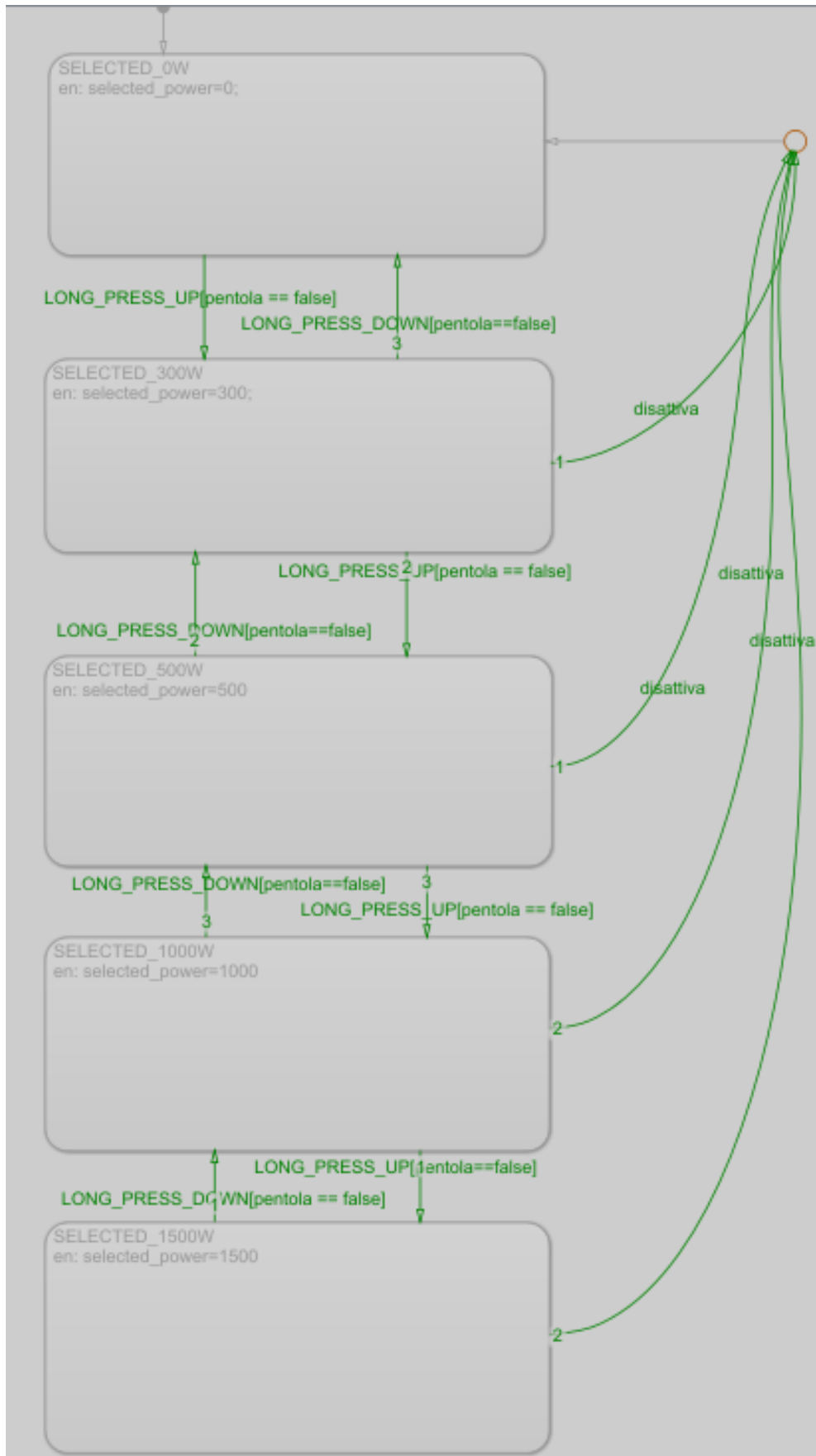


Selector

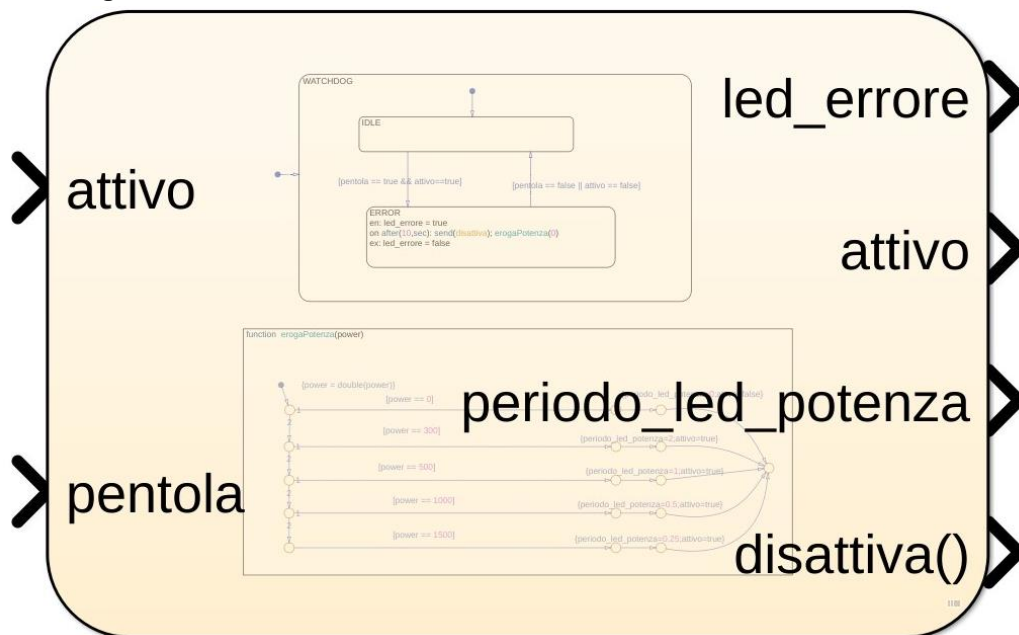
I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "Selector_Harness1".

Gli scenari realizzati per questo chart sono finalizzati al test: della selezione di tutte le potenze possibili partendo da quella più bassa a quella più alta e viceversa, del limite superiore ed inferiore di potenza, del caso in cui viene rimossa la pentola, ed infine di tutti i casi in cui viene disattivato il fornello.

In seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al Selector. Anche in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



3.1.4 Watchdog

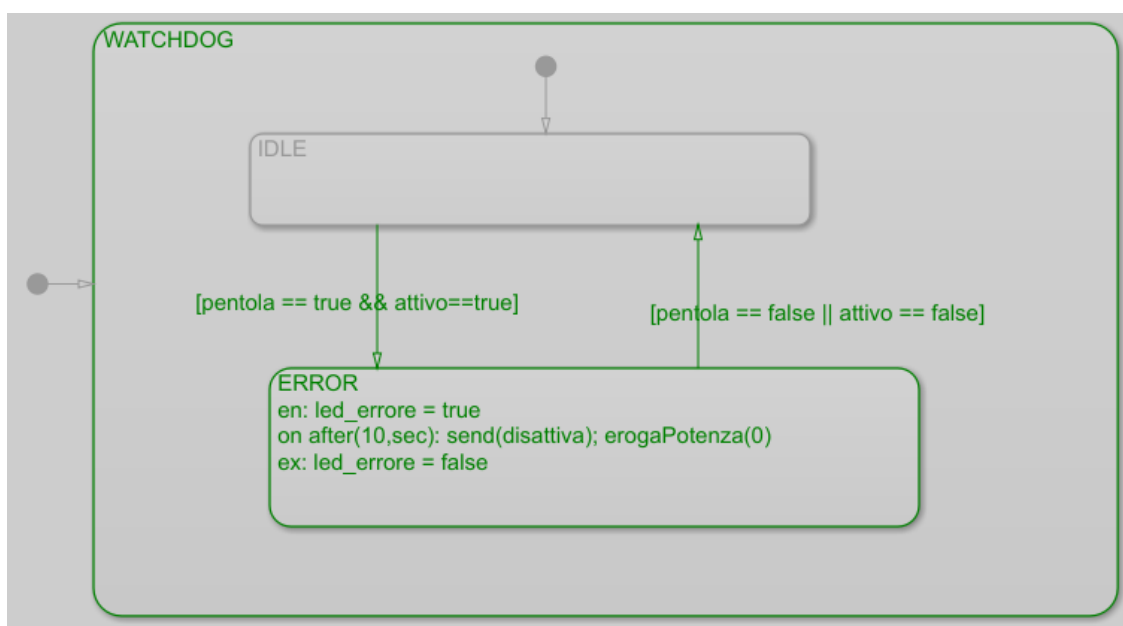


Watchdog

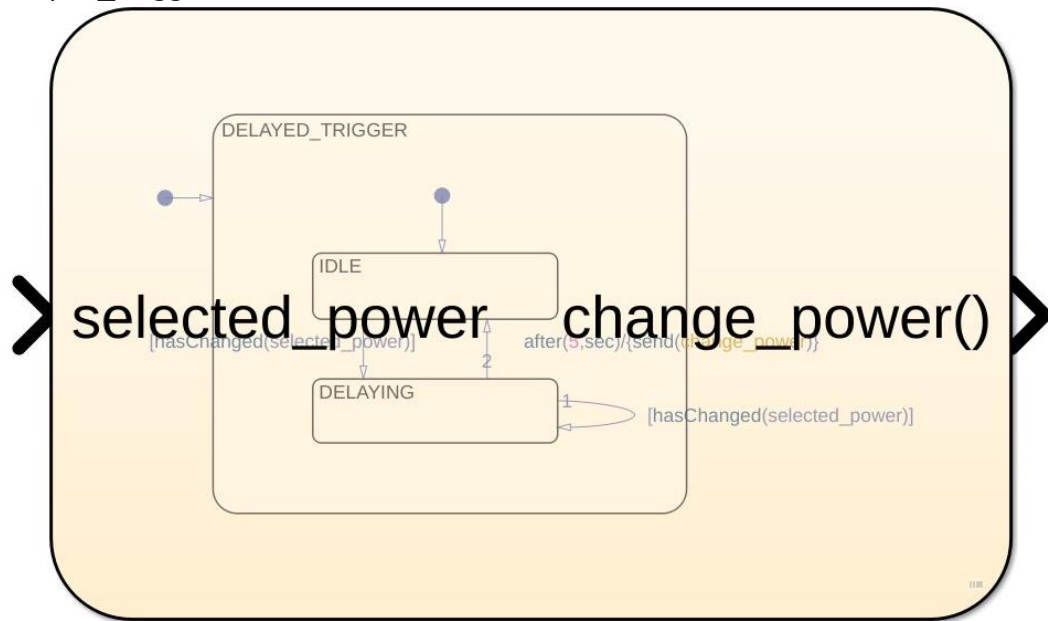
I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "Watchdog_Harness2".

Gli scenari realizzati per questo chart sono finalizzati al test del sistema di supervisione che gestisce il comportamento del sistema in caso di presenza o di assenza della pentola. In altre parole, si controlla se viene applicata la corretta routine quando viene rimossa la pentola e questa non viene rimessa entro i 10 secondi e, infine, si controlla la routine applicata dal sistema nel caso in cui viene rimossa la pentola ma viene rimessa entro i 10 secondi.

In seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al Watchdog. Si osserva che in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



3.1.5 Delayed_Trigger

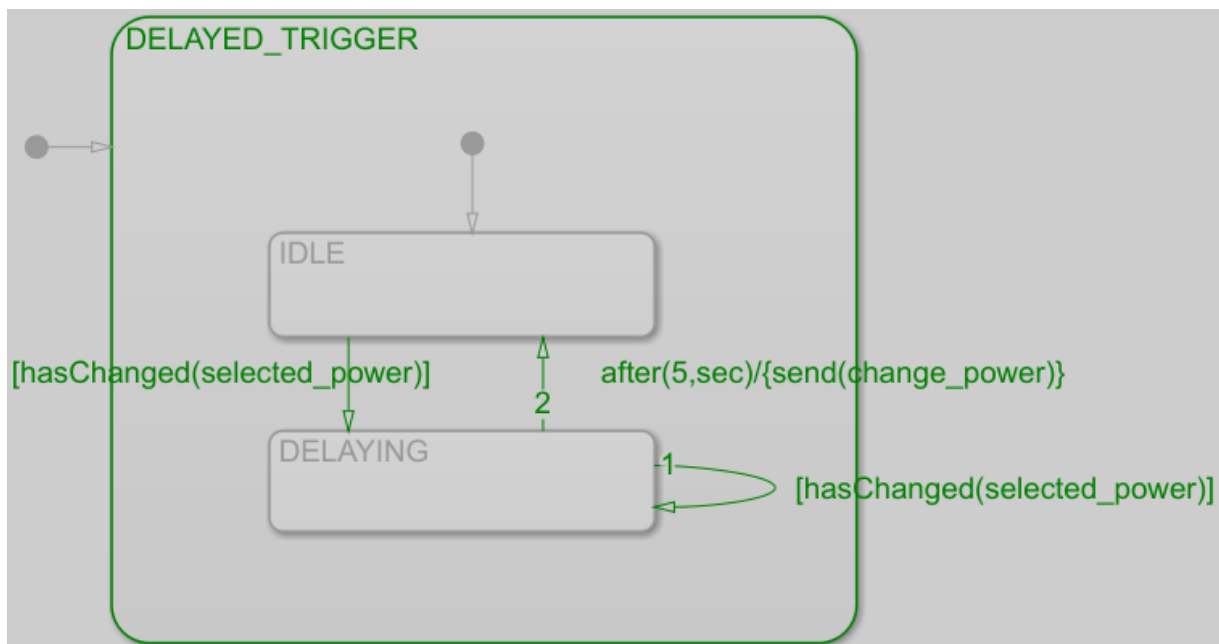


Delayed_Trigger

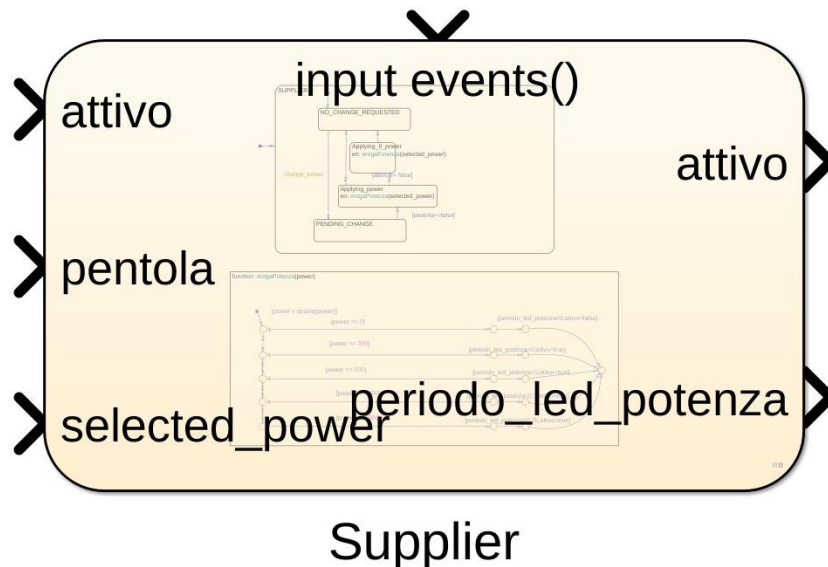
I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "Delayed_Trigger_Harness2".

Lo scenario realizzato per questo chart è finalizzato al test del sistema che gestisce l'erogazione ritardata della potenza selezionata, cioè se la potenza viene erogata dopo il tempo prestabilito.

In seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al Delayed_Trigger. Si osserva che in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



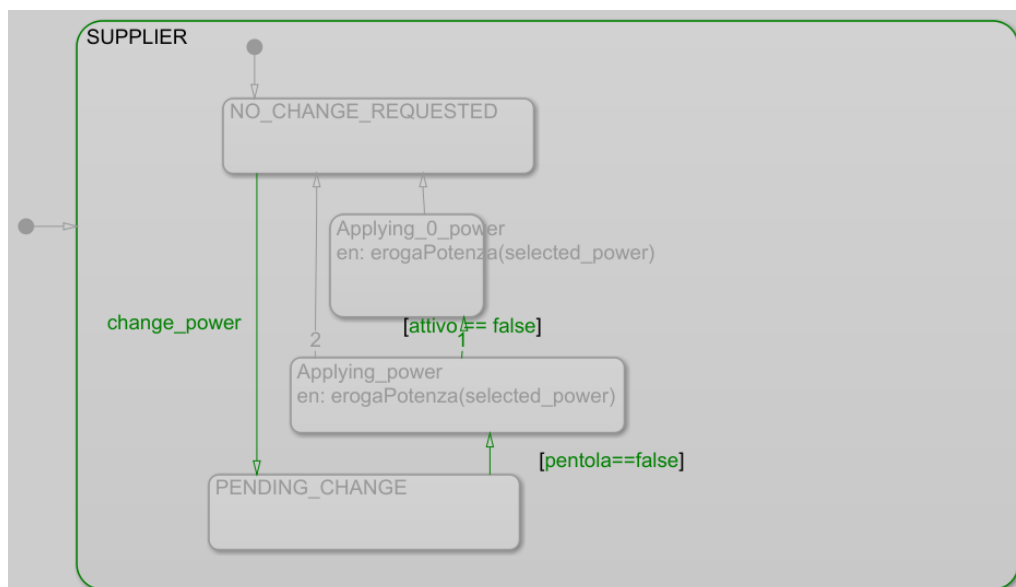
3.1.6 Supplier



I test realizzati per questo chart si trovano all'interno del Test Harness "Supplier_Harness3".

Lo scenario realizzato per questo chart è finalizzato al test del supervisore che gestisce la selezione e l'erogazione della potenza.

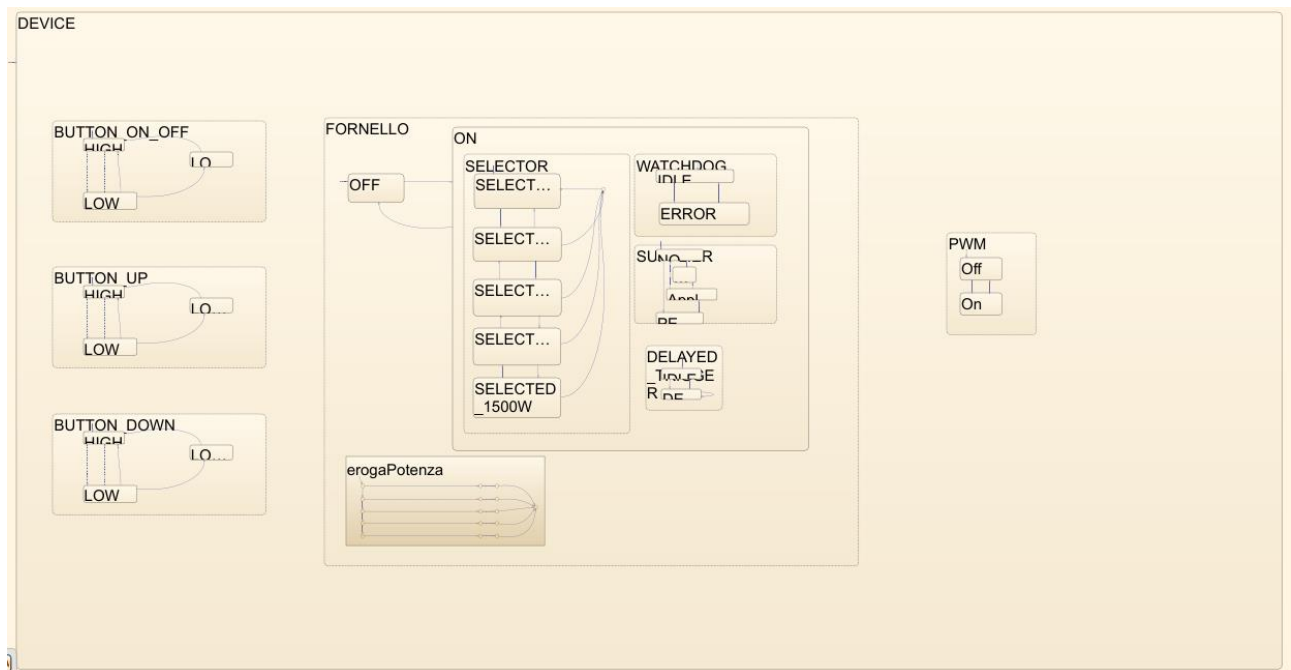
In seguito, si mostrano i risultati del coverage test ottenuti come risultato dell'esecuzione di tutti gli Unit test relativi al Supplier. Si osserva che in questo caso gli Unit Test sono stati in grado di coprire tutte le transizioni e gli stati del chart.



3.2 INTEGRATION TEST

Al solo fine di realizzare gli Integration Test sono stati necessari alcuni interventi sul modello realizzato e mostrato nel capitolo precedente. Nello specifico, non è stato possibile creare un unico Harness contenente più chart ma solo Harness sui singoli chart. Per mitigare questo problema si è deciso di incorporare in un unico chart complessivo tutti i chart prodotti nella fase di modellazione. Questa operazione ha richiesto che tutti le variabili contrassegnate con "Input Data" e "Output Data" venissero trasformate in variabili di tipo "Local Data". Un'operazione molto simile è stata necessaria per gli "Input Event" e "Output Event", i quali sono stati convertiti in "Local Event". In altre parole, è stata modificata esclusivamente la rappresentazione

di alcune variabili o eventi senza che la vera e propria modellazione abbia risentito di significative modifiche. In seguito, si mostra il risultato di questa operazione.



Tutti gli Integration Test sono stati realizzati in un'unica Harness, chiamata "test_modello_Harness_Integration_Test". Sono stati implementati otto Integration Test, ciascuno dei quali con l'obiettivo di mostrare un caso d'uso completo significativo per il sistema.

Tutti gli scenari realizzati prevedono che all'avvio del sistema il fornello sia spento e sprovvisto di pentola.

1. **Aumento_potenza_fornello.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza a 300W. Non soddisfatto della potenza erogata, decide di aumentare ulteriormente la potenza a 500W. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.
2. **Abbasso_potenza_fornello.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza a 300W. Dopo aver atteso circa 5 secondi la potenza viene erogata e l'utente utilizza il fornello per circa 4 secondi. Dopodiché, l'utente è soddisfatto della cottura e diminuisce la potenza a 0W, di fatto ha disattivato il dispositivo. Il test si conclude con il vero e proprio spegnimento del dispositivo.
3. **Rimozione_pentola_entro_10s.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza a 300W. Non soddisfatto della potenza erogata, decide di aumentare ulteriormente la potenza a 500W. Durante l'erogazione della potenza, l'utente improvvisamente rimuove la pentola dal fornello per 4 secondi, al termine dei quali reintroduce la pentola sul fornello. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.
4. **Rimozione_pentola_maggiore_10s.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza prima a 300W e poi ulteriormente a 500W. Durante l'erogazione della potenza, l'utente improvvisamente rimuove la pentola dal fornello, ma questa volta per un tempo maggiore di 10 secondi. In seguito, l'utente introduce la pentola sul fornello e procede con lo spegnimento del dispositivo.
5. **Selezione_multipla.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo ed inserisce la pentola. Dopodiché, in maniera incrementale seleziona più livelli di potenza, da 300W fino a 1500W. Solamente quando ha raggiunto il livello 1500W, l'utente attende il tempo necessario affinché il fornello eroghi la potenza desiderata. Dopo aver utilizzato il fornello per circa 2 secondi, l'utente

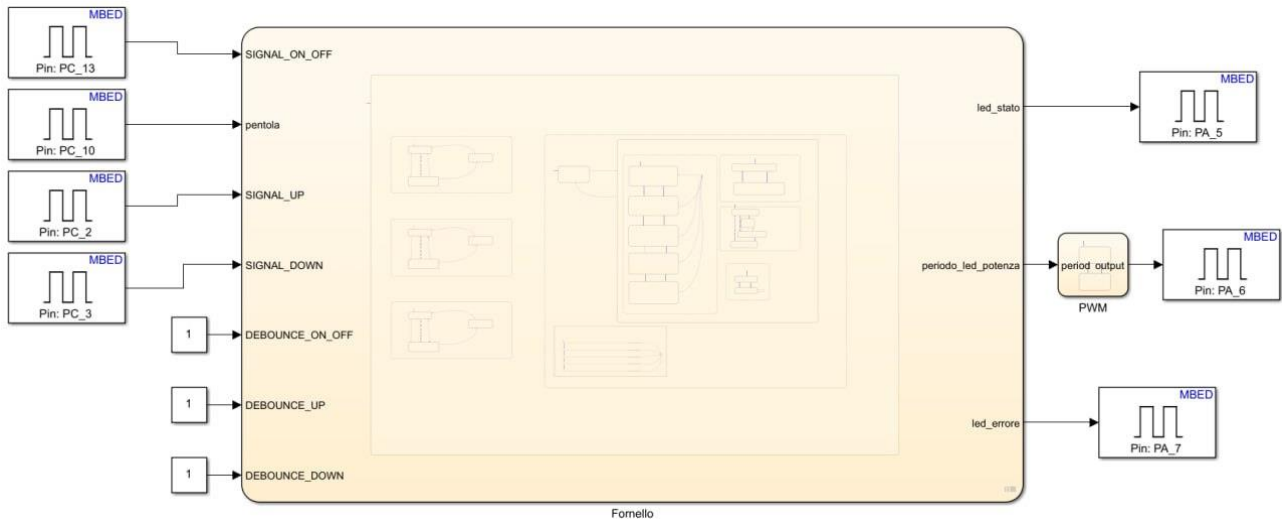
abbassa nuovamente la potenza con la stessa tecnica utilizzata per aumentare la potenza selezionando prima 1000W e poi 500W. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.

Gli Integration Test descritti in precedenza hanno lo scopo di verificare il corretto funzionamento delle funzionalità principali descritte nelle specifiche del dispositivo. In seguito, verranno descritti scenari di test che, invece, hanno la finalità di convalidare il corretto funzionamento del fornello in situazioni al contorno o in casi limite.

6. **EdgeCase_Aumento_potenza_senza_pentola.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza a 300W. A questo punto, rimuove la pentola e tenta vanamente di alzare la potenza del dispositivo. Una volta che l'utente reinserisce la pentola sul fornello la potenza erogata è ancora 300W rendendo vano il tentativo di aumentare la potenza. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.
7. **EdgeCase_Selezione_oltre_limite.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo ed inserisce la pentola. Lo scenario di test procede con il tentativo di abbassare il livello della potenza nonostante lo stato del sistema indica che il dispositivo sia disattivo. Dopodiché, l'utente in maniera incrementale seleziona più livelli di potenza, da 300W fino a 1500W e si prosegue tentando di alzare la potenza di un ulteriore livello. Una volta attesi 5 secondi, si mostra come la potenza erogata dal dispositivo sia di 1500W, in quanto questo è il livello massimo che il fornello può erogare. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.
8. **Caso_particolare.** L'utente all'avvio del sistema accende il dispositivo, inserisce la pentola e aumenta la potenza a 300W attendendo che il dispositivo vada in erogazione della potenza desiderata. A questo punto, l'utente seleziona il livello di potenza 500W e rimuove la pentola prima che il dispositivo eroghi la nuova potenza. A seguito di un'attesa di 7 secondi, l'utente reinserisce la pentola sul fornello scoprendo che il dispositivo ha iniziato ad erogare i 500W richiesti. Il test si conclude con lo spegnimento del dispositivo.

4 DEPLOYMENT DEL SISTEMA

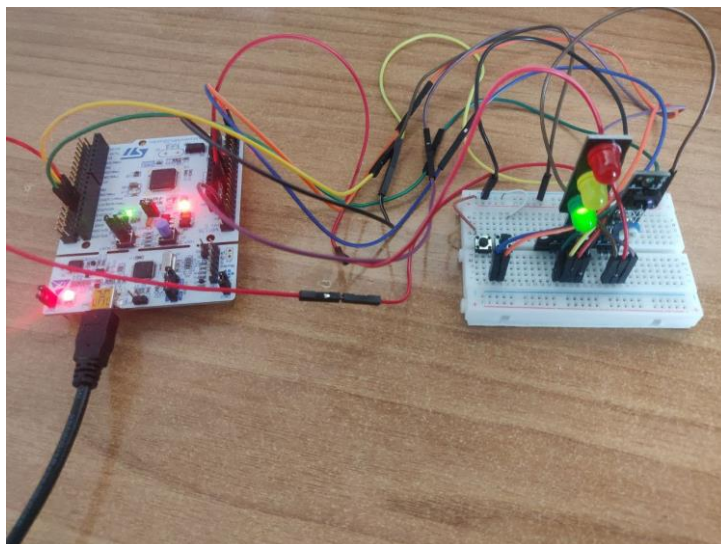
In questa fase è stato fatto il deployment del modello la cui realizzazione è stata descritta nel Capitolo 2 sulla board Nucleo-F401RE. A tale scopo, sono stati impiegati i blocchi “Digital Read” e “Digital Write” per collegare ingressi e uscite del modello con quelli della board.



A questo punto è stato utilizzato il tool “Simulink Coder” per generare codice sorgente C che è stato quindi caricato sulla board. Per testare il funzionamento del codice sono stati collegati i seguenti dispositivi alla board:

Dispositivo	Pin
LED rosso (errore)	PA7
LED giallo (potenza)	PA6
LED verde (accensione)	PA5
Sensore di Presenza	PC10
Pulsante aumento potenza	PC2
Pulsante riduzione potenza	PC3
Pulsante accensione/spegnimento	PC13

Nel seguito vi è una figura che mostra il circuito realizzato:



I test effettuati sulla board corrispondono agli Integration Test definiti in precedenza:

1. Accensione

Precondizioni:

1. Il firmware parte dallo stato iniziale (il pulsante di reset è stato premuto)
2. Tutti i led sono spenti
3. Nessun input è stato fornito

Esecuzione:

1. Si preme e si rilascia velocemente il pulsante di accensione

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Non sono accesi gli altri led

2. Spegnimento

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. Il led di accensione (verde) è acceso
3. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si tiene premuto il tasto di accensione/spegnimento per almeno 0.5s

Risultato atteso:

1. Tutti i led sono spenti

3. Aumento potenza senza pentola

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. Il led di accensione (verde) è acceso
3. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s
2. Si attendono 5s

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Tutti gli altri led sono spenti

4. Aumento potenza con pentola

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. Il led di accensione (verde) è acceso
3. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si avvicina un oggetto solido al sensore di presenza
2. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s
3. Si attendono 5s

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
3. Tutti gli altri led sono spenti

5. Diminuzione potenza

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 300W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si tiene premuto il tasto di diminuzione potenza per almeno 1s
2. Si attendono 5s

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Il led di potenza (giallo) è spento
3. Tutti gli altri led sono spenti

6. Rimozione pentola

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 300W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si rimuove l'oggetto davanti al sensore di presenza

Risultato atteso:

1. Il led di errore (rosso) si accende per 10 secondi
2. Dopo 10 secondi, il led di errore (rosso) e il led di potenza (giallo) si spengono
3. Il led di accensione (verde) rimane acceso

7. Riposizionamento pentola entro 10s

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 300W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si rimuove l'oggetto davanti al sensore di presenza
2. Si attendono 5 secondi
3. Si riposiziona di nuovo l'oggetto

Risultato atteso:

1. Il led di errore (rosso) si accende per 5 secondi
2. Il led di errore (rosso) si spegne dopo 5 secondi
3. Il led di accensione (verde) rimane acceso
4. Il led di potenza (giallo) continua a lampeggiare con periodo 2 secondi

8. Selezione multipla

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. Il led di accensione (verde) è acceso
3. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si avvicina un oggetto solido al sensore di presenza
2. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia
3. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia
4. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia
5. Si attendono 5s

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 0.5s
3. Tutti gli altri led sono spenti

9. Aumento potenza oltre il limite

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 1500W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 0.25s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia

Risultato atteso:

1. Il led di accensione (verde) è acceso
2. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 0.25s
3. Tutti gli altri led sono spenti

10. Aumento potenza senza pentola

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 300W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si rimuove l'oggetto davanti al sensore di presenza
2. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia
3. Si riposiziona di nuovo l'oggetto

Risultato atteso:

1. Il led di errore (rosso) si accende per 1 secondo
2. Il led di errore (rosso) si spegne dopo 1 secondo
3. Il led di accensione (verde) rimane acceso
4. Il led di potenza (giallo) continua a lampeggiare con periodo 2 secondi

11. Caso particolare

Precondizioni:

1. Il fornello è stato acceso
2. La pentola è stata posizionata, ovvero un oggetto è presente davanti al sensore di presenza
3. È stata selezionata la potenza 300W
4. Il led di accensione (verde) è acceso
5. Il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 2s
6. Tutti gli altri led sono spenti

Esecuzione:

1. Si tiene premuto il tasto di aumento potenza per almeno 1s e poi si rilascia
2. Si rimuove l'oggetto dal sensore di potenza
3. Si attendono 7 secondi
4. Si riposiziona di nuovo l'oggetto

Risultato atteso:

1. Il led di errore (rosso) si accende per 7 secondi
2. Il led di errore (rosso) si spegne dopo 7 secondi
3. Il led di accensione (verde) rimane acceso
4. Il led di potenza (giallo) inizialmente lampeggia con periodo 2 secondi

Dopo l'attesa di 7 secondi, il led di potenza (giallo) lampeggia con periodo 1 secondo.