

Elektronika Biomedyczna

Prowadzący: dr inż. Stanisław Pietraszek (stanislaw.pietraszek@polsl.pl)

Rozkład:	Semestr	Wykład	Ćwicz.	Laborat.	Projekt	Semin.	Egzamin	ECTS
	5	2	-	-	-	-	-	2
	6	-	-	1	1	-	+	3
Cel:	Celem przedmiotu jest przedstawienie podstaw działania i budowy współczesnej diagnostycznej i terapeutycznej, elektronicznej aparatury medycznej. Wykład powinien pozwolić studentom lepsze zrozumienie zasad akwizycji i przetwarzania szeroko rozumianej klasy sygnałów biomedycznych, z uwzględnieniem nowych trendów w elektronice oraz w metodach przetwarzania danych. Powinien także przygotować ich do rozpoczęcia prac w zakresie użytkowania i projektowania aparatury medycznej.							
Opis:	Terapeutyczna i diagnostyczna aparatura medyczna. Człowiek jako źródło sygnałów biologicznych elektrycznych i nieelektrycznych. Zasady ochrony przeciwporażeniowej w elektronicznej aparaturze medycznej. Metody odbioru sygnałów biologicznych z człowieka. Wzmacniacze sygnałów bioelektrycznych, parametry, budowa. Elektrokardiograf, zasada budowy i eksploatacji, odprowadzenia elektrokardiograficzne, metody zapisu i prezentacji sygnału EKG. Monitorowanie sygnału EKG, temperatury, ciśnienia, centrale intensywnego nadzoru kardiologicznego. Cyfrowe przetwarzanie sygnału EKG. Elektroencefalograf, zasada budowy, odprowadzenia standardowe, techniki rejestracji i prezentacji. Potencjały wywołane, zasada uśredniania, przykłady przyrządów. Ultrasonograf, zasada działania, budowa głowic, techniki prezentacji. Zastosowanie zjawiska Dopplera do detekcji przepływów krwi, metoda fali ciągłej, metoda impulsowa. Systemy tomografii komputerowej CT i MR, równanie rzutu, podstawy rekonstrukcji obrazu z rzutów. Stymulatory serca implantowane i zewnętrzne. Defibrylatory, zasada działania, kształtowanie przebiegów defibrylujących. Terapia prądami zmiennymi małej częstotliwości. Terapia prądami w.cz.							
Słowa kluczowe:	Elektronika medyczna, elektroniczna aparatura medyczna, przetwarzanie informacji biomedycznej.							

WYKŁAD:

1. Terapeutyczna i diagnostyczna aparatura medyczna, podział, ogólna charakterystyka. Człowiek jako źródło sygnałów biologicznych elektrycznych i nieelektrycznych. Metody odbioru sygnałów biologicznych z człowieka. Charakterystyka wybranych sygnałów bioelektrycznych. Zjawiska występujące przy kontakcie elektroda-skóra, typy elektrod i ich własności.
2. Ochrona przeciwporażeniowa w aparaturze elektromedycznej. Norma IEC60601-1, podstawowe określenia. Prąd upływu pacjenta, prąd upływu obudowy, prąd upływu uziemienia w stanie normalnym i w stanie pojedynczego uszkodzenia. Klasy ochronności i typy ochrony części aplikacyjnych, ograniczanie prądów upływu w aparaturze elektromedycznej. Sposoby wykonywania badań na zgodność z normą.
3. Model układu obiekt biologiczny - wzmacniacz sygnałów bioelektrycznych. Wzmacniacz różnicowy, parametry wzmacniaczy, współczynnik CMRR. Dobór parametrów wzmacniaczy dla różnych sygnałów, filtracja dolno i górno-przepustowa sygnału. Przetwornik analogowo-cyfrowy w torze przetwarzania sygnału, analiza parametrów przetwornika i wzmacniacza. Przykładowe rozwiązania wzmacniaczy jedno i wielokanałowych. Zastosowanie bariery galwanicznej w torze przetwarzania sygnału. Budowa i parametry bariery galwanicznej, bariery analogowe i cyfrowe, przykładowe rozwiązania.
4. Serce jako źródło sygnału elektrycznego w przewodniku objętościowym, model dipolowy, pole odprowadzeń. Systemy odprowadzeń elektrokardiograficznych i relacje między nimi. Zagadnienie proste i odwrotne w elektrokardiografii. Metody zapisu i prezentacji sygnału EKG. Elektrokardiograf, zasada budowy i eksploatacji. Zabezpieczenia stopni wejściowych elektrokardiografu. Monitorowanie sygnału EKG, temperatury, ciśnienia, trendów, centrale intensywnego nadzoru kardiologicznego. Rejestrator holterowski. Cyfrowe przetwarzanie sygnału EKG, detekcja zespołów QRS, filtracja zakłóceń, wyznaczanie częstości akcji serca, model generatora rytmu serca.
5. Centralny układ nerwowy jako źródło sygnału EEG. Charakterystyka sygnału EEG, podział na pasma. Standardy odprowadzeń EEG. Elektroencefalograf, zasada budowy, techniki rejestracji sygnału EEG. Model dipolowy generatora sygnału EEG, zagadnienie proste i odwrotne w elektroencefalografii. Cyfrowe przetwarzanie sygnału EEG, usuwanie zakłóceń, tworzenie map potencjałów, odtwarzanie źródeł pierwotnych, rekonstrukcja 3D.
6. Elektromiografia, charakterystyka sygnału EMG, elektrody i mikroelektrody do rejestracji sygnałów EMG, przykładowe rozwiązania. Interakcje sygnałów EMG z innymi sygnałami bioelektrycznymi.

7. Elektronystagmografia (ENG). Pole elektryczne gałki ocznej i wykorzystanie go do monitorowania ruchów oka. Parametry sygnału ENG, przykłady zastosowań. Fotoelektryczny system monitorowania ruchów oka, zasada działania systemu Ober2 parametry, przykłady zastosowań.
8. Potencjały wywołane, charakterystyka wybranych potencjałów wywołanych. Zasada uśredniania, poprawa stosunku sygnał-szum, przykłady zastosowań.
9. Reografia impedancyjna. Metody pomiaru impedancji tkanki, metoda dwu i cztero-elektrodowa, schemat blokowy reografu. Model walcowy układu krążenia, obliczenie objętości rzutu serca, przykłady zastosowań.
10. Zastosowanie metod spektralnych do obliczania stopnia utlenowania krwi. Widmo hemoglobiny utlenowanej i zredukowanej. Zasada pomiaru na kilku długościach fali. Detektory i źródła promieniowania do czujników pulsu, budowa miernika pulsu i pulsooksymetru.
11. Zastosowanie ultradźwięków do obrazowania struktur wewnętrznych. Podstawy rozchodzenia się ultradźwięków w tkankach, równanie ruchu, impedancja akustyczna, współczynnik transmisji i odbicia. Parametry akustyczne tkanek, propagacja fali UD w tkankach, zjawisko odbicia, rozproszenia, ugięcia i tłumienia fali UD. Wytwarzanie i odbiór fali UD, charakterystyka podstawowych materiałów piezoceramicznych, współczynnik sprzężenia, budowa głowicy UD, głowice jedno i wiele przetwornikowe, głowice macierzowe. Pole bliskie i dalekie, ogniskowanie wiązki UD, rozdzielczość poprzeczna i wzdłużna. Zasady ogniskowania przy nadawaniu i odbiorze. Techniki obrazowania struktur wewnętrznych w ultrasonografach, typy prezentacji A, B, M. Budowa ultrasonografu, techniki regulacji wzmocnienia, filtracja sygnału echa. Analiza struktur ruchomych. Wizualizacja 3D i 4D, zastosowanie głowic macierzowych i odtwarzanie ruchu głowicy.
12. Zastosowanie ultradźwięków do detekcji i wizualizacji przepływów. Opis zjawiska Dopplera. Odbicie od struktur poruszających się, częstotliwość dopplerowska, widmo sygnału dopplerowskiego. Budowa typowego detektora przepływu z falą ciągłą. Dopplerowska metoda impulsowa, możliwości i ograniczenia. Zastosowanie zjawiska Dopplera do wizualizacji przepływów w ultrasonografach.
13. Bezpieczeństwo badań ultradźwiękowych zarys norm, podstawowe definicje i przykłady obliczeń.
14. Wytwarzanie promieniowania rentgenowskiego, budowa typowej lampy rentgenowskiej, układy zasilania lamp, wzmacniacze obrazów rentgenowskich. Systemy cyfrowej angiografii subtrakcyjnej. Systemy tomografii komputerowej, skanery CT, równanie rzutu, podstawy rekonstrukcji obrazu z rzutów.
15. Zjawisko atomowego rezonansu magnetycznego, komponenty systemu MRI: magnes, system gradientowy, układy radiowe, techniki obrazowania.
16. Implantowane stymulatory serca. Typy stymulatorów i rodzaje pracy stymulatorów implantowanych. Badanie stymulatorów implantowanych. Stymulatory przezprzełykowe.
17. Defibrylatory zewnętrzne. Zasada działania i uproszczony model układu defibrylator – pacjent. Kształtowanie impulsu defibrylującego – typy impulsów defibrylujących.
18. Terapia prądami małej częstotliwości, przegląd stosowanych rodzajów prądów, prądy interferencyjne. Terapia prądami wysokiej częstotliwości, podstawy fizyczne przykłady zastosowań. Terapia falą ultradźwiękową, budowa przyrządów i głowic.

Warunki zaliczenia i egzamin: Egzamin – pisemny

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Biopomiary, Monografia Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, pod red. M. Nałęcza, Tom 2, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2001.
2. Fizyka Medyczna, Monografia Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, pod red. M. Nałęcza, Tom 9, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2002.
3. Obrazowanie Biomedyczne, Monografia Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, pod red. M. Nałęcza, Tom 8, Akademicka Oficyna Wydawnicza Exit, Warszawa 2003.
4. Augustyniak P., Przetwarzanie sygnałów elektrodiagnostycznych, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2001.
5. Tkacz E., Borys P., Bionika, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2006.
6. Nowicki, A., Podstawy Ultrasonografii Dopplerowskiej, Wydawnictwo PWN, Warszawa, 1996.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. Krestel, E., Imaging Systems for Medical Diagnostics. Siemens Aktiengesellschaft. Berlin and Munich 1990.
2. Fercher A. F., Medizinische Physik, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992.
3. Bronzino, J.D., The Biomedical Engineering Handbook. CRC Press, Boca Raton 1995.
4. Webster J., Medical instrumentation Application and Design, 3rd Edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1997.
5. Malmiwo J., Plonsey R., Bioelectromagnetism, Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields, Oxford University Press, New York Oxford, 1995. (dostępna wersja elektroniczna).

LABORATORIUM

Wymiar zajęć: 15 godzin, organizacja zajęć: 6 ćwiczeń po 2 godziny, co 2 tygodnie.

Warunki zaliczenia: Wykonanie wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, wykazanie się znajomością tematyki związanej z wykonywanymi ćwiczeniami laboratoryjnymi, oddanie sprawozdania.

Tematy zajęć z laboratorium:

Rejestracja sygnałów EKG – Elektrokardiograf

Tomograf komputerowy

Fotoelektryczny miernik pulsu

Elektronystagmografia

Stymulatory implantowane

Cytometr przepływowy

PROJEKT

Wymiar zajęć: 15 godzin, organizacja zajęć: konsultacje co 2 tygodnie.

Warunki zaliczenia: Przedstawienie działającego układu lub programu, oddanie dokumentacji projektu.

W ramach projektu studenci wykonują fragment układu związanego z elektroniczną aparaturą medyczną lub program ilustrujący wskazany etap przetwarzania sygnałów biomedycznych.

Przykładowe tematy projektów to :

Mikroprocesorowy miernik częstości pulsu z czujnikiem fotoelektrycznym.

Mikroprocesorowy detektor zespołów QRS i miernik częstości pulsu.

Mikroprocesorowy miernik temperatury z czujnikiem półprzewodnikowym.

Mikroprocesorowy miernik temperatury z czujnikiem termistorowym.

Mikroprocesorowy rejestrator sygnałów biomedycznych.

Układ pomiarowy do spektrofotometru jednowiązkowego.

Oprogramowanie karty przetwornika AC do akwizycji sygnałów biomedycznych

Oprogramowanie do wizualizacji sygnałów EKG.

BIOMEDICAL ELECTRONICS

Objectives: Main goal of this object is an introduction designing rules of modern either: diagnostic and therapeutic medical equipment. These lectures should enable the students to start designing their own medical equipment projects based on new trends in electronics, technology and modern data processing techniques.

Description: Diagnostic and therapeutic medical equipment. Human body as a source of biomedical signals. Safety rules in electronic medical equipment. Acquisitions methods of biomedical signals. Amplifiers of bioelectric signals. Electrocardiograph, standard leads, methods of recording and visualization of ECG signals. Monitoring of ECG, heart rate temperature, central cardiology monitoring units. Digital processing of ECG. Electroencephalography, standard leads and visualization of EEG. Evoked potentials, digital averaging of signals, example of devices. Bases of USG, ultrasonic heads, principles of visualization techniques. Application of Doppler phenomena to blood flow visualization, continuous wave and impulse Doppler method. Computer tomography, basis of image reconstructions from projections. Implanted and external pacemakers. Defibrillators. Application of low and high frequency currents for therapeutic purposes.

Keywords: Biomedical electronics, electronic medical equipment, biomedical information and data processing.