Modelli di Sistemi Biologici (3 CFU) Prof. Laura Astolfi (laura.astolfi@uniroma1.it)
Materiale didattico:

- Dispense della docente
- Testo consigliato: Theoretical Neuroscience. Computational and Mathematical Modeling of Neural Systems – Dayan & Abbott. The MIT Press

Programma definitivo a.a. 2017/18

1. **Richiami di elettrofisiologia cellulare**
   - **Membrana cellulare e sue proprietà elettriche**
     - Struttura della membrana cellulare
     - Potenziale di membrana, potenziale di equilbrio
     - Meccanismi attivi e passivi di trasporto di membrana
     - Pompa sodio-potassio
     - Canali ionici, canali a cancello chimicamente controllati e voltaggio-dipendenti
   - **Potenziali graduati e potenziale d'azione**
     - Generazione del potenziale d'azione
     - Conduzione passiva e conduzione attiva
     - Propagazione continua del potenziale d'azione
     - Fibre mielinizzate e propagazione saltatoria del potenziale d'azione
     - Confronto tra potenziali graduati e potenziali d'azione
   - **Trasmissione sinaptica**
     - Sinapsi elettriche
     - Sinapsi chimiche
     - Potenziale post-sinaptico eccitatorio (EPSP) ed inibitorio (IPSP)
     - Sommazione temporale e spaziale dei PSP
2. **Modelli di encoding e decoding neuronale**
   - **Il problema dell'encoding e del decoding neuronale**
     - Registrazioni intracellulari ed extracellulari
     - Funzione di risposta neuronale come treno di impulsi
     - Definizioni di frequenza di scarica (firing rate)
     - Probabilità di scarica
     - Esempi di finestrature impiegate per il calcolo del firing rate
   - **Encoding neuronale**
     - Definizione di curva di tuning
     - Esempi sperimentali di curve di tuning
     - Modello stocastico di generazione della risposta neuronale
     - Richiami sulla distribuzione di Poisson e sue caratteristiche
     - Il generatore di impulsi Poissoniano
     - Conferma sperimentale della validità del modello Poissoniano
     - Limiti del modello Poissoniano
   - **Decoding neuronale**
     - Natura probabilistica del concetto di decoding neuronale
     - Richiami di calcolo delle probabilità
     - Legame tra frequenza di scarica e caratteristica dello stimolo

    - Classificazione a soglia della risposta
    - Valutazione della qualità del classificatore
    - Curve ROC

3. **Modelli elettrici della cellula nervosa**
   - **Modelli a singolo compartimento**
     - Proprietà capacitive della membrana
     - Proprietà resistive della membrana
     - Equazione di Nernst
     - Correnti di membrana
     - Conduttanze di membrana
   - **Modello integra-e-spara**
     - Comportamento sotto soglia e sopra soglia
     - Equazioni e circuito equivalente
     - Confronto con i dati sperimentali
     - Vantaggi e limiti
   - **Modello di Hodgkin e Huxley**
     - Tecnica del voltage-clamp
     - Canale K+ voltaggio-dipendente
     - Canale Na+ voltaggio-dipendente
     - Equazioni del modello
     - Dinamica di V
   - **Conduttanze sinaptiche**
     - Probabilità di apertura del canale e probabilità di rilascio presinaptico
     - Correnti sinaptiche
     - Introduzione delle correnti sinaptiche nel modello integra-e-spara e nel modello di Hodgkin e Huxley
   - **Modelli di propagazione intracellulare e propagazione passiva**
     - Resistenza intracellulare
     - Teoria dei cavi
     - Equazione dei telegrafisti e condizioni al contorno
     - Equazione semplificata e propagazione passiva
   - **Modelli multicompartimentali e propagazione del potenziale d'azione**
     - Decomposizione della membrana in compartimenti e diramazioni
     - Calcolo della conduttanza di raccordo
     - Modello per la propagazione continua del potenziale d'azione
     - Modello per la propagazione saltatoria nella fibra mielinizzata
   - **Cenni sui modelli di reti di neuroni**
     - Connessioni cerebrali
     - Organizzazione corticale
     - Categorie di connessioni
     - Reti basate su spiking models
     - Reti basate su firing models
     - Corrente sinaptica e funzione di attivazione

Esercitazioni (materiale disponibile sul sito del corso):

1. Introduzione a Matlab ed esercizi di base
2. Modello di encoding neuronale, generatore Poissoniano
3. Modello “integra-e-spara”
4. Modello di Hodgkin-Huxley