Immagine che contiene Carattere, cerchio, simbolo, bianco

Descrizione generata automaticamente

Documentazione progetto di

**Testing e Verifica del Software**

cod. corso 21056

Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica

Università degli Studi di Bergamo

A.A. 2024/2025

Prof. Angelo Gargantini

Progetto di:

**Davide Gamba**, matr. 1053470

[1. Introduzione e Analisi dei Requisiti 1](#_Toc202002644)

[1.1 – Descrizione del Progetto 1](#_Toc202002645)

[1.2 – Analisi dei requisiti 1](#_Toc202002646)

[2. ASMETA 2](#_Toc202002647)

[2.1 – Modellazione 2](#_Toc202002648)

[2.2 – Scenari con Avalla 2](#_Toc202002649)

[2.3 – Model Checking con NumSMV 2](#_Toc202002650)

# 1. Introduzione e Analisi dei Requisiti

## 1.1 – Descrizione del Progetto

**SmartPrinter** è un progetto finalizzato alla modellazione e simulazione delle principali funzionalità di una stampante moderna, in grado di eseguire operazioni stampa, copia e scansione di documenti. Il progetto pone particolare attenzione alla gestione delle risorse fisiche (come carta e toner) e alla rilevazione degli errori più comuni, come inceppamenti e guasti.

La stampante integra anche un meccanismo di autenticazione, in modo tale da consentire l’accesso ai servizi solo agli utenti autorizzati, garantendo un uso controllato, sicuro e monitorabile del dispositivo.

L’obiettivo del progetto è fornire una rappresentazione formale del comportamento della stampante nei vari stati operativi, assicurando affidabilità, coerenza e una gestione efficace delle risorse e degli errori.

## 1.2 – Analisi dei requisiti

Una grande azienda multinazionale operante nel settore del Management Consulting intende introdurre una nuova linea di stampanti multifunzione di alta qualità, con l’obiettivo di supportare il personale nella gestione e distribuzione della documentazione aziendale.

L’iniziativa nasce dall’esigenza di standardizzare la produzione di documenti interni, come report e presentazioni utilizzati nelle riunioni tra i dirigenti, nonché la documentazione esterna destinata ai clienti, garantendo uniformità e professionalità nella comunicazione.

L’obiettivo principale è quello di definire processi documentali efficienti, ridurre al minimo gli sprechi di risorse e garantire un utilizzo controllato delle stampanti, limitato esclusivamente al personale autorizzato.

Ai fini della realizzazione del progetto, sono stati individuati i seguenti requisiti funzionali:

**1. Procedura di avvio della stampante:** La stampante deve poter essere accesa mediante un apposito pulsante di accensione (On/Off). Durante la fase di avvio, il sistema esegue una serie di controlli hardware e software per verificare il corretto funzionamento del dispositivo.

* In caso di esito positivo dei controlli, la stampante procede richiedendo l'autenticazione dell'utente.
* In caso di esito negativo, il dispositivo entra in modalità *fuori servizio* e richiede l’intervento di un tecnico qualificato per la diagnosi e la risoluzione del guasto.

**2. Identificazione e autenticazione dell’utente:** Al fine di garantire un utilizzo controllato e monitorato del dispositivo, è dunque previsto un meccanismo di autenticazione che consenta l’accesso esclusivamente agli utenti autorizzati.  
Nel dettaglio, all’utente viene richiesto di presentare il badge aziendale presso l’apposito lettore, seguito dall’inserimento del codice PIN personale.

* Se il tesserino presentato non risulta autorizzato, la procedura viene interrotta e all’utente viene richiesto di ripetere l’operazione con un badge valido.
* Se il tesserino è valido, il processo prosegue con l’inserimento del PIN:
  + Se il PIN è corretto, l’utente può procedere ad utilizzare la stampante.
  + In caso di PIN errato, la procedura viene annullata e l’utente dovrà ripetere l’intero processo di autenticazione, a partire dalla presentazione del tesserino.

**3. Funzionalità disponibili:** Una volta completata con successo la procedura di autenticazione, l’utente viene associato alla sessione in corso della stampante.

Le operazioni disponibili sono le seguenti:

* ***Stampa in Bianco e Nero***
* ***Stampa a Colori***
* ***Scansione di Documenti***

Considerata la finalità principale della nuova linea di stampanti, ovvero supportare la standardizzazione della produzione di report e documentazione aziendale, *ciascuna operazione di stampa prevede* ***l’utilizzo esatto di 10 fogli***, corrispondenti alla lunghezza media di un documento aziendale.

Poiché si tratta di dispositivi progettati per stampe ad alta qualità, in fase di progettazione è stato stimato che *ogni operazione di stampa ha un impatto del* ***5% sulla capacità delle cartucce di toner***. In particolare:

* Una stampa in bianco e nero riduce il livello del **toner nero** del 5%.
* Una stampa a colori riduce il livello di **entrambi i toner (nero e colore)** del 5%.

Per quanto riguarda la scansione, *l’operazione può essere effettuata solo se è stato collegato almeno un dispositivo di ricezione* alla stampante. Il collegamento può avvenire tramite **connessione wireless** oppure tramite **cavo fisico** (USB Type-C).

Infine, per garantire e promuovere un uso consapevole delle risorse aziendali e limitare gli sprechi di carta, *ogni utente dispone di un credito virtuale mensile*, inizialmente pari a **1000 crediti**, che si rinnova automaticamente ogni mese ed *è previsto un costo di* ***50 crediti per ogni stampa*** (sia in bianco e nero che a colori), mentre l’operazione di scansione non ha un costo.

**4. Stampante in uso e gestione degli errori di stampa:** Una volta selezionata dall’utente l’operazione desiderata, si possono verificare i seguenti casi:

* *Stampa in Bianco e Nero*: Se l’utente ha abbastanza credito ed i valori di toner nero e carta sono sufficienti, la stampante inizia ad eseguire il task, in caso contrario verrà notificato quale è il problema tramite un messaggio sul display. La stampa in bianco e nero richiede circa 2 secondi.
* *Stampa a colori*: Se l’utente ha abbastanza credito ed i valori di toner nero, toner a colori e carta sono sufficienti, la stampante inizia ad eseguire il task, in caso contrario verrà notificato quale è il problema tramite un messaggio sul display. La stampa in bianco e nero richiede circa 3 secondi
* *Scansione*: La scansione di un documento viene effettuata se è stato collegato almeno un dispositivo per la ricezione, altrimenti viene mostrato un messaggio. La stampa in bianco e nero richiede circa 4 secondi.

Se l’operazione di stampa/scansione si conclude correttamente, la stampante torna nello stato operativo, consentendo all’utente di effettuare ulteriori operazioni o, in alternativa, di terminare la propria sessione spegnendo il dispositivo tramite il tasto On/Off.

Qualora, invece, la carta non fosse stata inserita correttamente nell’apposito vano, durante l’operazione di stampa potrebbe verificarsi un inceppamento. In tal caso, la macchina interrompe l’operazione e notifica l’errore all’utente, il quale dovrà sistemare la carta e ripetere l’operazione desiderata. In caso di errore, l’importo relativo alla stampa non viene detratto dal credito dell’utente.

## 1.3 – StateChart UML

Prima di passare alla fase di implementazione, è stata modellata una State Machine con *StarUML* per rappresentare in modo chiaro gli stati del sistema e le relative transizioni, con il fine di facilitare la comprensione del comportamento dinamico della stampante.

Immagine che contiene diagramma, Piano, Disegno tecnico, schematico

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.

# 2. ASMETA

Per rappresentare formalmente il comportamento della stampante e verificarne la correttezza, è stato sviluppato un modello in ***AsmetaL***, il linguaggio formale utilizzato dall’ambiente **ASMETA** per la definizione di Abstract State Machines (ASM).

Il modello consente di descrivere con precisione gli stati del sistema, le transizioni tra essi e le regole di comportamento in funzione delle azioni dell’utente e delle condizioni operative, fornendo una base solida per l’analisi e la validazione del software prima dell’implementazione concreta.

## 2.1 – Simulazione/animazione del modello

Una volta sviluppato il modello, è stata effettuata una simulazione tramite lo strumento ***AsmetaS***, che consente di animare le regole definite e osservare l’evoluzione degli stati nel tempo.

Di seguito vengono riportati alcuni screenshot rappresentativi delle principali fasi della simulazione, accompagnati da una breve descrizione del comportamento osservato.

## 2.2 – Scenari con Avalla

Al fine di garantire che il sistema reagisca in modo coerente rispetto ai requisiti stabiliti, sono stati definiti ed eseguiti diversi **scenari di utilizzo** nel linguaggio *Avalla*, tali scenari sono stati progettati per coprire i casi d’uso principali, comprese situazioni corrette e situazioni di errore.

In particolare, gli scenari definiti sono stati validati con Vc per verificare la copertura e sono state utilizzate le seguenti primitive Avalla:

* **Set**: per impostare il valore delle monitorate a un valore specifico, simulando cosi l’ambiente.
* **Check**: verificare il valore delle funzioni controllate dello stato corrente.
* **Step:** Per eseguire un passo dell’ASM.
* **Invariant:** Per verificare che una proprietà è sempre vera durante

l’esecuzione dello scenario

* **Exec:** Per esegue una regola di transizione, tipicamente una regola per impostare ad un certo valore le variabili controllate all’inizio dell’esecuzione dello scenario.

Gli scenari definiti e validati sono:

1. *Un utente si collega ed effettua una stampa in bianco e nero, poi si scollega e si collega un altro utente che effettua una stampa a colori.*
2. *Un utente vuole ad accedere ma la stampante è guasta, dopo due stati viene sistemata e l'utente effettua l'accesso. L'utente esegue poi due scansioni, una per ogni dispositivo (tramite wireless e cavo).*
3. *Un utente accede ed effettua una stampa ma la carta si inceppa, l'utente sistema la carta e ripete la stampa, l'utente si scollega e poi si collega un altro utente che effettua una scansione.*
4. *Un utente inserisce il pin sbagliato e ripete quindi il processo di autenticazione.*
5. *La scansione non viene eseguita perché non è stato collegato nessun dispositivo.*
6. *La stampa non viene consentita con Toner nero insufficiente.*
7. *La stampa a colori non viene consentita con toner a colori insufficiente.*
8. *La stampa non viene consentita con quantità fogli insufficiente.*
9. *La stampa non viene consentita con credito utente insufficiente.*

## 2.3 – Model Checking

Successivamente, al fine di verificare la correttezza dell’implementazione Asmeta rispetto a tutte le possibili evoluzioni temporali del sistema, è stata condotta un’attività di Model Checking utilizzando il model checker ***NuSMV***. In particolare, è stato definito un insieme di proprietà espresse in **CTL (Computation Tree Logic),** la cui validità è stata verificata sul modello.

Le proprietà temporali sono state verificate su una versione semplificata del modello Asmeta, in cui è stata rimossa la componente relativa all’autenticazione dell’utente, mantenendo esclusivamente la parte operativa della stampante.

*StateChart del modello semplificato:*

*Immagine che contiene diagramma, Piano, linea, Disegno tecnico

Il contenuto generato dall'IA potrebbe non essere corretto.*

*Mentre le proprietà CTL verificate sono:*

# 3. Implementazione in Java

## 3.1 – Implementazione delle funzionalità in Java

## 3.2 – Analisi statica del Codice

## 3.3 – Testing del programma con JUnit

# 4 – JML

## 4.1 – Definizione dei contratti con JML

## 4.2 – Dimostrazione dei contratti con ESC

# 5 – Continuos Integration con Github