Medii de proiectare și programare

2023-2024
Curs 13

Conținut

- WebSockets
- Autentificare REST
    - JWT
- Examen

HTTP

Limitările HTTP:

- *Stateless*:
    - Browserul deschide o conexiune pe portul 80.
    - Trimite o cerere HTTP serverului web.
    - Aplicația server decide ce va face cu cererea, procesează datele, generează răspuns HTML și îl trimite serverului web.
    - Serverul web adaugă antetele HTTP corespunzătoare răspunsului, îl trimite browserului și închide conexiunea.
- Site-urile web trebuie să păstreze informațiile despre utilizatori (ex. cookies).
    - Informația este transmisă între client și serverul web la fiecare cerere.
    - Informațiile adiționale măresc dimensiunea pachetelor transmise și pot face aplicațiile web vulnerabile (securitatea datelor).
- Comunicarea este întotdeauna inițiată de client și fiecare pereche cerere/răspuns este independentă de celelalte cereri/răspunsuri.

HTTP

- Aplicații *real-time*: burse de valori, vânzarea biletelor, trafic, citirea aparatelor medicale
- Metode:
    - *Polling*, *browserul trimite regulat cereri HTTP și primește răspunsul imediat*. Este o soluție bună dacă se cunosc intervalele la care mesajele devin disponibile, deoarece se pot sincroniza cererile clienților cu momentele când informațiile sunt disponibile pe server.
    - *Long-polling*, *browserul trimite o cerere la server și serverul păstrează cererea deschisă pentru o perioadă prestabilită de timp.* Dacă în acea perioadă se primește o notificare, serverul trimite clientului un răspuns care conține și notificarea. Dacă nu se primește nici o notificare, serverul trimite un răspuns pentru a încheia cererea clientului.
    - *Streaming*, *browserul trimite o cerere completă dar serverul trimite și păstrează un răspuns incomplet ce este actualizat continuu și păstrat deschis pe termen nelimitat (sau o perioadă prestabilită de timp).* Răspunsul este actualizat de fiecare dată când trebuie trimisă o notificare, dar serverul nu semnalează terminarea răspunsului, păstrând astfel conexiunea deschisă pentru mesaje ulterioare. Pot să apară probleme din cauza păstrării într-un buffer a răspunsurilor.

WebSockets

- WebSocket-urile sunt o **conexiune persistentă, bi-direcțională, full-duplex** de la un browser web la un server.
- După ce conexiunea a fost stabilită, ea rămâne deschisă până când clientul sau serverul decide să o închidă.
- Cât timp conexiunea este deschisă, clientul și serverul își pot trimite mesaje unul altuia în orice moment de timp.
- Programarea web devine astfel bazată pe eveniment, și nu doar inițiată de utilizator. Este *stateful*.
- O singură aplicație server care rulează știe de toate conexiunile, permițând comunicarea cu orice număr de conexiuni deschise în orice moment de timp.

Protocolul WebSocket

- În 2011, IETF a standardizat protocolul WebSocket sub denumirea de RFC 6455.
- De atunci, majoritatea browserelor Web implementează cod API pe partea de client care suportă protocolul WebSocket.
- S-au dezvoltat biblioteci în Java, .NET, Ruby, Objective C, JavaScript, etc. care implementează protocolul WebSocket.

- Browsere care suportă WebSockets: nativ în Chrome, Firefox, Opera și Safari (inclusiv Safari pentru dispozitive mobile), Internet Explorer.
- Orice browser care nu suportă WebSockets poate folosi soluția *polyfill Flash*.

Protocolul WebSocket - Handshake

Pentru stabilirea unei conexiuni WebSocket, clientul trimite o cerere HTTP pentru un *handshake* WebSocket:

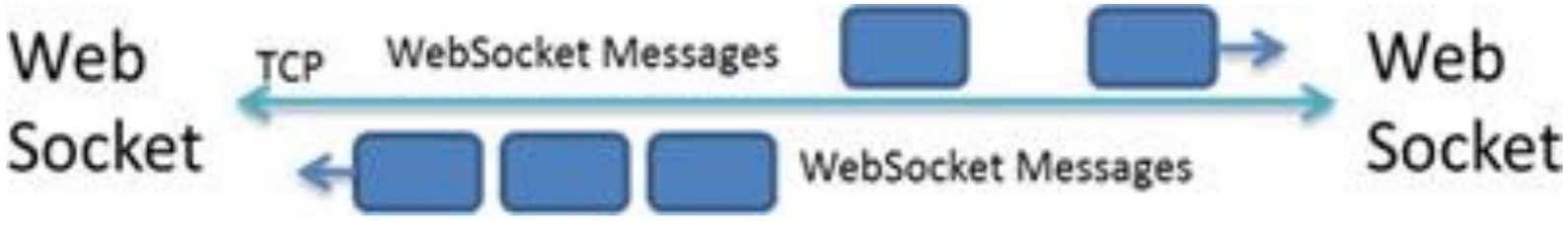

```
GET /echo HTTP/1.1
Host: server.example.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: dGhlIHNhbXBsZSBub25jZQ==
Sec-WebSocket-Version: 13
Origin: http://example.com
```

Protocolul WebSocket - Handshake

- Dacă serverul acceptă cererea de actualizare a protocolului, va returna un răspuns **`HTTP 101 Switching Protocols`**:


```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: HSmrc0sMlYUkAGmm5OPpG2HaGWk=
Sec-WebSocket-Protocol: echo
```

- După ce serverul returnează răspunsul 101, protocolul la nivel de aplicație se va schimba din HTTP în WebSockets, care va folosi conexiunea TCP stabilită anterior. Din acest moment, ambii participanți pot trimite/primi mesaje în orice moment de timp.



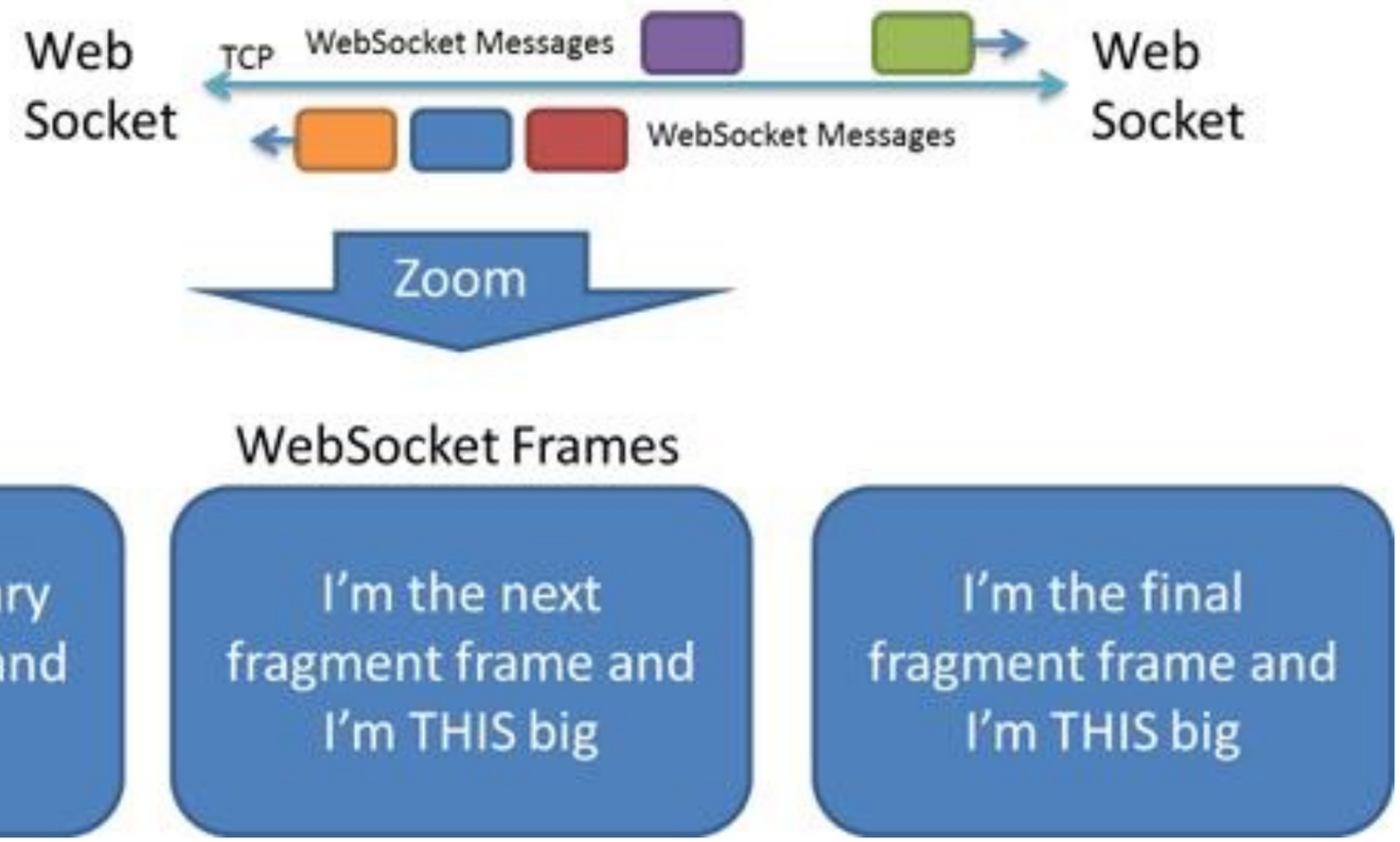
WebSocket - URI

- Protocolul WebSocket definește două formate URI noi, similare cu formatele HTTP:
- **`"ws:" "//" host [ ":" port ] path [ "?" query ]`** modelată după formatul “http:”
  - Portul implicit este 80.
  - Este folosit pentru conexiuni nesecurizate (necriptate).
- **`"wss:" "//" host [ ":" port ] path [ "?" query ]`** modelată după formatul “https:”
  - Portul implicit este 443.
  - Este folosit pentru conexiuni securizate peste Transport Layer Security (TLS).

```
ws://example.com
ws://example.com:8080/echo
```

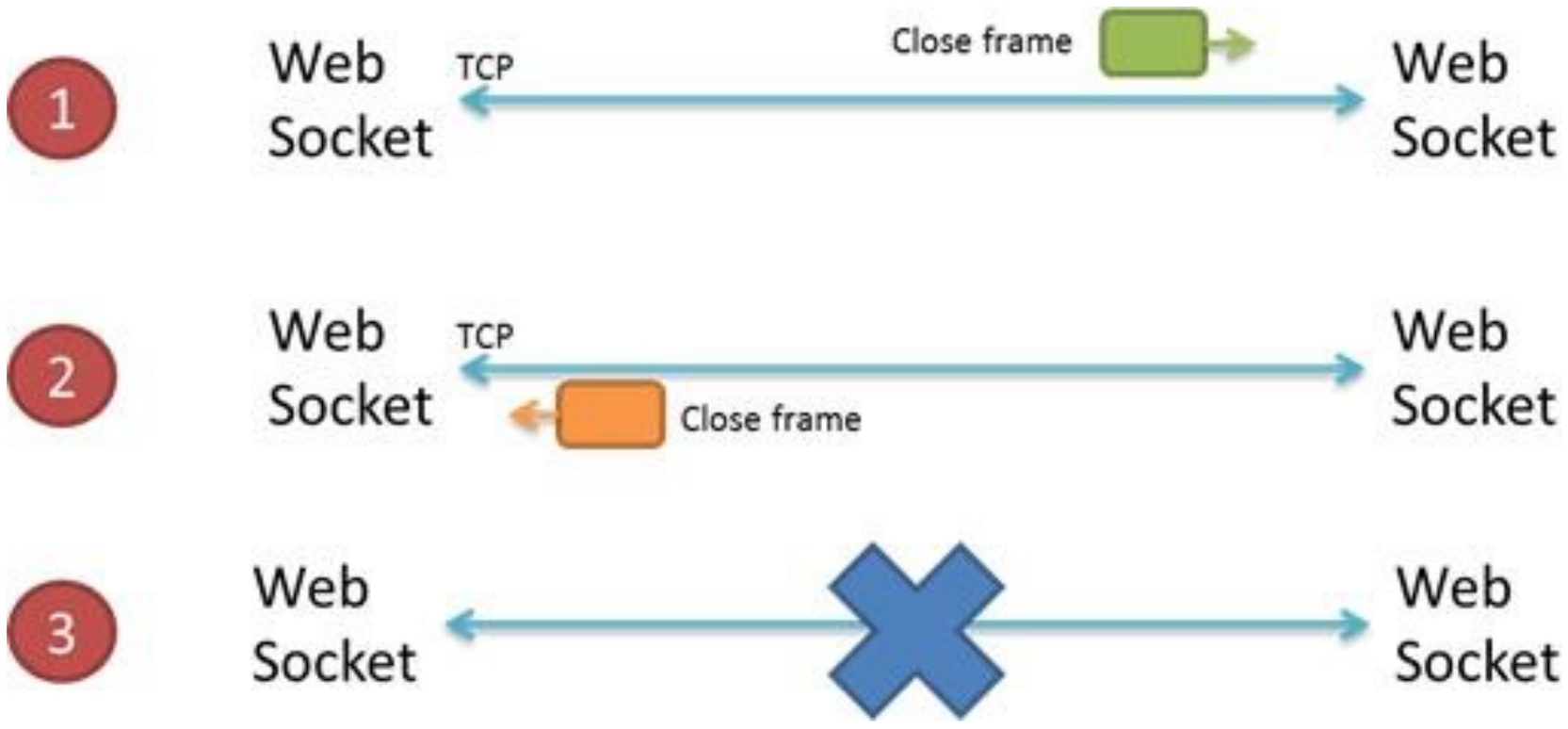
Mesaje WebSocket

- După o înțelegere (handshake) cu succes, aplicația și serverul web pot interschimba mesaje WebSocket.
- Un mesaj este compus dintr-o secvență de unul sau mai multe fragmente de mesaj/ date numite *“frames”*. Fiecare frame conține informații cum ar fi:
  - Dimensiunea/lungimea framelui.
  - Primul frame din mesaj va conține tipul mesajului (text sau binar).
  - Un flag *(FIN)* care indică dacă acesta este ultimul frame din mesaj.



Închiderea unui WebSocket

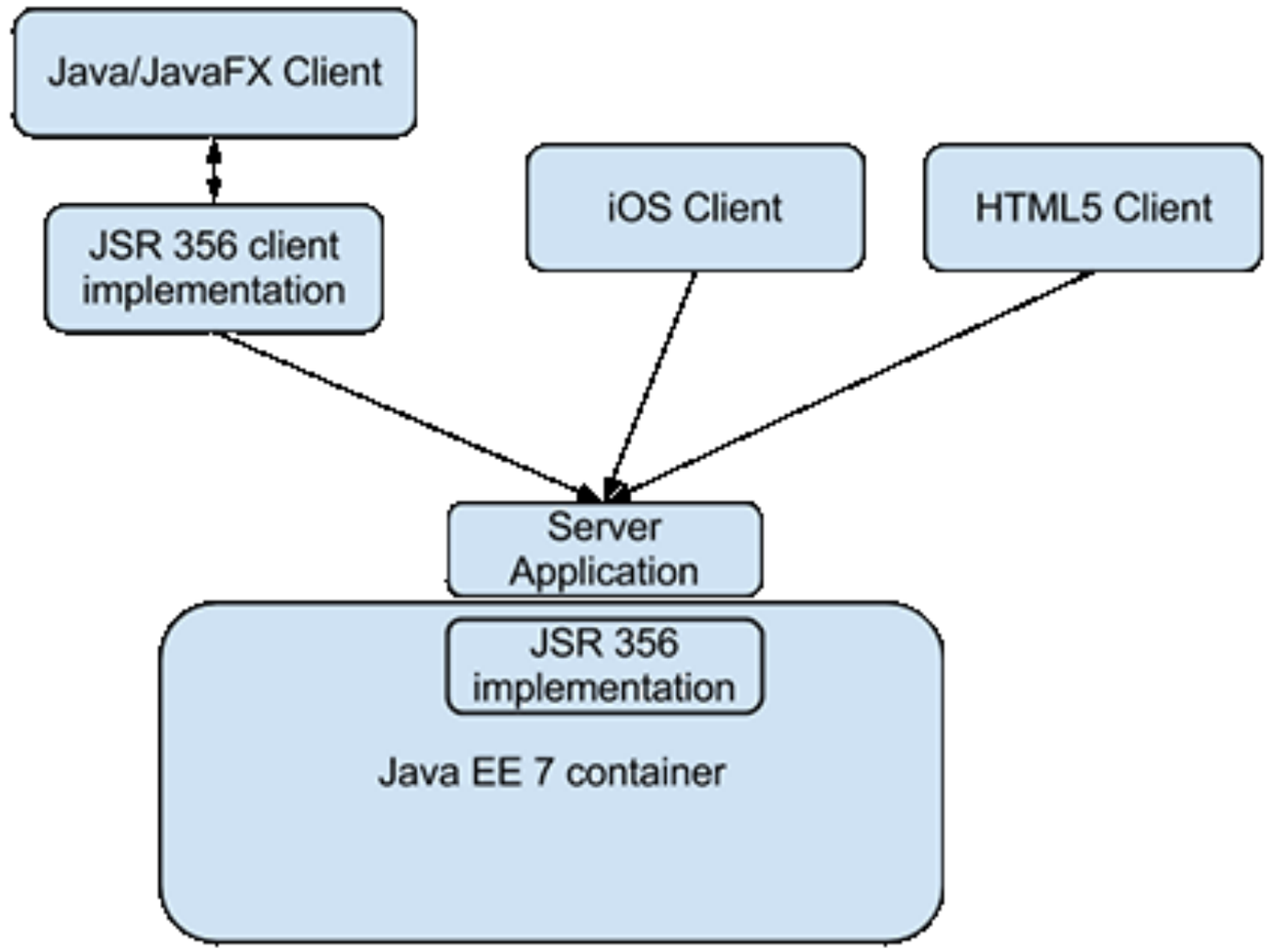
- Fiecare participant la conexiune (clientul sau serverul) poate iniția o cerere de terminare a înțelegerii (*handshake*).
- Un frame special – un frame *close* – este trimis celuilalt participant. Frame-ul close poate să conțină opțional un motiv pentru terminare și un status code.
- Protocolul definește un set de valori ce pot fi folosite pentru status code.
- Cel care trimite frame-ul close, nu trebuie să mai trimită alte mesaje după trimiterea acestuia.
- Când celălalt participant primește un frame close, el va răspunde cu propriul frame close. Poate să trimită mesajele netrimise anterior (din buffer) înainte de a trimite frameul close.



WebSockets API - Java

- **JSR 356**, Java API for WebSocket, specifică API-ul care poate fi folosit de dezvoltatorii Java când vor să integreze/folosească WebSocket-uri în aplicațiile lor, atât pe partea de server cât și pe partea de client Java.
- Fiecare implementare a protocolului WebSocket care pretinde să respecte JSR 356 trebuie să implementeze acest API.
- Dezvoltatorii pot dezvolta aplicațiile lor bazate pe WebSocket independent de implementarea WebSocket.
- JSR 356 face parte din standardul Java EE 7.
- Toate serverele de aplicații care respectă Java EE 7 vor avea/conține o implementare a protocolului WebSocket care respectă standardul JSR 356.

WebSockets API - Java



- Un client Java poate folosi o bibliotecă client care respectă JSR 356 pentru tratarea problemelor (eng. *issues*) specifice protocolului WebSocket.
- Alți clienți (iOS, HTML5) pot folosi alte implementări (care nu sunt bazate pe Java) dar care respectă specificația RFC 6455 pentru a comunica cu aplicația server.

WebSockets API - Java

- JSR 356 folosește adnotări și injectare.
- Sunt suportate **două modele de programare**:
  - *Bazate pe adnotări.* Se folosesc clase POJO adnotate, cu ajutorul cărora dezvoltatorii pot trata evenimentele ce apar în ciclul de viață al unui WebSocket.
  - *Bazate pe interfețe*. Dezvoltatorii pot trata evenimentele prin implementarea interfeței *Endpoint* care conține metodele corespunzătoare evenimentelor ce pot să apară.
- ***Evenimentele din ciclul de viață*:**
  - Un client inițiază conexiunea trimițând o cerere de tip HTTP handshake.
  - Serverul răspunde cu un handshake.
  - Conexiunea este stabilită. Din acest moment conexiunea este simetrică, bi-direcțională.
  - Ambii participanți (clientul și serverul) pot să trimită și să primească mesaje.
  - Unul dintre participanți închide conexiunea.
- Majoritatea evenimentelor din ciclul de viață pot fi mapate la metode Java, indiferent de abordarea folosită (adnotări sau interfețe).

Java WebSockets API - Adnotări

- Un endpoint care acceptă cereri Websocket (serverul) poate fi orice POJO (Plain Old Java Object) adnotat cu **`@ServerEndpoint`**.
- Această adnotare specifică containerului (web) că clasa adnotată ar trebui considerată un endpoint WebSocket.
- Elementul adnotării specifică calea către endpoint-ul WebSocket.

```
@ServerEndpoint("/hello")
public class MyEndpoint { }

@ServerEndpoint("/hello/{userid}")
public class MyEndpoint { }
```

- valoarea variabilei **`{userid}`** poate fi obținută în metodele corespunzătoare ciclului de viață folosind adnotarea **`@PathParam`**.

Java WebSockets API - Adnotări

- Un endpoint care inițiază o conexiune WebSocket (clientul) poate fi un POJO adnotat cu **`@ClientEndpoint`**.
- **`ClientEndpoint`** nu accepta variabile de cale (ex. {userid}) deoarece nu așteaptă cereri.

```
@ClientEndpoint
public class MyClientEndpoint {}
```

- Inițierea unei conexiuni WebSocket, folosind abordarea bazată pe adnotări:

```
javax.websocket.WebSocketContainer container =
javax.websocket.ContainerProvider.getWebSocketContainer();

container.connectToServer(MyClientEndpoint.class,
new URI("ws://localhost:8080/hello"));
```

- Clasele adnotate cu **`@ServerEndpoint`** sau **`@ClientEndpoint`** sunt numite endpoint-uri adnotate.

Java WebSockets API - Adnotări

- După ce a fost stabilită o conexiune WebSocket se creează un obiect de tip **`Session`** și metoda adnotată cu **`@OnOpen`** va fi apelată.
- Metoda poate avea diferiți parametrii:
  - Un parametru de tip **`javax.websocket.Session`** specificând sesiunea (obiectul Session) creată.
  - Un obiect de tip **`EndpointConfig`** care conține informații despre configurația endpoint-ului.
  - Zero sau mai mulți parametrii de tip String adnotați cu **`@PathParam`**, care referă variabilele de cale din calea endpoint-ului(server).

```
@OnOpen
public void myOnOpen (Session session) {
   System.out.println ("WebSocket opened: "+session.getId());
}
```

Java WebSockets API - Adnotări

- O instanță de tip **`Session`** este validă atâta timp cât conexiunea WebSocket nu este închisă.
- Clasa **`Session`** conține metode care permit dezvoltatorilor să obțină mai multe informații despre conexiune.
- Conține metoda **`getUserProperties()`** care returnează un dicționar **`Map<String, Object>`** ce păstrează date specifice aplicației.
- Permite dezvoltatorilor să păstreze informații specifice în obiectul de tip Session, informații care ar trebui păstrate între diferite apeluri ale metodei.

Java WebSockets API - Adnotări

- Când unul dintre participanți primește un mesaj, este apelată metoda adnotată cu **`@OnMessage`**.
- Metoda poate avea parametrii:
  - Un parametru de tip **`javax.websocket.Session`**.
  - Zero sau mai mulți parametrii de tip string adnotați cu **`@PathParam`**, care referă valorile variabilelor de cale (server).
  - Mesajul care poate fi de tip text, binar sau pong.
- Pentru fiecare tip de mesaj este permisă câte o metodă adnotată cu **`@OnMessage`**. Parametrii permiși pentru specificarea conținutului depind de tipul mesajului primit.

```
@OnMessage
public void myOnMessage (String txt) {
   System.out.println ("WebSocket received message: "+txt);
}
```

Java WebSockets API - Adnotări

- Dacă metoda adnotată cu @OnMessage returnează ceva, valoarea returnată va fi transmisă celuilalt participant la conexiune.

```
@OnMessage
public String myOnMessage (String txt) {
    return txt.toUpperCase();
}
```

- Metodă alternativă de a trimite mesaje folosind o conexiune WebSocket:

```
RemoteEndpoint.Basic other = session.getBasicRemote();
other.sendText ("Hello, world");
```

- Metoda `getBasicRemote()` din clasa `Session` returnează o reprezentare a celuilalt participant la conexiunea WebSocket, un `RemoteEndpoint`. Acea instanță `RemoteEndpoint` poate fi folosită pentru trimiterea diferitor tipuri de mesaje (text, binar, pong).
- Obiectul de tip `Session` poate fi obținut/păstrat în metodele corespunzătoare ciclului de viață. (ex. metoda adnotată cu `@OnOpen`)

Java WebSockets API - Adnotări

- Metoda **`@OnClose`** este apelată când se închide conexiunea WebSocket.
- Poate avea parametrii:
  - Un obiect de tip **`javax.websocket.Session`**. Acest parametru nu mai poate fi folosit după ce conexiunea WebSocket este închisă (imediat după terminarea execuției metodei).
  - Un obiect de tip **`javax.websocket.CloseReason`** care descrie motivul închiderii conexiunii WebSocket (ex. închidere normală, eroare de protocol, serviciu supraîncărcat, etc.).
  - Zero sau mai mulți parametrii de tip String adnotați cu **`@PathParam`**, referind variabilele de cale din URL asociat endpoint-ului (server).

```
@OnClose
public void myOnClose (CloseReason reason) {
        System.out.println ("Closing a WebSocket due to
   "+reason.getReasonPhrase());
}
```

- In cazul apariției unei erori, va fi apelată metoda adnotată cu **`@OnError`**.

Java WebSockets API - Mesaje

- Orice obiect Java poate fi transmis sau primit ca și mesaj WebSocket.
- Trei tipuri diferite de mesaje:
  - *Text*
  - *Binare*
  - *Pong (*specifice conexiunii WebSocket).
- Pentru mesaje de tip text sunt permiși următorii parametrii:
  - **`String`** care reprezintă tot mesajul
  - Un tip primitiv Java sau clasa asociată care reprezintă mesajul convertit la acel tip
  - **`String`** și o valoarea booleană care reprezintă o parte din mesaj (mesajul poate avea mai multe părți)
  - **`Reader`** pentru a primi întregul mesaj ca și un stream (blochează execuția până la terminarea citirii de pe stream)
  - orice obiect Java pentru care participantul la conexiune are un *text decoder* (**`Decoder.Text`** sau **`Decoder.TextStream`**).

Java WebSockets API - Mesaje

- Parametrii permiși pentru mesajele binare:
  - **`byte[]`** sau **`ByteBuffer`** pentru a primi tot mesajul
  - perechea (**`byte[], boolean)`** sau (**`ByteBuffer, boolean)`** pentru a primi mesajul în părți.
  - **`InputStream`** pentru a citi tot mesajul dintr-un stream (*blocking*).
  - orice obiect pentru care participantul are un *binary decoder* (**`Decoder.Binary`** sau **`Decoder.BinaryStream`**).
- Parametrii permiși pentru mesaje pong:
  - **`PongMessage`** pentru tratarea mesajelor de tip pong.
- Orice obiect Java poate fi convertit într-un mesaj de tip text sau binar folosind un convertor (eng. *encoder*).
- Mesajul în format text/binar va fi transmis celuilalt participant, unde va fi reconvertit (eng. *decoded*) într-un obiect Java.
- Pentru transmiterea mesajelor WebSocket se folosește adesea formatul XML sau JSON. În acest caz convertirea/reconvertirea se reduce la transformarea unui obiect Java într-un XML/JSON și invers.

Java WebSockets API - Mesaje

- Un convertor este o clasă care implementează interfața **`javax.websocket.Encoder`** , iar un reconvertor este o clasă care implementează interfața **`javax.websocket.Decoder`**.
- Participanții la conexiunea Websocket trebuie să știe posibilii convertori/ reconvertori.
- Lista convertorilor/reconvertorilor poate fi transmisă ca și elemente ale adnotărilor **`@ClientEndpoint`** și **`@ServerEndpoint`**.

```
@ServerEndpoint(value="/endpoint", encoders = MessageEncoder.class,
decoders= MessageDecoder.class)
public class MyEndpoint {
...
}
```

Java WebSockets API - Messages

```
class MessageEncoder implements Encoder.Text<MyJavaObject> {
    @Override
    public String encode(MyJavaObject obj) throws EncodingException {
        ...
    }
}

class MessageDecoder implements Decoder.Text<MyJavaObject> {
    @Override
    public MyJavaObject decode (String src) throws DecodeException {
        ...
    }

    @Override
    public boolean willDecode (String src) {
            // return true if we want to decode this String into
            // a MyJavaObject instance
    }
}
```

Java WebSockets API - Messages

- Interfață **`Encoder`** are următoarele subinterfețe:
- **`Encoder.Text`** - convertirea obiectelor Java în mesaje de tip text
- **`Encoder.TextStream`** - adăugarea obiectelor Java la un *character stream*
- **`Encoder.Binary`** - convertirea obiectelor Java în mesaje binare
- **`Encoder.BinaryStream`** - adăugarea obiectelor Java la un *binary stream*

- Interfață **`Decoder`** are 4 subinterfețe:
- **`Decoder.Text`** - convertirea mesajelor text într-un obiect Java
- **`Decoder.TextStream`** - citirea unui obiect Java dintr-un *character stream*
- **`Decoder.Binary`** - convertirea unei mesaj binar într-un obiect Java
- **`Decoder.BinaryStream`** - citirea unui obiect Java dintr-un *binary stream*

Abordarea bazată pe interfețe

- Clasa **`javax.websocket.Endpoint`**:
  - se redefinesc metodele **`onOpen`**, **`onClose`**, și **`onError`**:

```
public class MyOwnEndpoint extends javax.websocket.Endpoint {
   public void onOpen(Session session, EndpointConfig config) {...}
   public void onClose(Session session, CloseReason closeReason) {...}
   public void onError (Session session, Throwable throwable) {...}
}
```

- Pentru interceptarea mesajelor trebuie înregistrat un obiect de tip **`javax.websocket.MessageHandler`** în definirea metodei **`onOpen`**:

```
public void onOpen (Session session, EndpointConfig config) {
   session.addMessageHandler (new MessageHandler() {...});
}
```

Abordarea bazată pe interfețe

- Interfața **`MessageHandler`** are două subinterfețe:
  - **`MessageHandler.Partial`** - apariția unui mesaj parțial.
  - **`MessageHandler.Whole`** - apariția unui mesaj complet.

```
public void onOpen (Session session, EndpointConfig config) {
    final RemoteEndpoint.Basic remote = session.getBasicRemote();
    session.addMessageHandler (new MessageHandler.Whole<String>() {
        public void onMessage(String text) {
                    try {
                        remote.sendString(text.toUpperCase());
                    } catch (IOException ioe) {
                        // handle send failure here
                    }
                }
    });
}
```

WebSockets

- Exemple:
  - Broadcast
  - Whiteboard

- Referințe
  - RFC 6455
  - https://tools.ietf.org/html/rfc6455

  - Johan Vos, *JSR 356, Java API for WebSocket*,
  - http://www.oracle.com/technetwork/articles/java/jsr356-1937161.html

  - Brian Raymor, *WebSockets: Stable and Ready for Developers*,
  - https://msdn.microsoft.com/en-us/hh969243.aspx

Autentificare REST

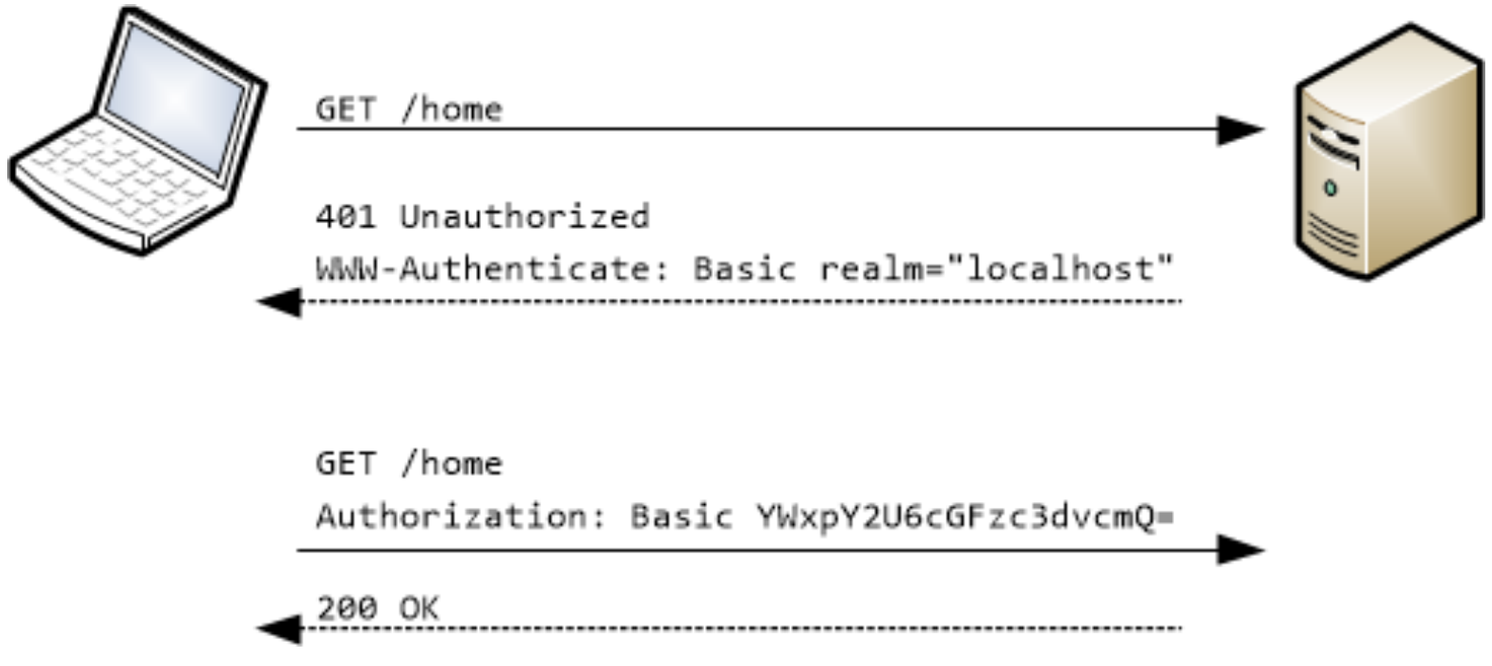
- *Autentificarea (eng. Authentication)*: verificarea credențialelor trimise de client (utilizator, parolă)
- *Autorizarea (eng. Authorization)*: verificarea dreptului de a accesa anumite resurse
- Antetul HTTP *Authorization*
- Constrângerea REST *stateless:* la fiecare cerere HTTP trebuie transmise informațiile necesare
- Abordări:
  - HTTP Authentication (RFC 2617)
    - Basic Authentication
    - Digest Authentication
  - OAuth 2.0

Autentificare REST

- **HTTP Basic Authentication**
  - Folosirea antetului HTTP Authorization în care se transmit username-ul și parola codificate în base64 la fiecare cerere:

```
GET / HTTP/1.1
Host: example.org
Authorization: Basic Zm9vOmJhcg==
```

  - Credențialele sunt codificate, dar nu sunt criptate!
  - Informațiile pot fi obținute ușor.
  - Se recomandă folosirea doar cu SSL/TLS



Autentificare REST

- **HTTP Digest Authentication**
  - Folosirea antetului HTTP Authorization în care se transmit username-ul, parola și alte informații codificate.
  - HMAC (hash based message authentication)
  - Se transmite o versiune criptată a parolei
  - Se codifică și alte informații despre resursa dorită

Exemplu: utilizator “**ion**”, parola “**ionpass**”,

```
GET /users/ion/account

digest = base64encode(hmac(“sha256”, “ionpass”,
                           “GET+/users/ion/account”))

GET /users/ion/account HTTP/1.1
Host: example.org
Authorization: hmac ion:[digest]
```

- Parola nu poate fi criptată pe server, pentru a putea reconstrui digest
- Se recomandă folosirea unui “secret” cunoscut de client și server

Autentificare REST

- **HTTP Digest Authentication**
  - Avantaj: un hacker nu poate modifica cererea (ar trebui să modifice valoarea *digest* și nu cunoaște “secret”-ul)
  - Dezavantaj: un hacker poate executa cererea de oricâte ori
    - Soluție: se transmit mai multe informații în *digest:*
      - Data curentă
      - Nonce (*N*umber used *once*). La cereri subsecvente valoarea nonce este diferită.

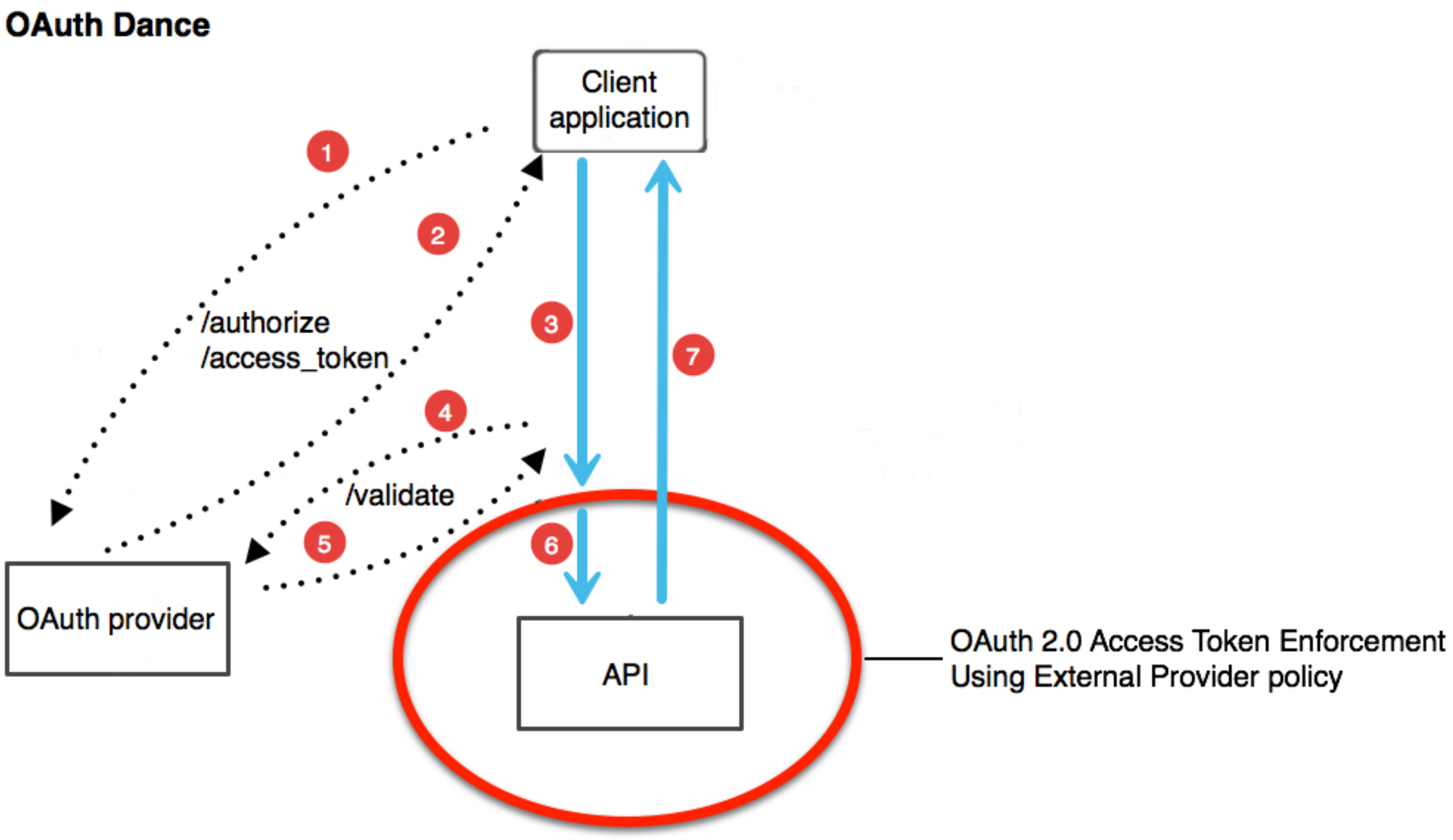
```
digest = base64encode(hmac("sha256", “secret",
 "GET+/users/ion/account+30may201912:59:24+123456"))

GET /users/ion/account HTTP/1.1
Host: example.org
Authorization: hmac ion:123456:[digest]
Date: 30 may 2019 12:59:24
```

Autentificare REST

- **OAuth**
  - OAuth 1.0 decembrie 2007
    - Sigur, dar dificil de implementat (criptografie, interoperabilitate)
  - OAuth 2.0 octombrie 2012
    - Mai ușor de implementat
    - Compromisuri la nivel de securitate
    - Cel mai folosit
  - **Flux**:
    - Aplicația client se înregistrează la un **furnizor**
    - Furnizorul transmite clientului un “secret” unic
    - Clientul include “secret”-ul la fiecare cerere
    - Dacă cererea nu este formată corect, are date lipsă sau nu conține secretul corect, ea va fi respinsă.

Autentificare REST - OAuth



JSON Web Token (JWT)

- **JSON Web Token** este un standard (RFC 7519) care definește un mod *compact* și *independent* de a transmite informații între participanți ca și un object JSON.
  - *Compact:* are dimensiuni reduse.
    - poate fi transmis prin URL, parametrii POST, antet HTTP
    - este transmis rapid
    - *Independent*: un token JWT conține toată informația necesară despre o entitate pentru a evita interogări multiple ale bazei de date.
      - cine primește tokenul nu trebuie să facă alte cereri la server pentru a-l valida.
- Informația conținută într-un token JWT poate fi verificată și se poate avea încredere în ea pentru că este semnată digital.
- JWT poate fi semnat folosind:
  - un *secret (*folosind HMAC)
  - cheie publică/privată folosind RSA, ECDSA, etc

JWT

- Aplicabilitate JWT
  - Autentificare/Autorizare
  - Schimb de informații între participanți (client/server)
    - Securizat
- **Structura unui token JWT**
  - 3 părți separate prin ‘.’: **aaa.bbb.ccc**
  - Header **(aaa)**
  - Payload **(bbb)**
  - Semnătura digitală **(ccc)**

Header JWT

- Conține informații despre tipul de token și algoritmii de criptare folosiți pentru conținut.
- Are **două părți**:
  - tipul tokenului (JWT)
  - algoritmul de criptare (ex. HMAC SHA256, RSA)

```
{
  "alg": "HS256",
  "typ": "JWT"
}
```

Payload JWT

- Conține informații despre entitate ce pot fi verificate (identitatea utilizatorului, permisiunile, etc), eng. c*laims*
- *7 claims* rezervate și recomandate (dar nu obligatorii):
  - *iss* (issuer), *sub* (subject) -utilizatorul, *aud* (audience) - pentru cine a fost creat, *exp* (expiration time), *nbf* (not before time), *iat* (issued at time), *jti* (JWT ID) -identificator unic, poate fi folosit o singură dată

```
{
  "sub": "1234567890",
  "name": "John Doe",
  "admin": true
}
```

- Poate conține și alte informații adiționale (eng. c*ustom claims*). Poate fi folosit orice nume, care nu este rezervat prin specificație.

Semnătura digitală JWT

- Este folosită pentru a verifica expeditorul și pentru a verifica dacă mesajul a fost modificat pe parcurs.
- Se codifică Base64 header-ul și payload-ul și se criptează folosind algoritmul specificat în header (împreună cu secretul/cheie publică-privată)

```
HMACSHA256(
  base64UrlEncode(header) + "." +
  base64UrlEncode(payload),
  secret)
```

- **Înainte de folosirea unui token JWT trebuie verificată semnătura lui.**

JWT.io

ALGORITHM HS256

Encoded PASTE A TOKEN HERE


```
eyJhbGciOiJIUzI1NiIsInR5cCI6IkpXVCJ9.eyJzdWIiOiIxMjM0NTY3ODkwIiwibmFtZSI6Ik1hcmluZXNjdSBWYXNpbGUiLCJpYXQiOjE1MTYyMzkwMjJ9.J3H8MqVValMLWo1ycEOUBNax3glXeURR2XwU5Z9F9Zc
```


Decoded EDIT THE PAYLOAD AND SECRET

HEADER: ALGORITHM & TOKEN TYPE

```
{
  "alg": "HS256",
  "typ": "JWT"
}
```

PAYLOAD: DATA

```
{
  "sub": "1234567890",
  "name": "Marinescu Vasile",
  "iat": 1516239022
}
```

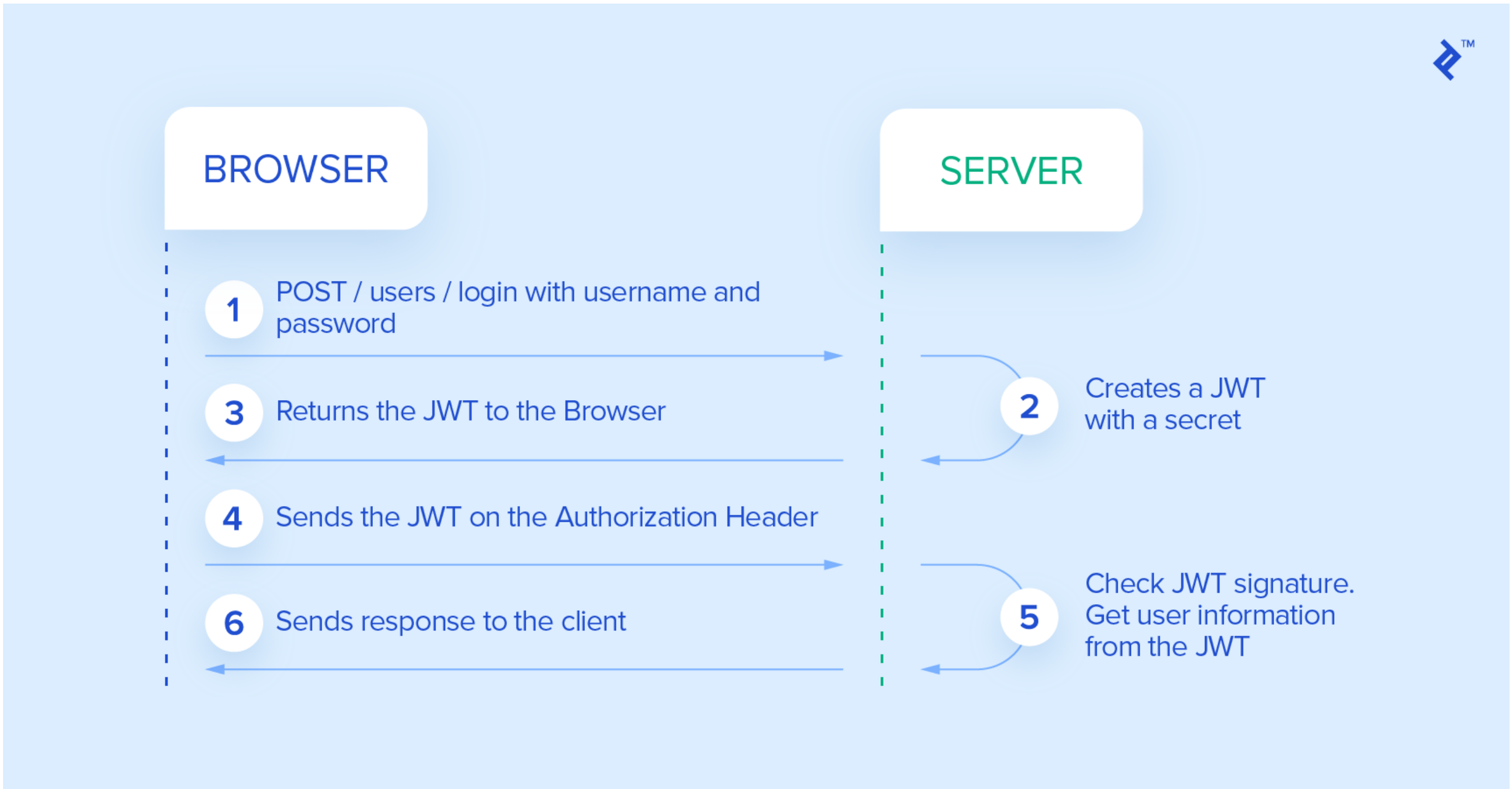
VERIFY SIGNATURE

```
HMACSHA256(
  base64UrlEncode(header) + "." +
  base64UrlEncode(payload),
  secretul meu
) secret base64 encoded
```

Signature Verified

SHARE JWT

JWT


BROWSER
SERVER
1
POST / users / login with username and password
2
Creates a JWT with a secret
3
Returns the JWT to the Browser
4
Sends the JWT on the Authorization Header
5
Check JWT signature. Get user information from the JWT
6
Sends response to the client

Referințe

- RFC 7235 - Access Authentication Framework

  https://tools.ietf.org/html/rfc7235#section-2

- RFC 2617 - HTTP Authentication: Basic and Digest Access Authentication

  https://tools.ietf.org/html/rfc2617

- RFC 6749 - OAuth2 standard

  https://tools.ietf.org/html/rfc6749

- Guy Levin, *RESTful API Authentication Basics*,

  https://blog.restcase.com/restful-api-authentication-basics/

- Dejan Milosevic, *REST Security with JWT using Java and Spring Security*

https://www.toptal.com/java/rest-security-with-jwt-spring-security-and-java

- Bruno Krebs, *Implementing JWT Authentication on Spring Boot APIs*

https://auth0.com/blog/implementing-jwt-authentication-on-spring-boot/

Examen

- **Calcul media finală**:
  - **10%** Teme lab (4 teme)- TL
  - **30%** Media lab - Lab (Lab >=4.5 - examen in sesiunea normala)
  - **60%** Nota examen, (NE >=4.5)

Media finală=0.1*TL+0.3*Lab+0.6*NE

Promovat: Media finală >=4.5!

Examen - Structura

- **2 întrebari teoretice - 15 min - 2p**
- **Dezvoltarea unei aplicații client server - 2 h - 8p**
  - **Puteți reutiliza codul sursă (teme laborator, alte exemple, etc).**
  - **Puteți folosi resurse de pe Internet (pentru erori, alte probleme).**
  - **NU AVEȚI VOIE SĂ DISCUTAȚI CU ALTE PERSOANE (viu grai, chat, telefon, email, social media, etc)**
  - **NU AVEȚI VOIE SĂ FOLOSITI INSTRUMENTE AI (ChatGPT, Gemini, Copilot, etc)**
  - **Denumirile interfețelor, claselor, atributelor, etc. trebuie modificate conform enunțului problemei!**
  - **Contează arhitectura și proiectarea (definire interfete și folosirea lor)!**
  - **Jurnalizare, fisiere de configurare, conectare la baza de date, ORM**
  - **2 servicii REST (respectarea regulilor de formare a URL-ului, a informațiilor ce trebuie returnate)**
  - **Observer distribuit (notificare)**
  - **Pentru a fi evaluată, soluția dezvoltată trebuie să compileze și să ruleze cel puțin o cerință!!!**
  - **Se punctează doar funcționalitățile care se execută!**

Exemplu problema