

**/Zavod za  
telekomunikacije**

**Diplomski studij**

**Elektrotehnika i informacijska tehnologija, Informacijska i komunikacijska tehnologija,  
Računarstvo**

**Izborni predmet profila**

# **Internet stvari**

*Akademska godina 2022./2023.*

**1. i 2. laboratorijska vježba**

**Zadaci**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

**Fakultet  
elektrotehnike i  
računarstva**

## Sadržaj

1.	Opis laboratorijske vježbe .....	2
2.	Uređaj Waspote .....	5
	Zadaci .....	5
	ED1 .....	5
	R1 .....	5
	R2 .....	5
3.	Mrežni prilaz Waspote .....	6
	Zadaci .....	6
4.	Upravljački proces .....	6
	Zadaci .....	6

## 1. Opis laboratorijske vježbe

U nastavku se nalaze upute za izvršavanje 1. i 2. laboratorijske vježbe. 1. i 2. laboratorijska vježba su objedinjene u jednom terminu u trajanju od 4 sata, a pokrivaju dvije glavne teme:

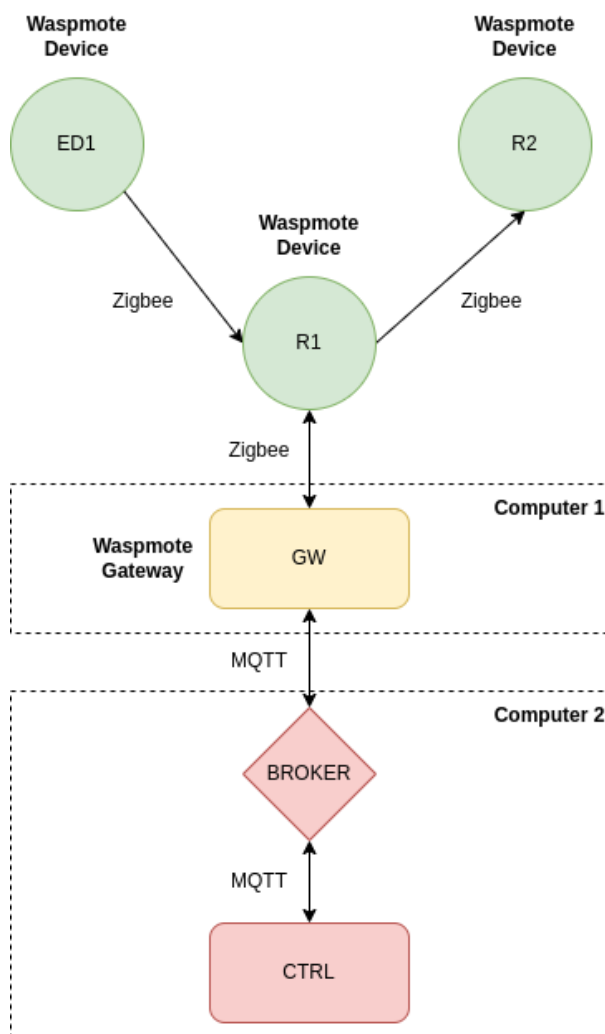
- mrežnu tehnologiju ZigBee – 1. laboratorijska vježba
- protokol aplikacijskog sloja MQTT – 2. laboratorijska vježba

1. i 2. laboratorijska vježba ukupno nose 15 bodova (dodjeljuju se zajedno), a bodovi su raspoređeni prema sljedećim kategorijama:

- demonstracija rješenja – **5 bodova**
- usmeno ispitivanje – **5 bodova**
- blic na kraju vježbe – **5 bodova**

Studenti će raditi zadatak u grupama od petero studenata, a implementirat će sustav prikazan na Slici 1:

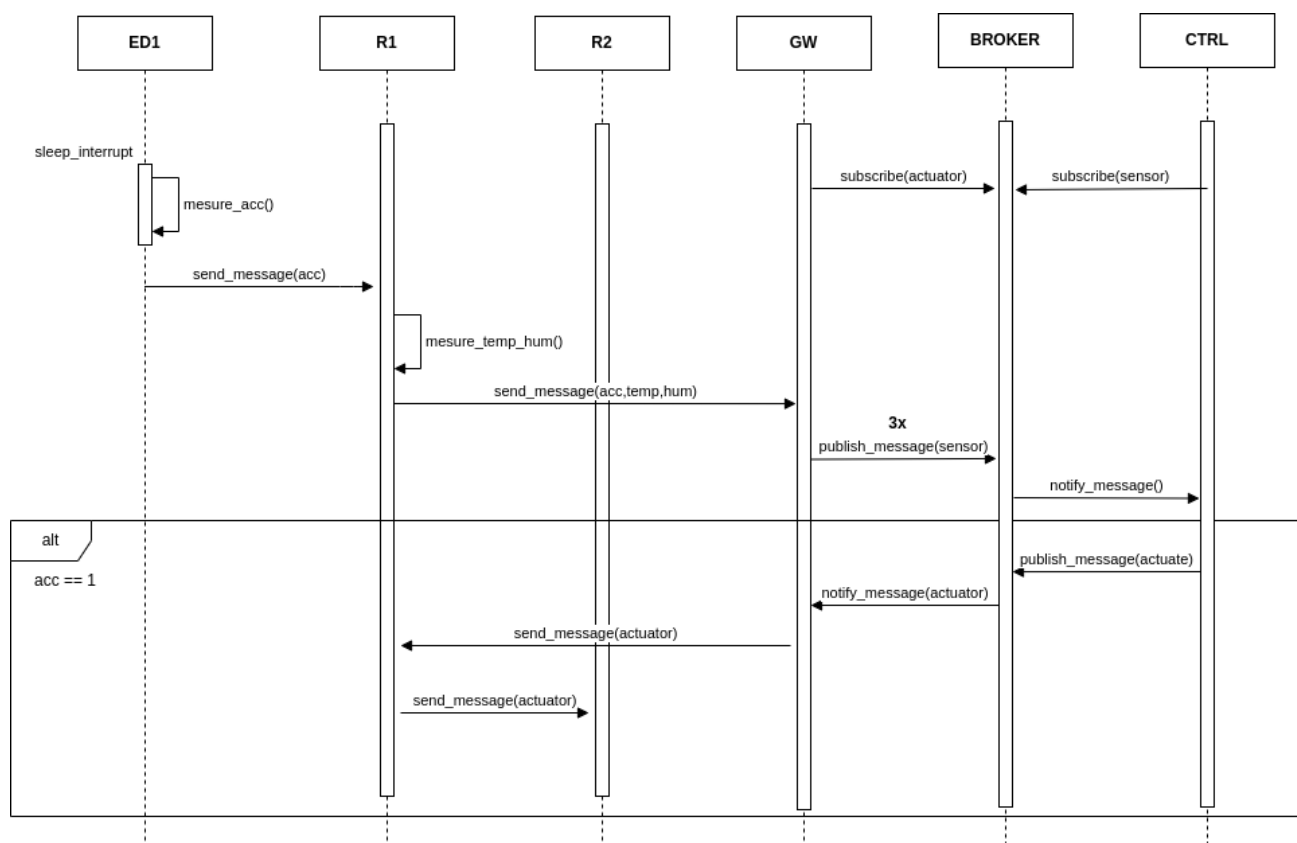
- troje studenata će raditi na uređaju Waspote:
  - **ED1** (End Device 1)
  - **R1** (Router 1)
  - **R2** (Router 2)
- jedan student će raditi na mrežnom prilazu Waspote (GW) koji će biti spojen na vlastito računalo
  - **Computer 1**
- jedan student će raditi na upravljačkom procesu (CTRL) i pokrenuti MQTT posrednik
  - **Computer 2**



Slika 1 Topologija mreže

Na slici 2 nalazi se sekvencijski dijagram konačnog rješenja koji svaka grupa treba implementirati. Dijagram kreće s uređajem **ED1** koji, nakon buđenja iz stanja niske potrošnje, očitava **vrijednost s akcelerometra** i šalje ga uređaju **R1**. **R1** nakon primanja poruke od **ED1** **očitava podatke temperature i vlage**, stvara novi podatkovni paket, te ga prosljeđuje mrežnom prilazu **GW**. **GW** prima podatkovni paket, parsira ga i izvlači informacije akceleracije, temperature i vlage te šalje tri MQTT poruke (jedno po senzoru) na **MQTT posrednik**. Upravljački proces **CTRL** koji se prethodno pretplatio na senzorska očitavanja, prima MQTT poruke i ispisuje ih u konzoli.

Ako je **CTRL** primio poruku s očitanjem akceleracije **1**, **CTRL** šalje MQTT poruku aknuacije na MQTT posrednik. **GW** koji se prethodno pretplatio na poruke aknuacije prima poruku aknuacije i prosljeđuje ju do uređaja **R1**. **R1** u ovom primjeru služi samo kao usmjeritelj, te primljenu poruku prosljeđuje do uređaja **R2**. **R2** ispisuje primljenu poruku te simulira aknuaciju paljenjem LED lampice na uređaju.



Slika 2 Komunikacija među entitetima u sustavu

Važno je naglasiti kako je vježba koncipirana kao grupni rad u kojem, iako svaki student ima svoj zadatak, je važan rad cijelog sustava. Također, u usmenom ispitivanju, kao i u blicu, potrebno je poznavanje rada i implementacije cijelog sustava kako biste usvojili znanje iz ZigBee tehnologije, kao i iz aplikacijskog protokola MQTT. Za upoznavanje detalja implementacija različitih komponenti unutar grupe bit će odvojeno vrijeme prije usmenog ispitivanja.

**Na kraju laboratorijske vježbe svaki student treba objediniti svoje programe i predati ih preko sustava Moodle. Objedinjena datoteka s kodom i odgovorima treba sadržavati prezime i ime studenta (prezime\_ime.zip).**

## 2. Uređaj Wasmote

Programi za uređaje Wasmote pišu se u programskom jeziku C. U sklopu laboratorijske vježbe trebat će prilagođavati primjere zadane u pripremi prema zadanim zadacima.

Tri studenta jedne grupe će raditi na uređajima Wasmote. Jedan student će implementirati funkcionalnost krajnjeg čvora, a dvoje studenata funkcionalnost usmjeritelja. Jedan usmjeritelj ima spojen senzor za praćenje temperature i vlage, a drugi usmjeritelj će upravljati LED lampicom. Krajnji čvor će očitavati vrijednosti akcelerometra. Topologija mreže koju je potrebno uspostaviti je prikazana na Slici 1.

### Zadaci

#### ED1

Napišite program za Wasmote uređaj koji je u ZigBee mrežu spojen kao krajnji čvor. Nakon pokretanja programa, uređaj se treba povezati u ZigBee mrežu koju je konfigurirao koordinator mreže te ispisati mrežne parametre. Nakon toga, uređaj ulazi u način niske potrošnje te se budi tek nakon što je uređaj u pokretu. Kada se uređaj probudi, očitava podatke s akcelerometra, te šalje očitavanja sljedećem čvoru u topologiji. Za slanje se koristi knjižnica `WaspFrame.h`. Koristite pritom tip podatka u knjižnici `WaspFrame.h` koji je definiran za akcelerometar. Dodatno, isprobajte primjer s različitim vrijednostima *Power Level*.

#### R1

Napišite program za Wasmote uređaj koji je u ZigBee mrežu spojen kao usmjeritelj. Nakon pokretanja programa, uređaj se treba povezati u ZigBee mrežu koju je konfigurirao koordinator mreže te ispisati mrežne parametre. Program treba primati podatke korištenjem ZigBee komunikacijskog modula s postavljenim maksimalnim vremenom za čekanje poruke od 10 sekundi.

- Ako je unutar 10 sekundi primljena poruka, program treba razlučiti s kojeg uređaja je došla poruka te ovisno o tome reagirati.
  - Ako je poruka došla s uređaja *ED1*, potrebno je očitati vrijednosti temperature i vlage sa senzora BME280 spojenog na Events Sensor Board v3.0, stvoriti novi paket u koji će se dodati vrijednost akceleracije **1** i očitane vrijednosti temperature i vlage, te ga poslati prema mrežnom prilazu *GW*. Koristite pritom tipove podatka u knjižnici `WaspFrame.h` koji su definirani za akcelerometar, temperaturu i vlagu.
  - Ako je poruka došla s mrežnog prilaza *GW*, potrebno je izvući sadržaj poruke te u novom `WaspFrame` paketu proslijediti do uređaja *R2*.
- Ako unutar 10 sekundi nije primljena nikakva poruka, potrebno je očitati vrijednosti temperature i vlage, stvoriti novi paket u koji će se dodati vrijednost akceleracije **0** i očitane vrijednosti temperature i vlage, te poslati prema mrežnom prilazu *GW*.

#### R2

Napišite program za Wasmote uređaj koji je u ZigBee mrežu spojen kao usmjeritelj. Nakon pokretanja programa, uređaj se treba povezati u ZigBee mrežu koju je konfigurirao koordinator mreže te ispisati mrežne parametre. Program treba primati podatke korištenjem ZigBee komunikacijskog modula. Po primitku poruke, potrebno je ispisati sadržaj poruke, te upaliti LED lampicu na 5 sekundi i ponovno se vratiti osluškivanju poruka.

### 3. Mrežni prilaz Waspote

Svaki grupa ima jedan mrežni prilaz Waspote koji služi kao koordinator ZigBee mreže. Komunikacijske module ZigBee treba podesiti tako da svaki mrežni prilaz služi kao koordinator jedne mreže. Konfiguracija mrežnih parametara bit će dogovorena na samoj vježbi.

#### Zadaci

Napišite program u programskom jeziku Java koji prima i šalje pakete s komunikacijskog modula ZigBee spojenog putem USB-priključka na računalo. Također, program treba implementirati MQTT klijenta koji se pretplaćuje i objavljuje MQTT poruke.

Nakon pokretanja programa, potrebno je stvoriti MQTT klijenta, povezati se na MQTT posrednika, te se pretplatiti na teme u koje se šalju akcijske naredbe. Konfiguracijske podatke o posredniku, kao i teme na koju se šalju poruke, definirajte s kolegom koji radi zadatak s upravljačkim procesom. Zatim je potrebno povezati se na komunikacijski modul ZigBee i osluškivati poruke pristigle na modul. Kada pristigne ZigBee poruka, program treba parsirati poruku i izvući očitavanja akceleracije, temperature i vlage, te svako očitavanje poslati kao zasebnu MQTT poruku na zasebne teme. Kada pristigne MQTT poruka na pretplaćenu temu akcije, program treba poruku zapakirati u ZigBee paket i poslati uređaju *R1*.

### 4. Upravljački proces

Svaka grupa ima jedan MQTT posrednik koji proslijeđuje MQTT pakete između mrežnog prilaza i upravljačkog procesa. Konfiguracija posrednika i teme na koje se šalju poruke bit će dogovoreni na samoj vježbi.

#### Zadaci

Napišite program u programskom jeziku Java koji implementira MQTT klijenta koji se pretplaćuje i objavljuje MQTT poruke. Nakon primitka poruke s očitanjima (zasebna poruka za očitavanja akceleracije, temperature i vlage), potrebno je primljenu poruku, kao i temu na koju je pristigla, ispisati u konzoli. Ako je primljeno očitavanje akceleracije u vrijednosti **1**, potrebno je poslati poruku akcije za uređaj *r1* na temu koju definirate s kolegom koji radi mrežni prilaz.