

Elektroencefalografie

BAM31LET Lékařská technika

Jan Havlík | Katedra teorie obvodů | xhavlikj@fel.cvut.cz

Elektroencefalografie

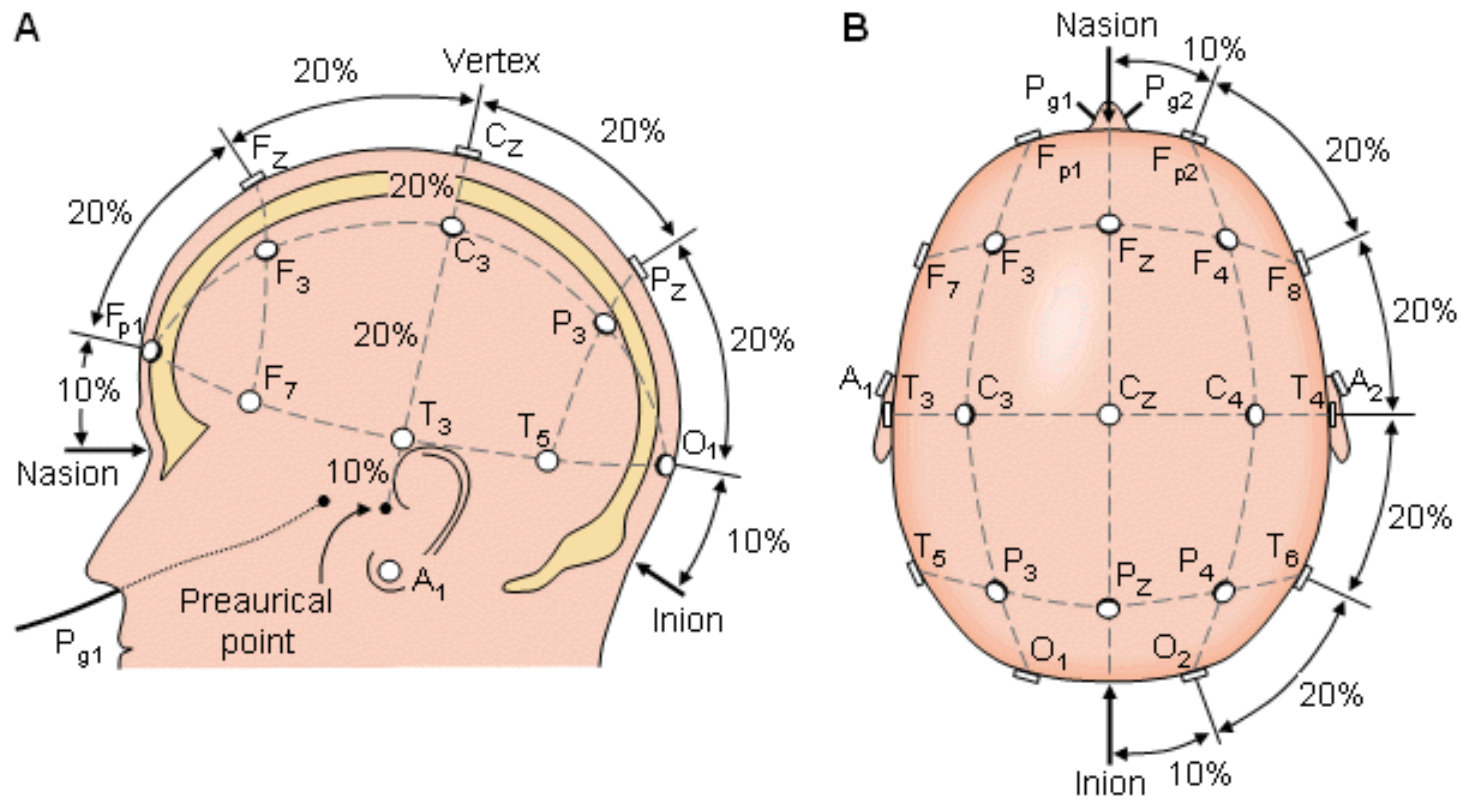
- diagnostická metoda, umožňující snímání a záznam elektrické aktivity mozku
- invazivní a neinvazivní EEG
- snímání potenciálů z mozkové kůry
– elektrokortikografie (ECoG)
- videoencefalografie (video–EEG)

Elektroencefalografie

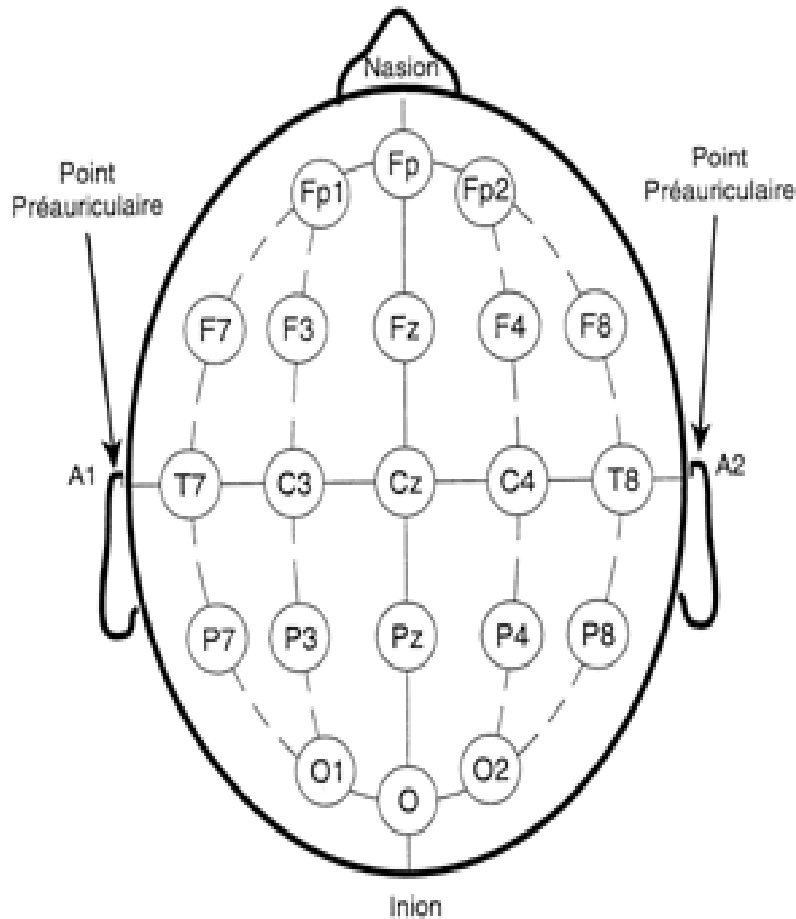
- klasické vyšetření je záznamem spontánní aktivity
- evokované potenciály
 - zrakové (VEP – visual evoked potentials)
 - sluchové (AEP – auditory evoked potentials)
 - somatosenzorické (SEP – somatosensory evoked potentials)

EEG elektrody

- systém 10 – 20 (Jasper, 1958)



EEG elektrody



- Písmena
 - F ... frontální (přední)
 - Fp ... frontopolární (přední kolem pólu)
 - C ... centrální (střední)
 - P ... parietální (temenní)
 - T ... temporální (spánkové)
 - O ... okcipitální (týlní)
- Čísla
 - sudá ... pravá hemisféra
 - lichá ... levá hemisféra

EEG svody

- pro systém 10 – 20 je potřeba min. 19 kanálů, obvykle se používá 19 EEG kanálů + EKG a časové značky
- referenční svorky
 - CR (common reference) – svorky A_1 a A_2
 - AVR (averaged reference) – průměr napětí zvolené skupiny elektrod
- konvence polarity
 - záporný rozdíl napětí na vstupu způsobí kladnou výchylku
 - aktivní elektroda je zapojena na invertující vstup

Elektroencefalogram

- lidský mozek obsahuje více než 10^{10} neuronů, odhadovaný tok informací do mozku je 10^9 b·s⁻¹, z mozku 10^7 b·s⁻¹
- špičkové napětí 20 – 300 μV, frekvence 0,5 – 70 Hz, rutinně do 50 Hz
- pásma alfa, beta, theta a delta

Elektrokortikografie

- snímání pomocí stripů či gridů
- platinové elektrody v proužku nebo v matici, průměr elektrody asi 3 – 4 mm
- slouží k přesnější lokalizaci patologických ložisek

Evokované potenciály

- reakce mozku na senzorický podnět – zrakový, sluchový, somatosenzorický
- generované signály mají řádově menší amplitudu než spontánní EEG
- průměrováním N realizací zvětšíme SNR \sqrt{N} krát
- odpovědi ipsilaterální – odpovídá hemisféra, na jejíž straně jsme prováděli stimulaci (sluchově evokované potenciály)
- odpovědi kontralaterální – odpovídá protilehlá hemisféra (zrakové a somatosenzorické potenciály)

Somatosenzorické EP

- evokujeme drážděním periferních nervů (horní a dolní končetiny)
- doba trvání stimulačního pulsu je obvykle 50 – 200 μs , opakovací frekvence 3 – 6 Hz, opakujeme až 200 \times
- frekvenční spektrum SEP je 30 – 3000 Hz, amplituda po zprůměrování je 5 – 10 μV
- používá se k diagnóze neuropatií, roztroušené sklerózy apod. nebo k posouzení hloubky kómatu

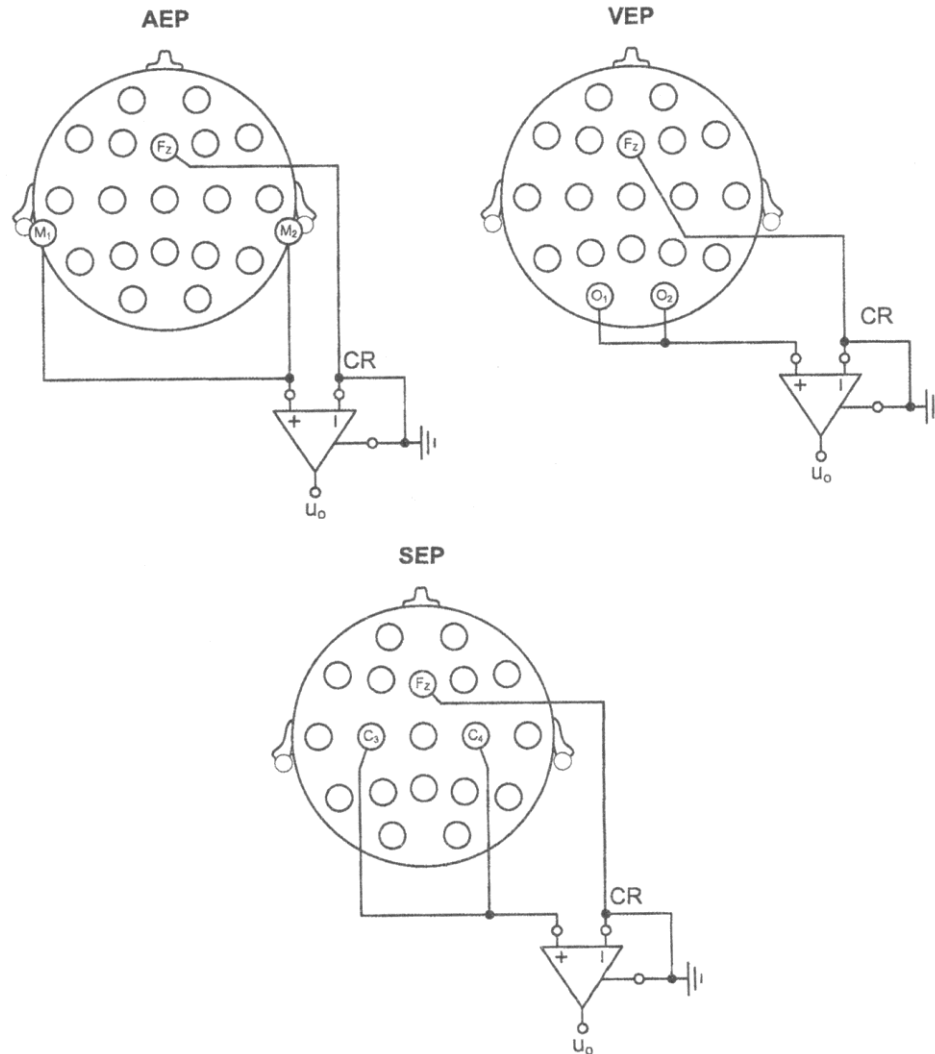
Sluchové EP

- krátce trvající zvuky (asi 100 μ s)
- elektrody se přikládají na výčnělek spánkové kosti těsně za ušními boltci
- opakovací frekvence 1 – 50 Hz, opakujeme až 2000 \times
- amplituda po zprůměrování je velmi malá, asi 0,5 μ V
- slouží k diagnostice poruch hlemýždě a akustického nervu

Zrakové EP

- jako stimul se používají tzv. šachovnicové reverzní podněty, frekvence reversace je obvykle 1 Hz, opakujeme asi 100 ×
- amplituda po zprůměrování je zhruba 5 - 10 μV , frekvenční pásmo do 100 Hz
- mají využití při diagnóze roztroušené sklerózy a stanovení rozdílů mezi pravým a levým viděním

Evokované potenciály

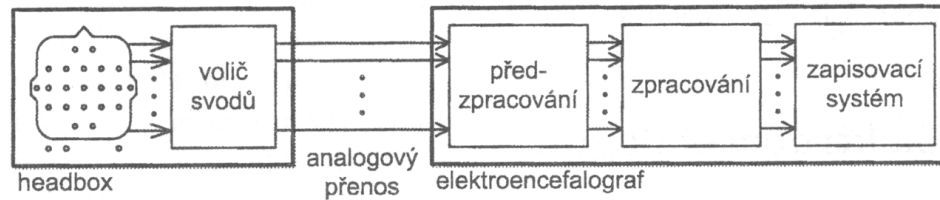


Elektroencefalograf

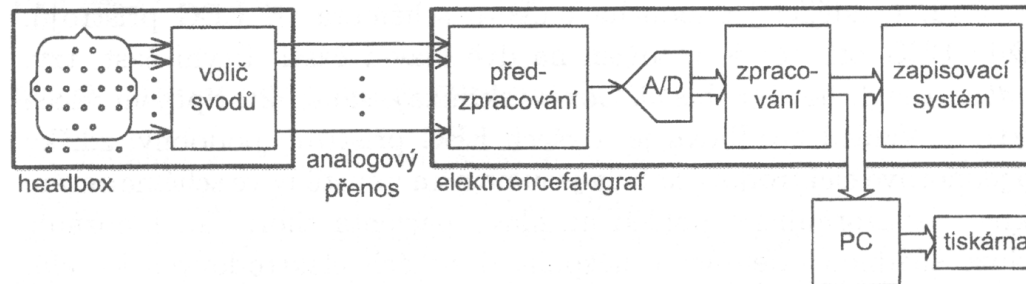
- měl by umožňovat
 - přepínání svodů (montáží)
 - nastavení frekvenčního pásma
 - nastavení zesílení jednotlivých kanálů
 - volbu rychlosti záznamu
 - kalibraci a test kontaktu elektrod
 - zápis časových značek

Elektroencefalograf

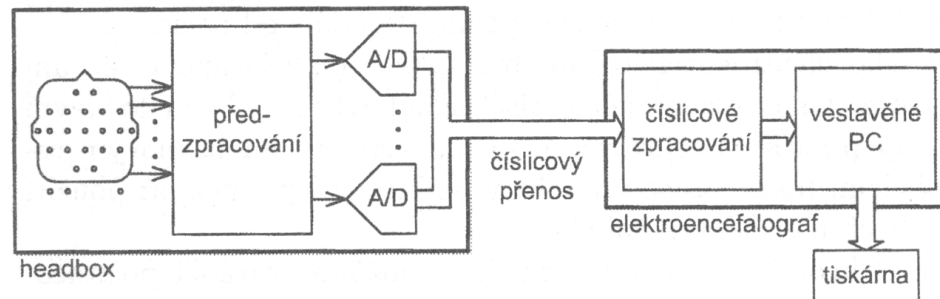
klasické papírové EEG



EEG s počítačovou analýzou záznamů
(analogový přenos signálu z headboxu)

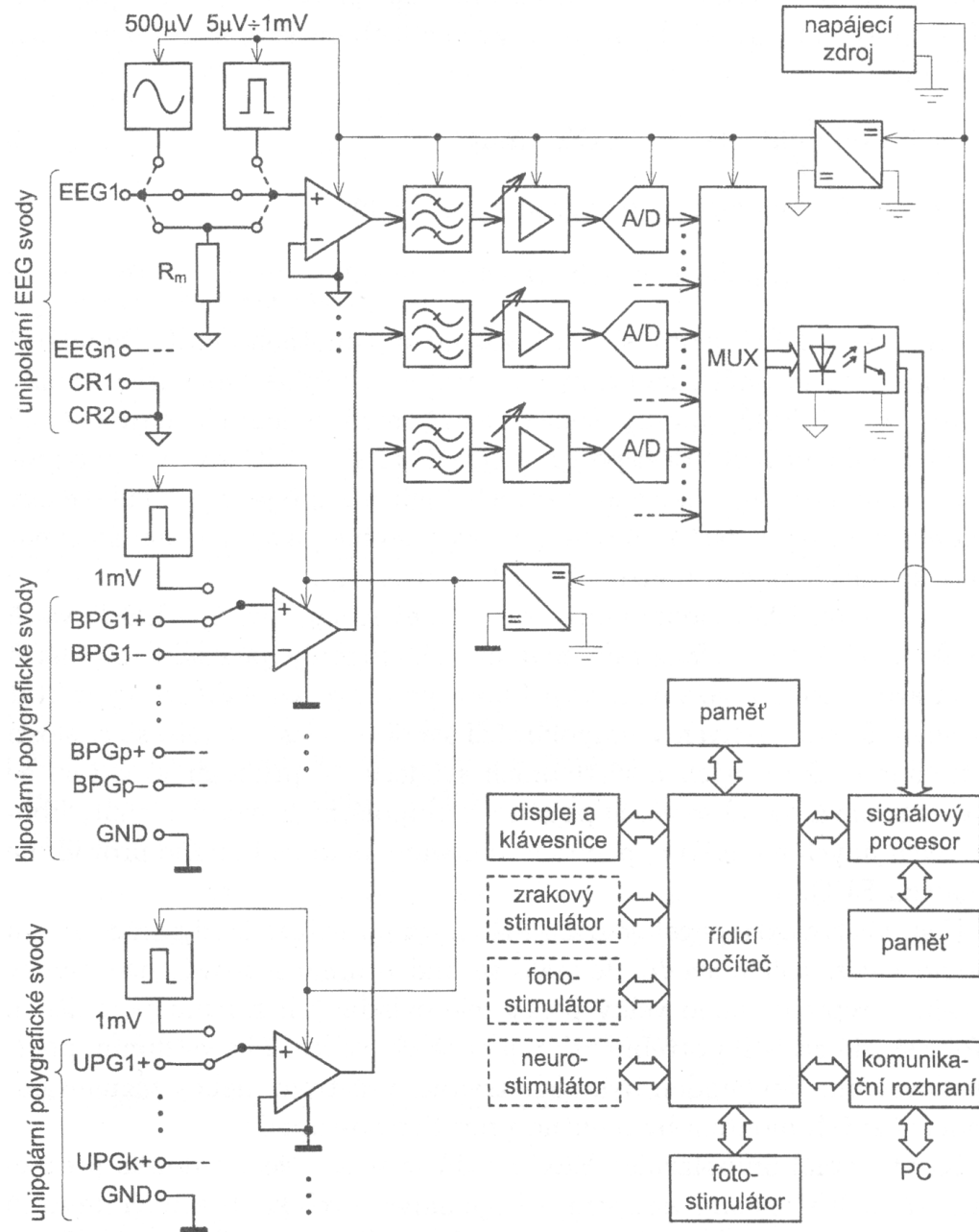


EEG s počítačovou analýzou záznamů
(číslicový přenos signálu z headboxu)



Elektroencefalograf

- headbox (buď pouze konektory a volič svodů a nebo předzpracování + A/D převod) + vlastní elektroencefalograf
- obvody unipolárních EEG svodů + uni/bipolárních polygrafických svodů

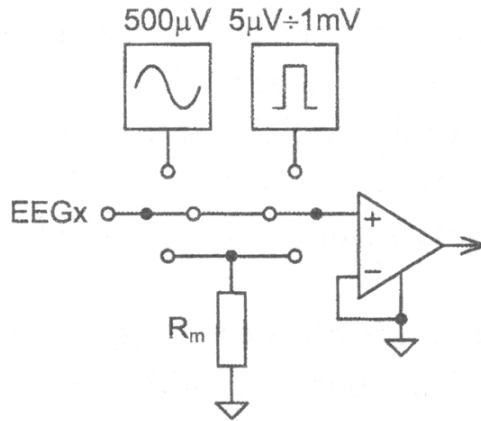


Elektroencefalograf

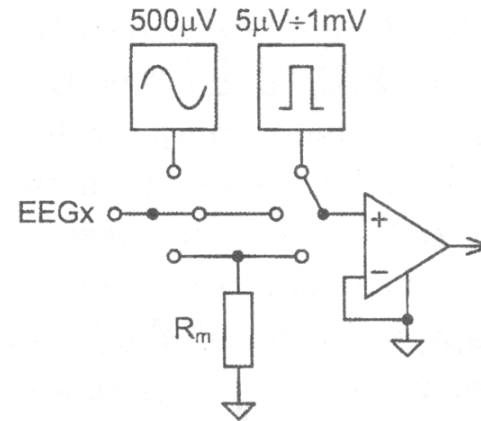
- vstupní předzesilovač
 - alespoň $100\text{ M}\Omega$ vstupní odpor
- pásmová propust
 - odfiltrování stejnosměrné složky, anti-aliasingový filtr
- A/D převodník
 - vzorkovací frekvence obvykle 256 Hz (u evokovaných potenciálů až 6 kHz), rozlišení 16 b

Elektroencefalograf

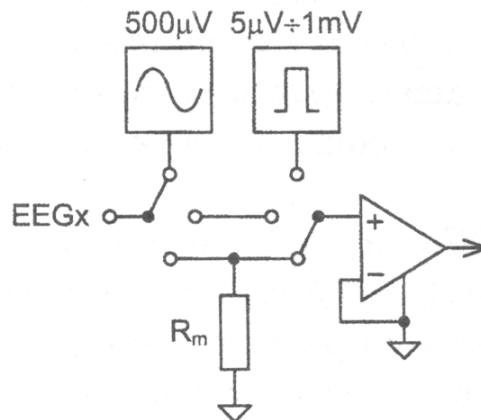
předzpracování EEG signálu



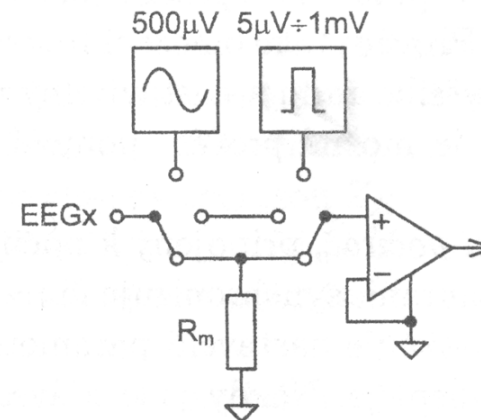
kalibrace



zdroj napětí pro test impedance elektrody



měření napětí při testu impedance elektrody



Elektroencefalograf

- kalibrace
 - jeden zdroj pro všechny kanály nastavitelný v rozsahu 5 μV až 1 mV
- měření impedance elektrod
 - harmonický signál s amplitudou 500 μV a frekvencí 15 Hz

Literatura

1. Malmivuo, J. – Plonsey, R: Bioelectromagnetism – Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields. Oxford University Press, New York, 1995.
2. Penhaker, M. a kol.: Lékařské diagnostické přístroje – učební texty. VŠB TU Ostrava, Ostrava, 2004.
3. Rozman, J. a kol.: Elektronické přístroje v lékařství. Academia, Praha, 2006.
4. Chmelař, M: Lékařská přístrojová technika. CERM s. r. o., Brno, 1995.