



CiViEI

Cloud-based virtual laboratory

Patrizio Tufarolo

Progetto di esame - Corso di “Gestione Progetti” - Prof G. Gianini

A.A. 2015/2016 - 2016/2017 - Matr. 875041

Versione: 1.0

Destinato a: Analisti, sviluppatori web, sistemisti, UI-UX designer, sviluppatori del sistema in esame

Metodologia: I requisiti funzionali e non funzionali sono stati classificati sulla base delle seguenti priorità:

MUST : requisiti che il sistema deve soddisfare per fornire le funzionalità sotto esplicitate

SHOULD : requisiti che il sistema dovrebbe avere per migliorarne l'accessibilità e l'accettabilità

MAY : requisiti che migliorerebbero il sistema, da aggiungere nel caso in cui le tempistiche e il budget lo permettano

Copyright 2017 Patrizio Tufarolo

Licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License (the "License"). You may not use this file except in compliance with the License. You may obtain a copy of the License at <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>. Unless required by applicable law or agreed to in writing, software distributed under the License is distributed on an "AS IS" BASIS, WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or implied. See the License for the specific language governing permissions and limitations under the License.

First printing, March 2017

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Richiesta	3
1.2	Elicitazione	4

I	Fase di analisi	
2	Catalogo dei requisiti	7
2.1	Requisiti funzionali	7
2.2	Requisiti non funzionali	8
2.2.1	Requisiti di prodotto	8
2.2.2	Requisiti organizzativi	9
2.2.3	Requisiti esterni	9
3	Casi d'uso	11
3.1	Catalogo dei casi d'uso	11
3.2	Diagramma dei casi d'uso	12
3.3	Schede dei casi d'uso	13
4	Text Chapter	29
4.1	Paragraphs of Text	29
4.2	Citation	30
4.3	Lists	30
4.3.1	Numbered List	30
4.3.2	Bullet Points	30

4.3.3	Descriptions and Definitions	30
5	In-text Elements	31
5.1	Theorems	31
5.1.1	Several equations	31
5.1.2	Single Line	31
5.2	Definitions	31
5.3	Notations	32
5.4	Remarks	32
5.5	Corollaries	32
5.6	Propositions	32
5.6.1	Several equations	32
5.6.2	Single Line	32
5.7	Examples	32
5.7.1	Equation and Text	32
5.7.2	Paragraph of Text	33
5.8	Exercises	33
5.9	Problems	33
5.10	Vocabulary	33

II	Part Two
-----------	-----------------

6	Presenting Information	37
6.1	Table	37
6.2	Figure	37
	Index	39

1. Introduzione

1.1 Richiesta

L'obiettivo del progetto è la realizzazione di una piattaforma di laboratorio informatico virtuale, accessibile tramite tecnologie web, da utilizzare per fini didattici (esercitazioni pratiche nelle discipline che le prevedono) e per fini di ricerca. Si richiede dunque una piattaforma multi utente e multi ambiente, che consenta all'utente di realizzare esperimenti in un ambiente simulato. È richiesto in particolare lo sviluppo di un ambiente specifico per la realizzazione di un laboratorio di "Reti di Calcolatori", che

- offra la possibilità agli utenti di disegnare topologie di rete coprendo i livelli I, II e III dello stack ISO/OSI
- consenta agli stessi di eseguire il *deployment* della topologia disegnata

Disegno della topologia

L'utente deve:

1. Poter disegnare nel proprio *canvas* il livello fisico della topologia, aggiungendo tramite un'interfaccia grafica *drag-and-drop* delle icone rappresentanti i singoli dispositivi appartenenti alla topologia stessa.
2. Poter collegare, tramite linee, le icone precedentemente disegnate.
3. Poter inserire annotazioni grafiche nel canvas (forme geometriche, etichette).

Deployment della topologia

1. Poter configurare tramite l'interfaccia grafica del prodotto i vari dispositivi e i link in fase di pre-deployment
2. Eseguire il deployment della topologia di rete
3. Applicare configurazioni sui link (limitazione della banda, aumento del bit-error-ratio ecc.)
4. Poter accedere ai terminali di ciascuno dei dispositivi presenti nel canvas in run-time, con la possibilità di installare e configurare software all'interno degli stessi

Informazioni aggiuntive alla richiesta

- Il prodotto deve essere accessibile via web ed integrato con un sistema di autenticazione centralizzata in dotazione (LDAP)
- È definito il concetto di *sessione di lavoro*, che non coincide con la sessione di login. Un utente deve poter effettuare login e logout più volte dalla piattaforma, ed accedere alle sessioni di lavoro a lui disponibile in qualunque momento.
- La sessione di lavoro è creata da un "supervisore di sessione", ovvero un utente con privilegi speciali.
- Deve essere fornita una modalità "supervisore di sessione", oltre a poter eseguire tutte le operazioni di cui sopra, ha la possibilità di interagire con le sessioni degli altri utenti, tramite l'implementazione di un'apposita modalità "actor".
- Le risorse create dall'utente devono rimanere disponibili all'interno della stessa sessione di lavoro, che non coincide con la sessione di login.

1.2 Elicitazione

Si intende offrire una piattaforma web-based che soddisfi i requisiti esplicitati nella richiesta e che possa essere installata in un ambiente distribuito al fine di poter garantire i requisiti impliciti di scalabilità richiesti dall'utilizzo intensivo multi-utente.

L'applicazione implementerà il concetto di *multi-tenancy* al fine di garantire la separazione degli ambienti nell'utilizzo multi-utente.

L'approccio modulare che ne caratterizzerà lo sviluppo consentirà di espandere la stessa mediante la realizzazione di ambienti legati anche ad altre discipline.

Per quanto riguarda l'ambiente "Reti di calcolatori" richiesto, le funzionalità saranno implementate tramite l'adozione di tecnologie SDN¹

La parte operativa sarà realizzata mediante software open-source, facendo largo uso delle caratteristiche del kernel Linux².

La piattaforma disporrà di una dashboard grafica disponibile via WEB implementata con tecnologie HTML5/CSS3 e con l'utilizzo di WebSocket. Questa dashboard grafica comunicherà con delle API programmabili che effettueranno tutte le operazioni di gestione del prodotto implementando i requisiti esplicitati nei prossimi capitoli del presente documento.

¹Software Defined Network, approccio all'orchestrazione delle risorse di rete orientato al software.

²<http://www.linux.org>



Fase di analisi

2	Catalogo dei requisiti	7
2.1	Requisiti funzionali	
2.2	Requisiti non funzionali	
3	Casi d'uso	11
3.1	Catalogo dei casi d'uso	
3.2	Diagramma dei casi d'uso	
3.3	Schede dei casi d'uso	
4	Text Chapter	29
4.1	Paragraphs of Text	
4.2	Citation	
4.3	Lists	
5	In-text Elements	31
5.1	Theorems	
5.2	Definitions	
5.3	Notations	
5.4	Remarks	
5.5	Corollaries	
5.6	Propositions	
5.7	Examples	
5.8	Exercises	
5.9	Problems	
5.10	Vocabulary	

2. Catalogo dei requisiti

2.1 Requisiti funzionali

MUST Sistema di login alla piattaforma

Modalità utente

MUST Creazione e eliminazione un canvas

MUST Aggiunta di un dispositivo nel canvas

MUST Aggiunta di un link tra due dispositivi

MUST Configurazione di uno switch

MUST Configurazione di un router

MUST Configurazione di un host

MUST Configurazione di un link

MUST Deploy della topologia

MUST Accesso al terminale dei device

MUST Modifica delle proprietà dei link a run-time

MUST Modifica delle proprietà degli switch a run-time

MAY Realizzazione automatica di topologie comuni

MAY Integrazione nella UI di comandi di rete comuni (es. visualizzazione dell'output di *ifconfig* o della routing table)

Funzionalità aggiuntive modalità supervisore

MUST Gestione delle sessioni di lavoro

MUST Associazione di utenti alle sessioni di lavoro mediante dashboard

SHOULD Associazione di utenti alle sessioni di lavoro mediante link di invito

Funzionalità ulteriori

MAY Integrazione con sistemi di virtualizzazione esistenti

MAY Integrazione con piattaforme cloud esistenti per l'orchestrazione delle risorse di rete

MAY Implementazione di protocolli aggiuntivi per garantire proprietà di sicurezza eventuali (VPN IPSec, etc.)

MAY Interfacciamento con apparati fisici di vendor di settore

MAY Interfacciamento con protocolli SDN avanzati per la gestione dei flussi di traffico (OpenFlow, NetFlow, FabricPath, etc.)

2.2 Requisiti non funzionali

2.2.1 Requisiti di prodotto

Requisiti di usabilità

MUST User experience efficace per consentire agli utenti di raggiungere i propri obiettivi

MUST User experience efficiente in relazione alla precisione con cui l'utente raggiunge il proprio obiettivo

SHOULD Guida contestuale con tooltip

SHOULD Manuale utente completo

Requisiti di efficienza e performance

MUST Performance adeguate al tipo di attività preposta, tempi di attesa brevi.

MUST Scalabilità dell'infrastruttura in base al numero di utenti serviti.

SHOULD Implementazione di meccanismi intelligenti di scalabilità automatica per la base di dati, le API e la dashboard.

Requisiti di dependability**Requisiti inversi (reliability)**

MUST Il sistema deve dare la possibilità di eseguire in qualunque momento ciascuna delle operazioni definite nei requisiti funzionali con il numero minore di fallimenti possibili se in fase di produzione.

Requisiti di availability

MUST Il sistema deve essere sempre disponibile all'utilizzo

MUST Il sistema deve essere distribuito e ridondato per prevenire situazioni di fault

Requisiti di sicurezza

- MUST** L'autenticazione deve essere gestita in modo centralizzato con un database LDAP dedicato fornito.
- MUST** Sono definiti due ruoli all'interno del sistema: ruolo "Utente" e ruolo "Supervisore di sessione".
- MUST** Le sessioni di ciascun utente sono separate mediante tenancy isolation.
- MUST** Ogni utente deve avere esclusivamente i privilegi di cui ha bisogno (least privilege).

2.2.2 Requisiti organizzativi**Requisiti ambientali**

- MUST** Il sistema sarà realizzato con tecnologie open-source, e sfrutterà le caratteristiche del sistema operativo Linux. La Dashboard sarà implementata con il framework Angular 2.0, le API saranno realizzate con Python (Django REST Framework). Per simulare gli switch il prodotto utilizzerà il software SDN Open vSwitch. Per simulare i dispositivi di livello 3, il prodotto farà uso di meccanismi di containering ottenuti tramite *network namespaces* nativamente implementati nel kernel Linux (per la segregazione a livello di stack di rete) e la funzionalità *chroot* (per la segregazione del filesystem).

Requisiti operazionali

- MUST** Il sistema deve consentire l'utilizzo simultaneo da parte di più utenti.

Requisiti di sviluppo

- MUST** Utilizzo di tecnologie open-source.
- MUST** Utilizzo di un ambiente IDE open-source.
- MUST** Utilizzo di Javascript / HTML5 / CSS per la realizzazione della parte di frontend (dashboard).
- MUST** Utilizzo di engine di continuous integration per il deploy istantaneo delle modifiche nell'ambiente di produzione.

2.2.3 Requisiti esterni

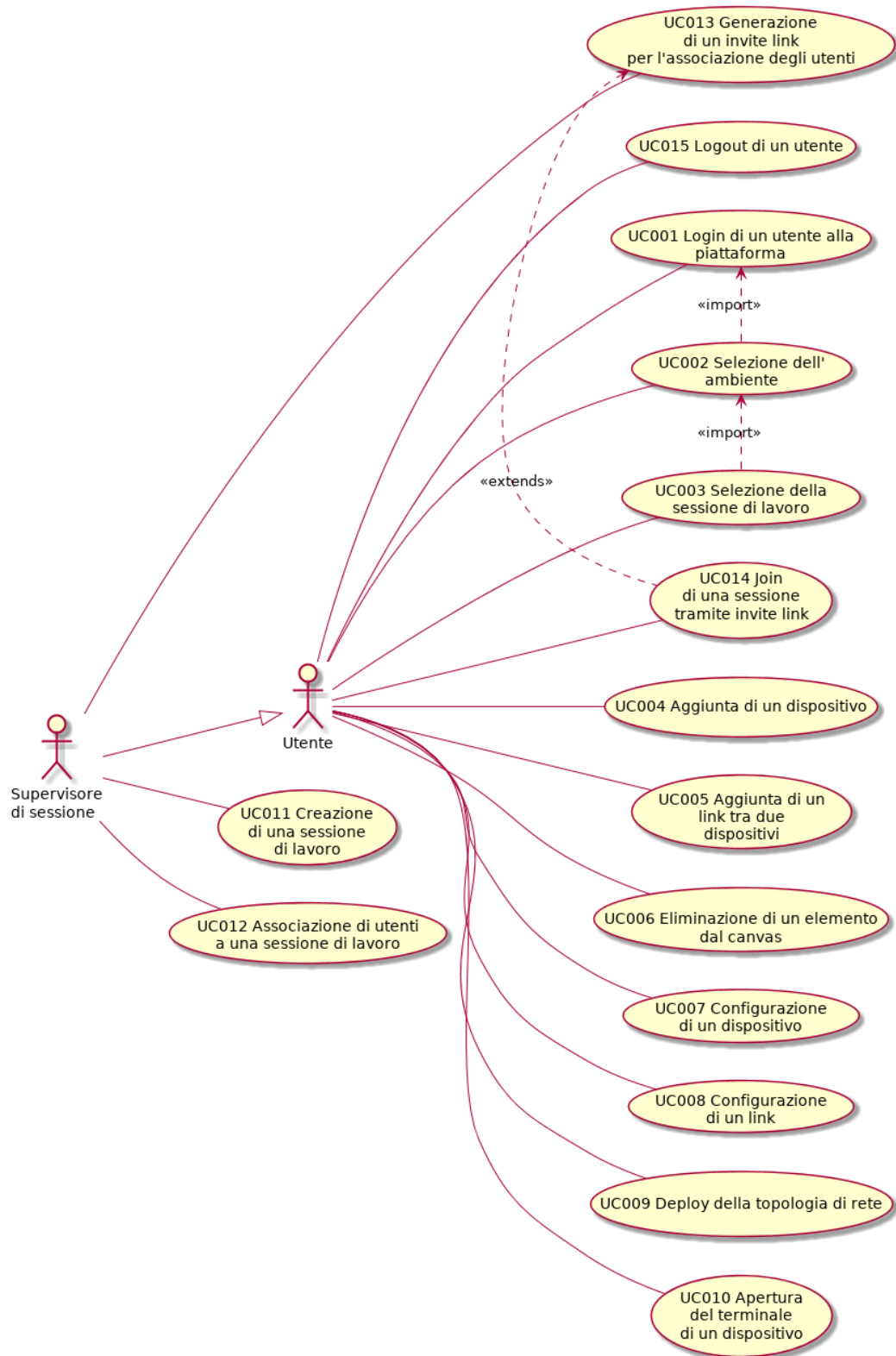
- MUST** L'utilizzo della piattaforma non deve impattare sulla sicurezza dell'infrastruttura ad essa sottostante.

3. Casi d'uso

3.1 Catalogo dei casi d'uso

Codice caso d'uso	Titolo
UC001	Login alla piattaforma
UC002	Selezione dell'ambiente
UC003	Selezione della sessione di lavoro
UC004	Aggiunta di un dispositivo
UC005	Aggiunta di un link tra due dispositivi
UC006	Eliminazione di un elemento dal canvas
UC007	Configurazione di un dispositivo
UC008	Configurazione di un link
UC009	Deploy della topologia di rete
UC010	Apertura del terminale di un dispositivo
UC011	Creazione di una sessione di lavoro
UC012	Associazione di utenti a una sessione di lavoro
UC013	Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti
UC014	Join di una sessione di lavoro tramite invite link
UC015	Logout di un utente

3.2 Diagramma dei casi d'uso



3.3 Schede dei casi d'uso

Caso d'uso UC001: Login alla piattaforma

ID	UC001
Titolo	Login alla piattaforma
Descrizione breve	Un utente fa login alla piattaforma con le credenziali memorizzate nel database di autenticazione dell'organizzazione di appartenenza
Attore primario Utente del sistema	
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente del sistema necessita di utilizzare il sistema per condurre un'esercitazione o un esperimento. Nel caso in cui l'utente sia un supervisore di sessione, vuole poter creare una nuova sessione di lavoro ed associare alla stessa degli utenti
Pre-condizioni	L'utente ha un username e una password per effettuare il login
Post-condizioni	L'utente ha accesso al sistema e può condurre le azioni desiderate, in base ai privilegi ad esso garantiti
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente visita la pagina web della piattaforma 2. L'utente clicca sul link login 3. L'utente inserisce le proprie credenziali 4. Il sistema effettua un check sulle credenziali e accetta l'accesso
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente visita la pagina web della piattaforma 2. L'utente clicca sul link login 3. L'utente inserisce credenziali errate 4. Il sistema effettua un check sulle credenziali e nega l'accesso 5. L'utente inserisce credenziali corrette 6. Il sistema effettua un check sulle credenziali e accetta l'accesso
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	Inserire possibilità di ripristinare la password sul database LDAP in caso di password dimenticata

Caso d'uso UC002: Selezione dell'ambiente

ID	UC002
Titolo	Selezione dell'ambiente
Descrizione breve	L'utente, dopo aver effettuato il login, vuole selezionare un ambiente di lavoro tra quelli disponibili. Ad esempio, per condurre un esperimento in "Reti di calcolatori", seleziona l'ambiente "Reti".
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	Amministratore di sistema (<i>Attore esterno</i>)
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole effettuare una sessione di lavoro in un determinato ambiente
Pre-condizioni	Deve essere stato installato e configurato sulla piattaforma almeno un ambiente
Post-condizioni	All'utente vengono mostrate le sessioni di lavoro disponibili per l'ambiente da egli scelto
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente effettua UC001 2. L'utente seleziona l'ambiente tra quelli proposti dal sistema
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente effettua UC001 2. Non è stato configurato nessun ambiente nella piattaforma, viene mostrato un messaggio informativo e la piattaforma non è utilizzabile
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	Introduzione di un form per segnalare il problema all'amministratore di sistema

Caso d'uso UC003: Selezione della sessione di lavoro

ID	UC003
Titolo	Selezione della sessione di lavoro
Descrizione breve	L'utente dopo aver scelto l'ambiente su cui vuole lavorare, ottiene una lista di tutte le sessioni di lavoro attive per quell'ambiente. Può quindi scegliere la sessione di lavoro relativa.
Attore primario	Utente
Eventuali altri attori	Supervisore di sessione
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole poter accedere a una sessione per poter lavorare
Pre-condizioni	L'utente ha scelto un ambiente ed è associato a una sessione di lavoro nell'ambiente scelto
Post-condizioni	L'utente può vedere il proprio canvas di lavoro
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente esegue UC001 e UC0022. Il sistema propone le sessioni di lavoro abilitate per quell'utente3. L'utente sceglie la sessione di lavoro tra quelle proposte
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente esegue UC001 e UC0022. L'utente non è associato a sessioni di lavoro3. Viene mostrato un messaggio informativo
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

Caso d'uso UC004: Aggiunta di un dispositivo

ID	UC004
Titolo	Aggiunta di un dispositivo
Descrizione breve	L'utente aggiunge un dispositivo alla topologia
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole aggiungere un dispositivo alla topologia per poi configurarlo
Pre-condizioni	L'utente ha effettuato l'accesso alla sessione e può modificare il canvas
Post-condizioni	L'utente può configurare il dispositivo
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente che ha effettuato UC001 UC002 e UC003 clicca sull'icona "Nuovo dispositivo" sull'interfaccia grafica 2. L'utente sceglie il tipo di dispositivo (Switch / Router / Host) 3. L'utente clicca sul canvas per posizionare il dispositivo 4. L'utente da un nome simbolico al dispositivo 5. L'utente associa un'icona al dispositivo
Scenari alternativi	-
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	-

Caso d'uso UC005: Aggiunta di un link tra due dispositivi

ID	UC005
Titolo	Aggiunta di un link tra due dispositivi
Descrizione breve	L'utente traccia un collegamento tra i due dispositivi
Attore primario	Utente del sistema
Eventuali altri attori	-
Stakeholders e rispettivi interessi	L'utente vuole mettere in comunicazione due dispositivi
Pre-condizioni	L'utente ha creato due dispositivi
Post-condizioni	I due dispositivi (peer del link) sono collegati fra loro e, ad esperimento avviato, potranno comunicare
Scenario principale	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente crea due dispositivi come da UC004 2. L'utente clicca sull'icona "Aggiungi link" 3. L'utente traccia una linea sul canvas unendo i nodi coinvolti sul link 4. Il link viene creato e viene visualizzato nel canvas
Scenari alternativi	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utente crea due dispositivi come da UC004 2. L'utente clicca sull'icona "Aggiungi link" con il tasto destro del mouse 3. Viene proposta una finestra di dialogo che consente la selezione dei nodi coinvolti nel link 4. L'utente seleziona i nodi e preme "Ok" o il tasto invio 5. Il link viene creato e viene visualizzato nel canvas
Requisiti speciali	-
Eventuali punti aperti	Specificare eventuali proprietà del link al momento della creazione dello stesso

Caso d'uso UC006: Eliminazione di un elemento dal canvas

ID	UC006
Titolo	Eliminazione di un elemento dal canvas
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC007: Configurazione di un dispositivo

ID	UC007
Titolo	Configurazione di un dispositivo
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC008: Configurazione di un link

ID	UC008
Titolo	Configurazione di un link
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC009: Deploy della topologia di rete

ID	UC009
Titolo	Deploy della topologia di rete
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC010: Apertura del terminale di un dispositivo

ID	UC010
Titolo	Apertura del terminale di un dispositivo
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC011: Creazione di una sessione di lavoro

ID	UC011
Titolo	Creazione di una sessione di lavoro
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC012: Associazione di utenti a una sessione di lavoro

ID	UC012
Titolo	Associazione di utenti a una sessione di lavoro
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC013: Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti

ID	UC013
Titolo	Generazione di un invite link per l'associazione degli utenti
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC014: Join di una sessione di lavoro tramite invite link

ID	UC014
Titolo	Join di una sessione di lavoro tramite invite link
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

Caso d'uso UC015: Logout di un utente

ID	UC015
Titolo	Logout di un utente
Descrizione breve	
Attore primario	
Eventuali altri attori	
Stakeholders e rispettivi interessi	
Pre-condizioni	
Post-condizioni	
Scenario principale	
Scenari alternativi	
Requisiti speciali	
Eventuali punti aperti	

4. Text Chapter

4.1 Paragraphs of Text

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim.

Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

4.2 Citation

4.3 Lists

Lists are useful to present information in a concise and/or ordered way¹.

4.3.1 Numbered List

1. The first item
2. The second item
3. The third item

4.3.2 Bullet Points

- The first item
- The second item
- The third item

4.3.3 Descriptions and Definitions

Name Description

Word Definition

Comment Elaboration

¹Footnote example...

5. In-text Elements

5.1 Theorems

This is an example of theorems.

5.1.1 Several equations

This is a theorem consisting of several equations.

Theorem 5.1.1 — Name of the theorem. In $E = \mathbb{R}^n$ all norms are equivalent. It has the properties:

$$||\mathbf{x}| - |\mathbf{y}|| \leq |\mathbf{x} - \mathbf{y}| \quad (5.1)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (5.2)$$

5.1.2 Single Line

This is a theorem consisting of just one line.

Theorem 5.1.2 A set $\mathcal{D}(G)$ is dense in $L^2(G)$, $|\cdot|_0$.

5.2 Definitions

This is an example of a definition. A definition could be mathematical or it could define a concept.

Definition 5.2.1 — Definition name. Given a vector space E , a norm on E is an application, denoted $||\cdot||$, E in $\mathbb{R}^+ = [0, +\infty[$ such that:

$$||\mathbf{x}|| = 0 \Rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{0} \quad (5.3)$$

$$||\lambda \mathbf{x}|| = |\lambda| \cdot ||\mathbf{x}|| \quad (5.4)$$

$$||\mathbf{x} + \mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x}|| + ||\mathbf{y}|| \quad (5.5)$$

5.3 Notations

Notation 5.1. Given an open subset G of \mathbb{R}^n , the set of functions φ are:

1. Bounded support G ;
2. Infinitely differentiable;

a vector space is denoted by $\mathcal{D}(G)$.

5.4 Remarks

This is an example of a remark.



The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

5.5 Corollaries

This is an example of a corollary.

Corollary 5.5.1 — Corollary name. The concepts presented here are now in conventional employment in mathematics. Vector spaces are taken over the field $\mathbb{K} = \mathbb{R}$, however, established properties are easily extended to $\mathbb{K} = \mathbb{C}$.

5.6 Propositions

This is an example of propositions.

5.6.1 Several equations

Proposition 5.6.1 — Proposition name. It has the properties:

$$||\mathbf{x}|| - ||\mathbf{y}|| \leq ||\mathbf{x} - \mathbf{y}|| \quad (5.6)$$

$$||\sum_{i=1}^n \mathbf{x}_i|| \leq \sum_{i=1}^n ||\mathbf{x}_i|| \quad \text{where } n \text{ is a finite integer} \quad (5.7)$$

5.6.2 Single Line

Proposition 5.6.2 Let $f, g \in L^2(G)$; if $\forall \varphi \in \mathcal{D}(G)$, $(f, \varphi)_0 = (g, \varphi)_0$ then $f = g$.

5.7 Examples

This is an example of examples.

5.7.1 Equation and Text

■ **Example 5.1** Let $G = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x| < 3\}$ and denoted by: $x^0 = (1, 1)$; consider the function:

$$f(x) = \begin{cases} e^{|x|} & \text{si } |x - x^0| \leq 1/2 \\ 0 & \text{si } |x - x^0| > 1/2 \end{cases} \quad (5.8)$$

The function f has bounded support, we can take $A = \{x \in \mathbb{R}^2 : |x - x^0| \leq 1/2 + \varepsilon\}$ for all $\varepsilon \in]0; 5/2 - \sqrt{2}[$. ■

5.7.2 Paragraph of Text

■ **Example 5.2 — Example name.** Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

■

5.8 Exercises

This is an example of an exercise.

Exercise 5.1 This is a good place to ask a question to test learning progress or further cement ideas into students' minds.

■

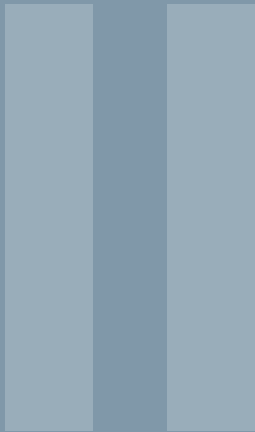
5.9 Problems

Problem 5.1 What is the average airspeed velocity of an unladen swallow?

5.10 Vocabulary

Define a word to improve a students' vocabulary.

Vocabulary 5.1 — Word. Definition of word.



Part Two

6	Presenting Information	37
6.1	Table	
6.2	Figure	
	Index	39

6. Presenting Information

6.1 Table

Treatments	Response 1	Response 2
Treatment 1	0.0003262	0.562
Treatment 2	0.0015681	0.910
Treatment 3	0.0009271	0.296

Tabella 6.1: Table caption

6.2 Figure

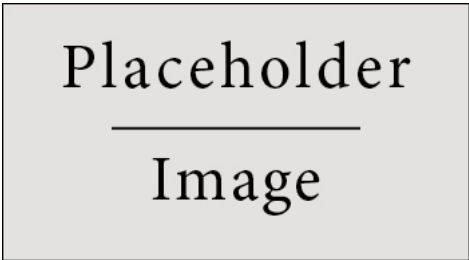


Figura 6.1: Figure caption

Indice analitico

- Citation, 30
- Corollaries, 32
- Definitions, 31
- Examples, 32
 - Equation and Text, 32
 - Paragraph of Text, 33
- Exercises, 33
- Figure, 37
- Lists, 30
 - Bullet Points, 30
 - Descriptions and Definitions, 30
 - Numbered List, 30
- Notations, 32
- Paragraphs of Text, 29
- Problems, 33
- Propositions, 32
 - Several Equations, 32
 - Single Line, 32
- Remarks, 32
- Table, 37
- Theorems, 31
 - Several Equations, 31
 - Single Line, 31
- Vocabulary, 33