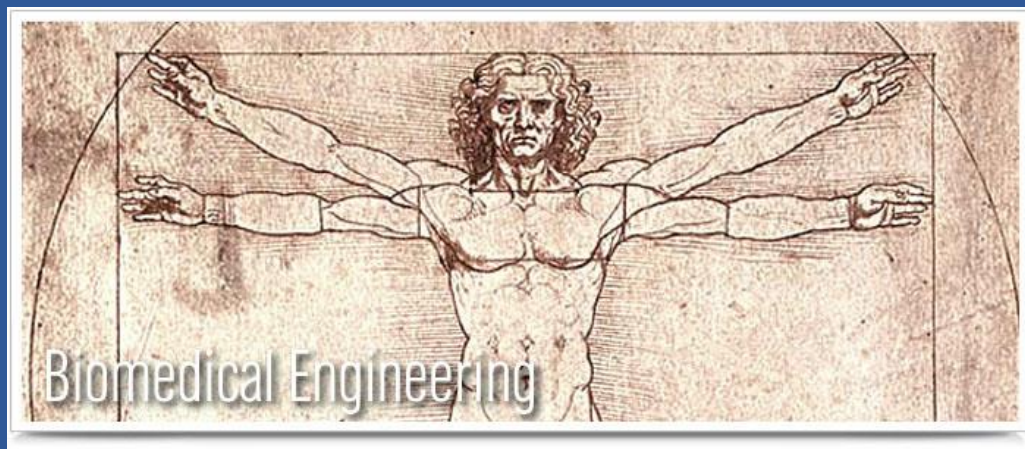




مقدمه ای بر مهندسی پزشکی زیستی

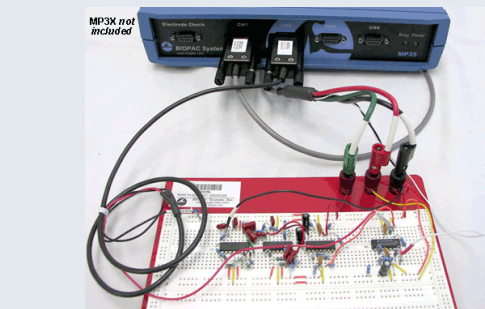
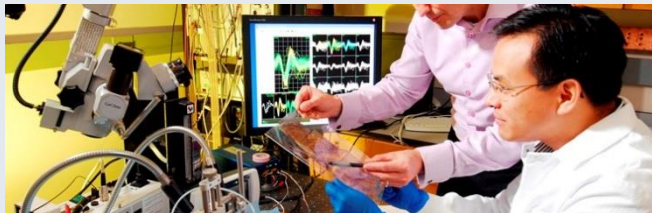
دکتر محمد نیکخو
m_nikkhoo@iust.ac.ir

نیمسال اول ۹۴-۱۳۹۳



واحد علوم و تحقیقات
دانشگاه مهندسی پزشکی

آشنایی با علم مهندسی بیوالکتریک



- آشنایی با علم مهندسی بیوالکتریک

- آشنایی با گرایش بیوالکتریک و اهداف آن

- معرفی حوزه های تحقیقاتی بیوالکتریک

- آشنایی با مبانی علم بیوالکتریک

- آشنایی با پتانسیل های حیاتی

- آشنایی با الکترودها و مبدلها

- تقویت و فیلتر سیگنالها

- روشهای پردازش سیگنال های حیاتی

آشنایی با مبانی علم مهندسی بیوالکتریک

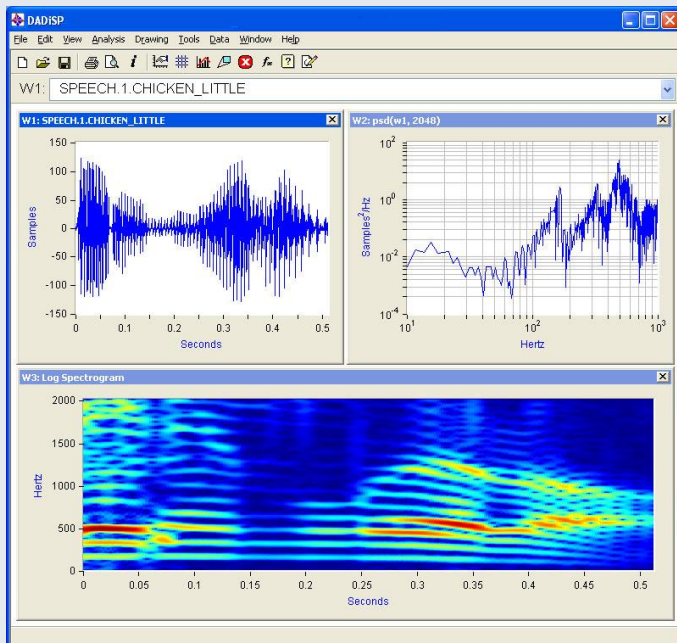
- آشنایی با مبانی علم بیوالکتریک

- آشنایی با پتانسیل های حیاتی

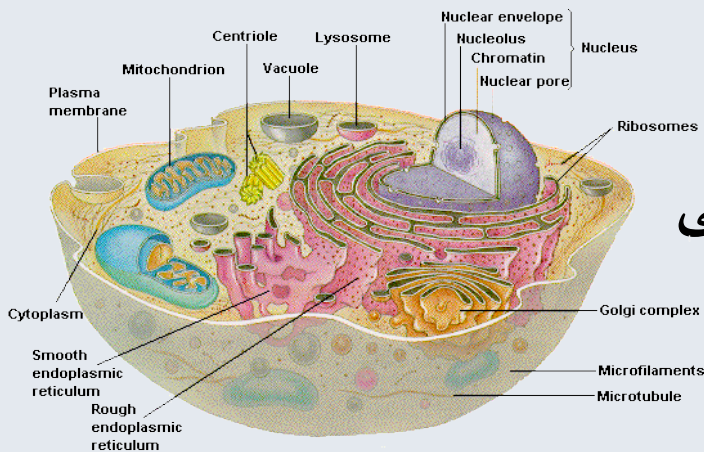
- آشنایی با الکترودها و مبدلها

- تقویت و فیلتر سیگنالها

- روشهای پردازش سیگنال های حیاتی



آشنایی با پتانسیل های حیاتی

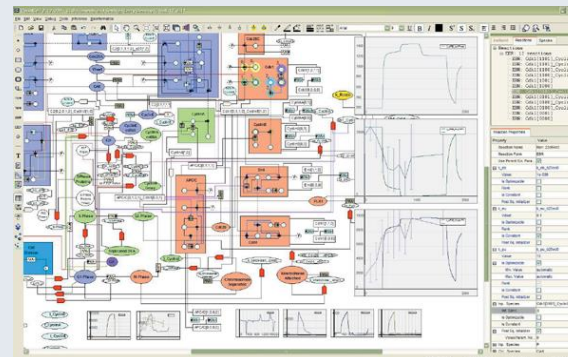
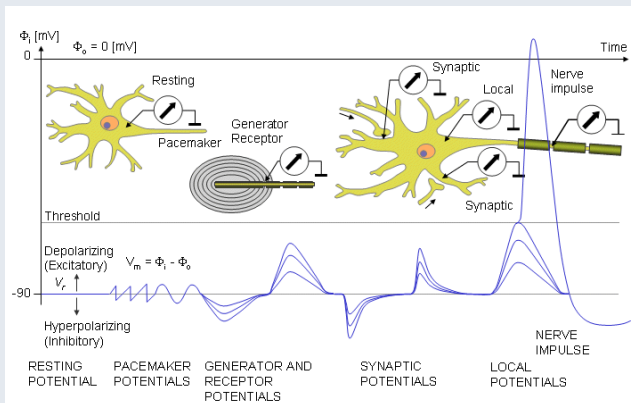


• آشنایی با منابع پتانسیل های حیاتی

• تحلیل الکتریکی فیزیولوژی سلول عصبی

• نحوه وقوع پتانسیل عمل و انتشار آن

• مدلسازی سلول عصبی

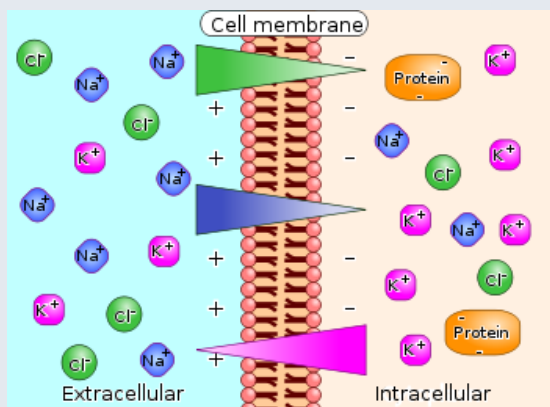


آشنایی با پتانسیل های حیاتی

- تحلیل الکتریکی فیزیولوژی سلول عصبی

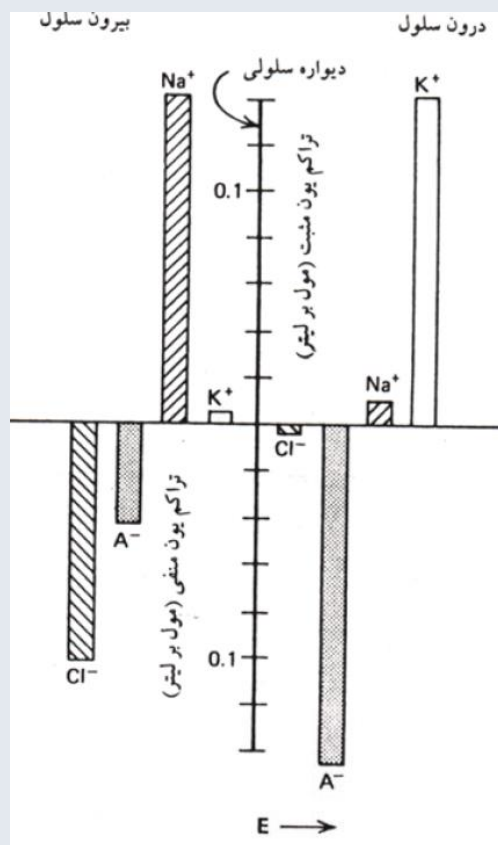
- غشاء سلول عصبی، از جنس لیپوپروتئین خیلی نازک است.

- غشاء سلول به پروتئین بین سلولی و سایر آنیون های ارگانیک (A^-) نفوذناپذیر است.



- غشاء در وضعیت استراحت به Na^+ نیمه نفوذپذیر و نسبت به K^+ و Cl^- به طور کامل نفوذپذیر است.

آشنایی با پتانسیل های حیاتی



• پتانسیل استراحت

• اختلاف غلظت یونهای Na^+ , K^+ , Cl^- و سایر

آنیون های ارگانیک (A^-) در داخل و خارج سلول، پتانسیلی را ایجاد می کند که در حالت تعادل پتانسیل استراحت نامیده می شود.

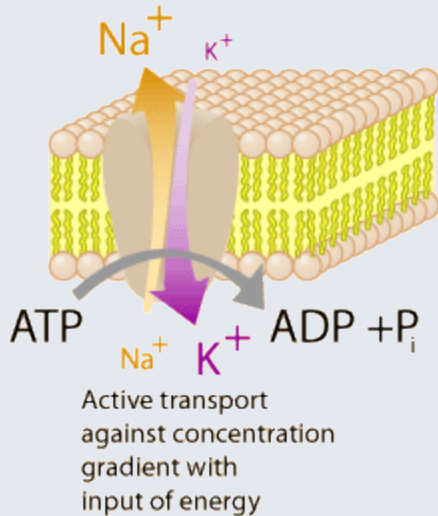
• این پتانسیل استراحت در درون سلول در محدوده -50 تا -100 میلی ولت نسبت به بیرون آن است.

آشنایی با پتانسیل های حیاتی

• پمپ سدیم پتاسیم

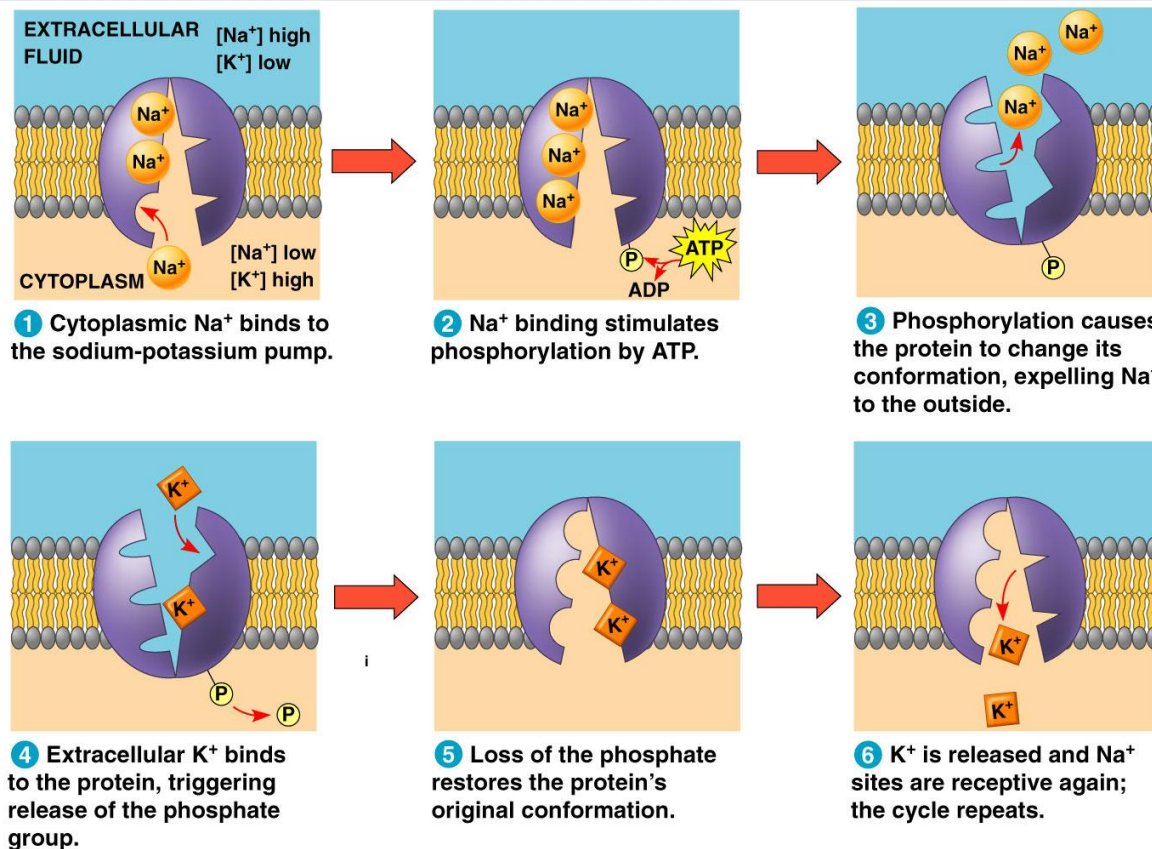
- یک فرآیند فعال، کار ثابت نگه داشتن غلظت یون ها در داخل سلول را کنترل می کند.

- به ازای هر سه یون سدیمی که به بیرون سلول منتقل می کند، دو یون پتاسیم را وارد سلول می کند.



آشنایی با پتانسیل های حیاتی

پمپ سدیم پتاسیم



آشنایی با پتانسیل های حیاتی

- معادله نرنست (Nernst Equation)
- پتانسیل غشاء ناشی از یکی از نمونه یونهای اصلی در سلول را محاسبه می کند.
- به عنوان مثال پتانسیل نرنست برای یون پتاسیم:

$$E = \frac{RT}{zF} \ln \frac{[K^+]_{outside}}{[K^+]_{inside}}$$

R ثابت جهانی گاز

T دمای مطلق بر حسب کلوین

n ظرفیت K^+

F ثابت فارادی

$[k]_o$ و $[k]_i$ غلظت داخل سلول و خارج سلول یون پتاسیم

آشنایی با پتانسیل های حیاتی

- معادله گلدمن برای محاسبه پتانسیل استراحت
(Goldman-Hodgkin-Katz Voltage Equation)

$$E = \frac{RT}{F} \ln \left(\frac{P_K [K]_o + P_{Na} [Na]_o + P_{Cl} [Cl]_i}{P_K [K]_i + P_{Na} [Na]_i + P_{Cl} [Cl]_i} \right)$$

R ثابت جهانی گاز

T دمای مطلق بر حسب کلوین

F ثابت فارادی

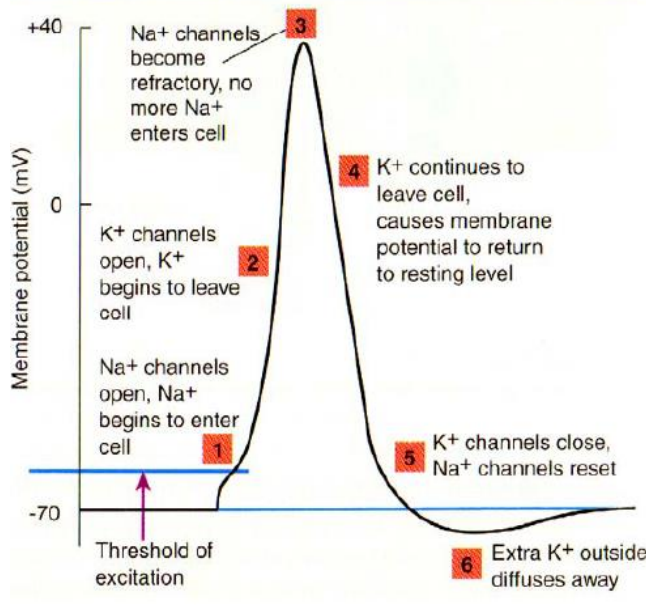
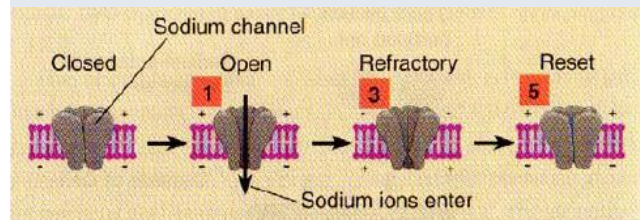
P_K ، P_{Na} و P_{Cl} به ترتیب ضریب نفوذپذیری غشاء برای یون پتاسیم، سدیم و کلر

$[M]_o$ و $[M]_i$ غلظت های داخل سلولی و خارج سلولی برای یک نمونه یونی خاص M است.

آشنایی با پتانسیل های حیاتی

• پتانسیل عمل

تحریک سلول باعث دی پلاریزه شدن غشاء سلول و تولید پتانسیل عمل می شود.

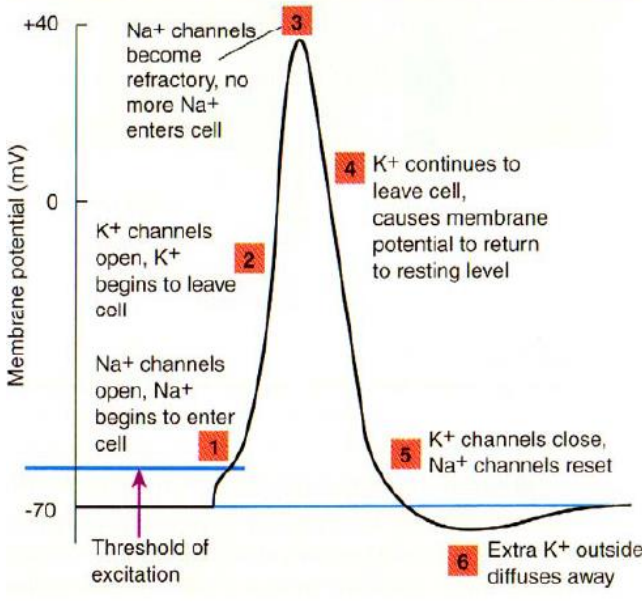
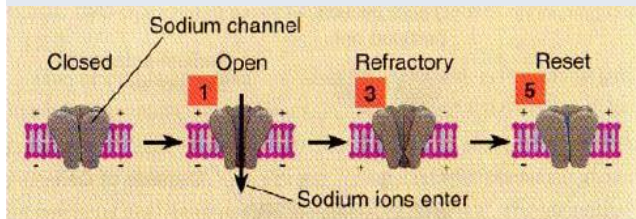


(۱) با دی پلاریزه شدن غشاء سلول، کانال های سدیمی باز شده و یون سدیم وارد سلول می شود.

(۲) با یک تأخیر کانال های پتاسیمی باز شده باعث خروج یون های پتاسیم از درون سلول می شود.

آشنایی با پتانسیل های حیاتی

• پتانسیل عمل



(۳) کانال های سدیمی بسته می شود.

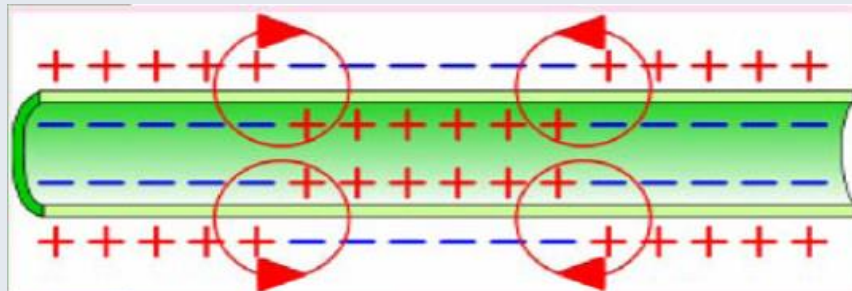
(۴) کانال های پتاسیمی همچنان باز است که باعث برگشت پتانسیل سلول به حالت استراحت می شود. (ری پلاریزاسیون)

(۵) کندبودن کانال های پتاسیمی در بسته شدن باعث کاهش بیش از حد پتانسیل غشاء (هایپرپلاریزاسیون) می شود.

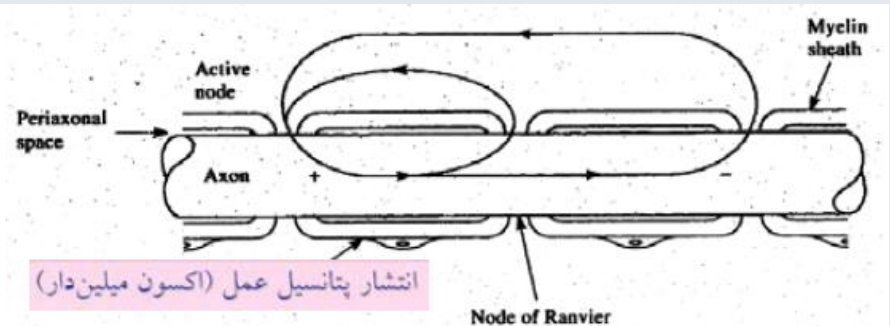
آشنایی با پتانسیل های حیاتی

• انتشار پتانسیل عمل

هنگامیکه پتانسیل عمل تولید می شود، میدان الکتریکی داخلی باعث تحریک غشاء سلول های همسایه می شود.



انتشار پتانسیل عمل (اکسون بدون میلین)



انتشار پتانسیل عمل (اکسون میلین دار)

آشنایی با پتانسیل های حیاتی

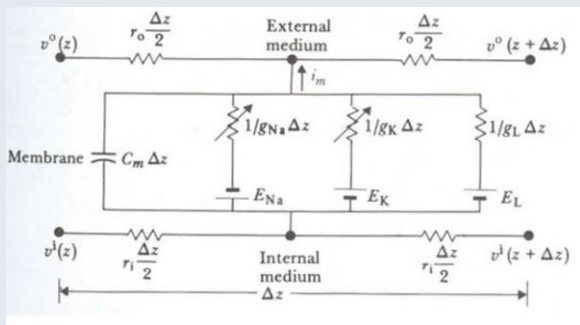
• مدل سازی سلول عصبی

پتانسیل نرنست یونهای اصلی ← باطری

مقاومت در برابر جابجایی یونها ← مقاومت

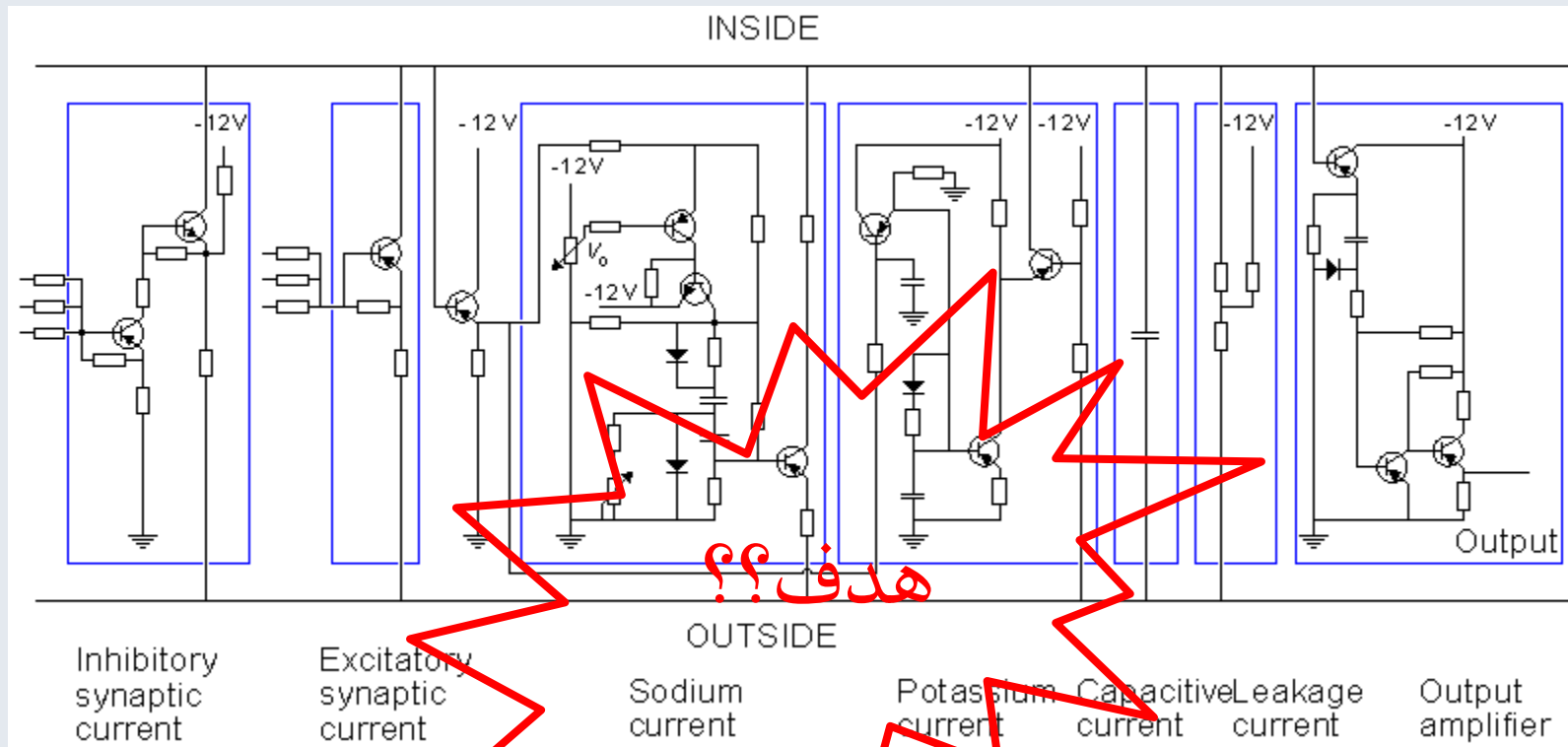
پمپ های سدیم و پتاسیم ← منبع جریان

غشای سلول عصبی ← خازن

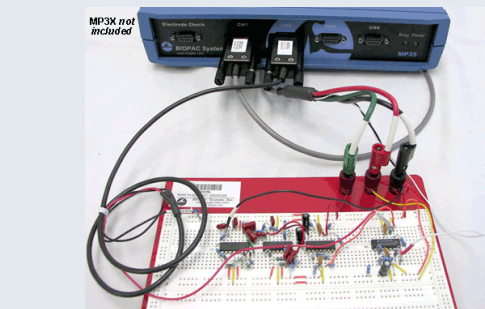
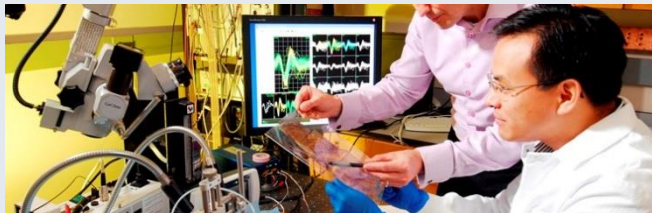


آشنایی با پتانسیل های حیاتی

• مدلسازی سلول عصبی



آشنایی با علم مهندسی بیوالکتریک



• جمع بندی

- آشنایی با گرایش بیوالکتریک و اهداف آن

- معرفی حوزه های تحقیقاتی بیوالکتریک

- آشنایی با مبانی علم بیوالکتریک

- آشنایی با پتانسیل های حیاتی

- آشنایی با الکترودها و مبدلها

- تقویت و فیلتر سیگنالها

- روشهای پردازش سیگنال های حیاتی

پرسش و پاسخ

