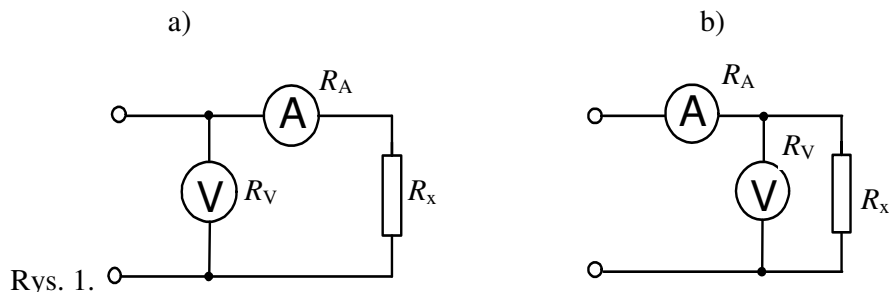


**„EUROELEKTRA”**  
**OLIMPIADA ELEKTRYCZNA I ELEKTRONICZNA**  
**Rok szkolny 2008/2009 - Etap trzeci - Grupa elektryczna**  
 czas rozwiązywania zadań 120 minut

**Zadanie 1**



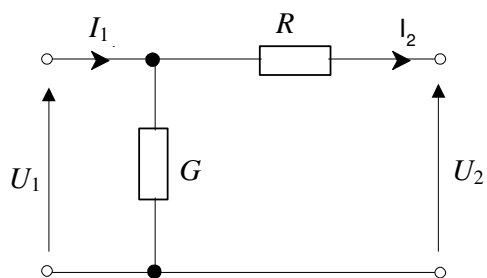
Na rysunku przedstawiono schematy układów do pomiaru rezystancji  $R_X$  metodą techniczną, na których  $R_A$  i  $R_V$  oznaczają odpowiednio rezystancję wewnętrzną amperomierza i woltomierza. Układ z rysunku a) mierzy poprawnie prąd, natomiast układ z rysunku b) mierzy poprawnie napięcie. Jeżeli rezystancję mierzoną  $R_X$  wyznacza się z uproszczonego wzoru, dzieląc wskazania woltomierza przez wskazania amperomierza, to oba układy wprowadzają błąd systematyczny, dodatni przy pierwszej metodzie i ujemny przy drugiej. Wyznacz wartość rezystancji mierzonej  $R_X$ , dla której wartość bezwzględna (nieuwzględniająca znaku) błędu systematycznego obu metod będzie taka sama. Wskazówka: przyjmij, że  $R_A \ll R_V$ .

**Zadanie 2**

Wykazać że w układzie czwórnika (rys. 2) sprawność energetyczna osiąga wartość maksymalną przy prądzie obciążenia  $I_2$  wyrażonym wzorem  $I_2 = \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{1}{GR}}\right) GU_1$ .

Wskazówka

Sprawność energetyczna układu określana jest jako stosunek mocy oddawanej  $P_2$  do mocy pobieranej  $P_1$ .



Rys. 2

**Zadanie 3**

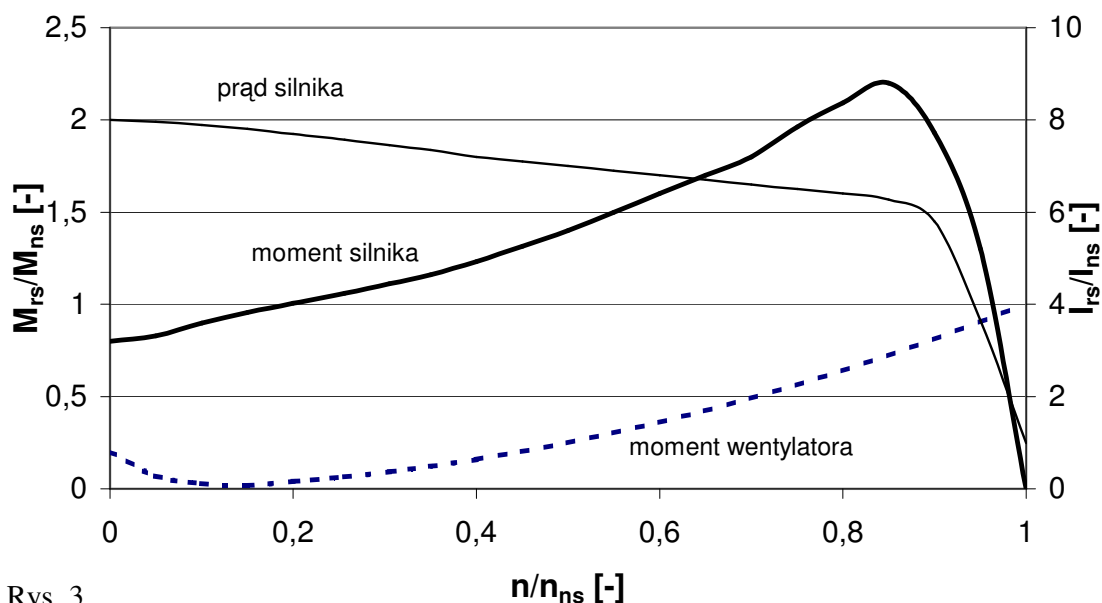
W trakcie eksploatacji napędu wentylatora głównego przewietrzania kopalni stwierdzono problemy z rozruchem. Przyczyną zmniejszonego, niewystarczającego na pokonanie tarcia statycznego, momentu rozruchowego były zbyt duże spadki napięcia na transformatorze zasilającym. Silnik napędzający ten wentylator to silnik asynchroniczny o następujących danych:

- moc znamionowa  $P_{ns} = 3150$  kW;
- znamionowe napięcie zasilania  $U_{ns} = 6000$  V;

prąd znamionowy  $I_{ns} = 350 \text{ A}$ ;  
 prąd rozruchowy względny  $I_{rs}/I_{ns} = 8,0$ ;  
 moment rozruchowy względny  $M_{rs}/M_{ns} = 0,8$ .

Charakterystyki rozruchowe silnika w jednostkach względnych (wyznaczone przy pełnym napięciu) zostały przedstawione na rysunku 3. Eksperymentalnie określono, że minimalny moment potrzebny na uzyskanie płynnego rozruchu wynosi 0,5 momentu znamionowego. Określić minimalną moc transformatora zasilającego, wiedząc, że jego napięcie zwarcia wynosi  $u_z = 10\%$ .

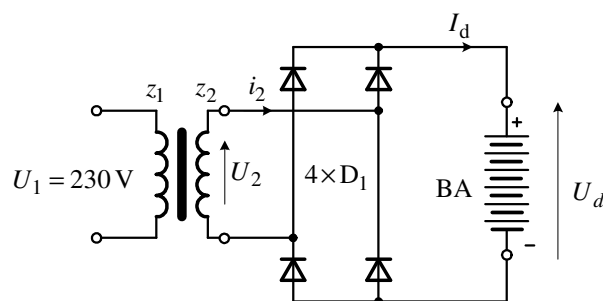
WSKAZÓWKA. Do obliczeń można założyć, że współczynniki mocy w stanie zwarcia silnika oraz transformatora są takie same (w takim przypadku impedancje można dodawać arytmetycznie).



Rys. 3.

#### Zadanie 4

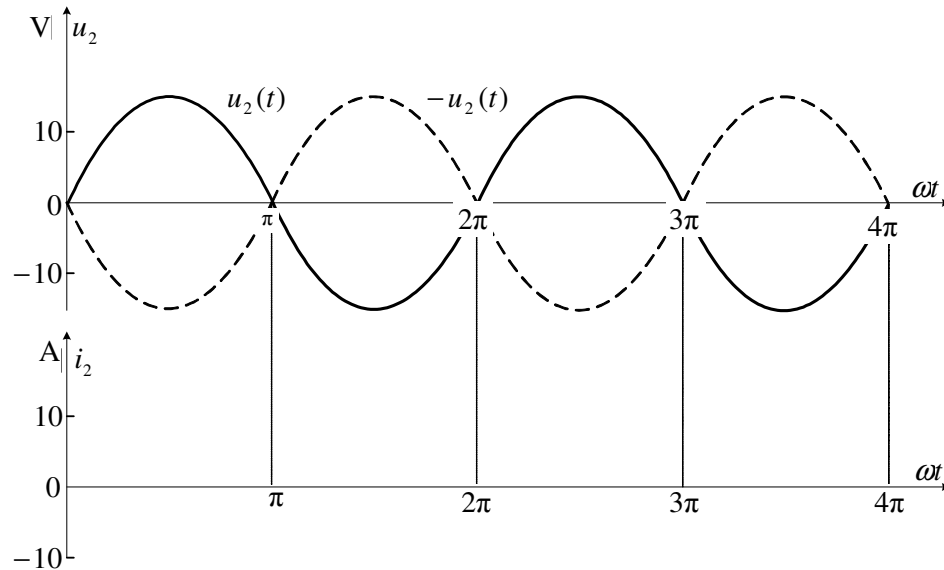
Bateria akumulatorów kwasowo-ołowiowych składająca się z sześciu ogniw połączonych szeregowo ładowana jest za pomocą niesterowanego (diodowego) prostownika w układzie mostkowym (rys. 4). Mostek diodowy zasilany jest z transformatora jednofazowego. Spadek napięcia na diodzie spolaryzowanej w kierunku przewodzenia wynosi  $U_F = 0,70 \text{ V}$ .



Rys. 4.

1. Jaka powinna być wartość skuteczna napięcia wtórnego uzwojenia transformatora  $U_2$  w stanie jałowym, tak aby prąd ładowania akumulatora zmniejszył się do zera ( $I_d = 0$ ) po zwiększeniu się napięcia pojedynczego ogniwa do wartości równej  $U_{max} = 2,35 \text{ V}$ ?

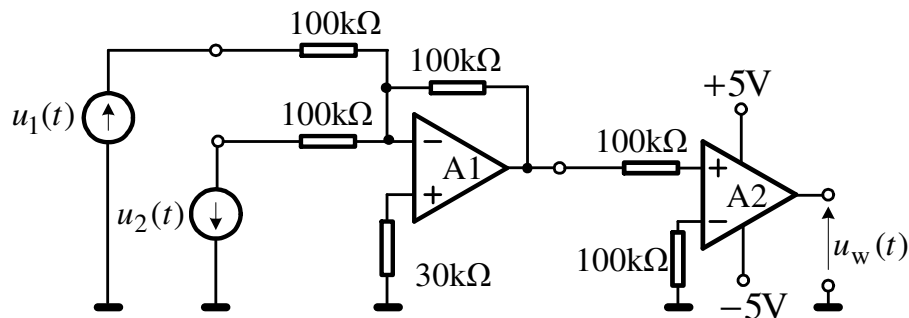
- Jaka powinna być liczba zwojów  $z_2$  uzwojenia wtórnego transformatora, jeżeli uzwojenie pierwotne zasilane z sieci o napięciu skutecznym  $U_1 = 230 \text{ V}$  i posiada  $z_1 = 690$  zwojów.
- Na rysunku 5 narysuj przebieg prądu  $i_2(t)$ , płynącego przez uzwojenie wtórne transformatora, w trakcie ładowania baterii akumulatorów. Przyjmij, że dla tego stanu pracy napięcie pojedynczego ogniwa wynosi  $U = 2,00 \text{ V}$ , a cały obwód ładowania akumulatora ma charakter rezystancyjny (pominąć indukcyjności rozproszenia transformatora oraz przyjmij, że prąd magnesowania transformatora ma pomijalnie małą wartość). Suma rezystancji transformatora i prostownika  $R_S$  oraz akumulatora  $R_d$  wynosi:  $R = R_S + R_d = 0,20 \Omega$ .



Rys. 5.

### Zadanie 5

Układ analogowy modulatora przedstawiony na rysunku 6 składa się ze wzmacniacza operacyjnego A1 i komparatora napięcia A2.



Rys. 6.

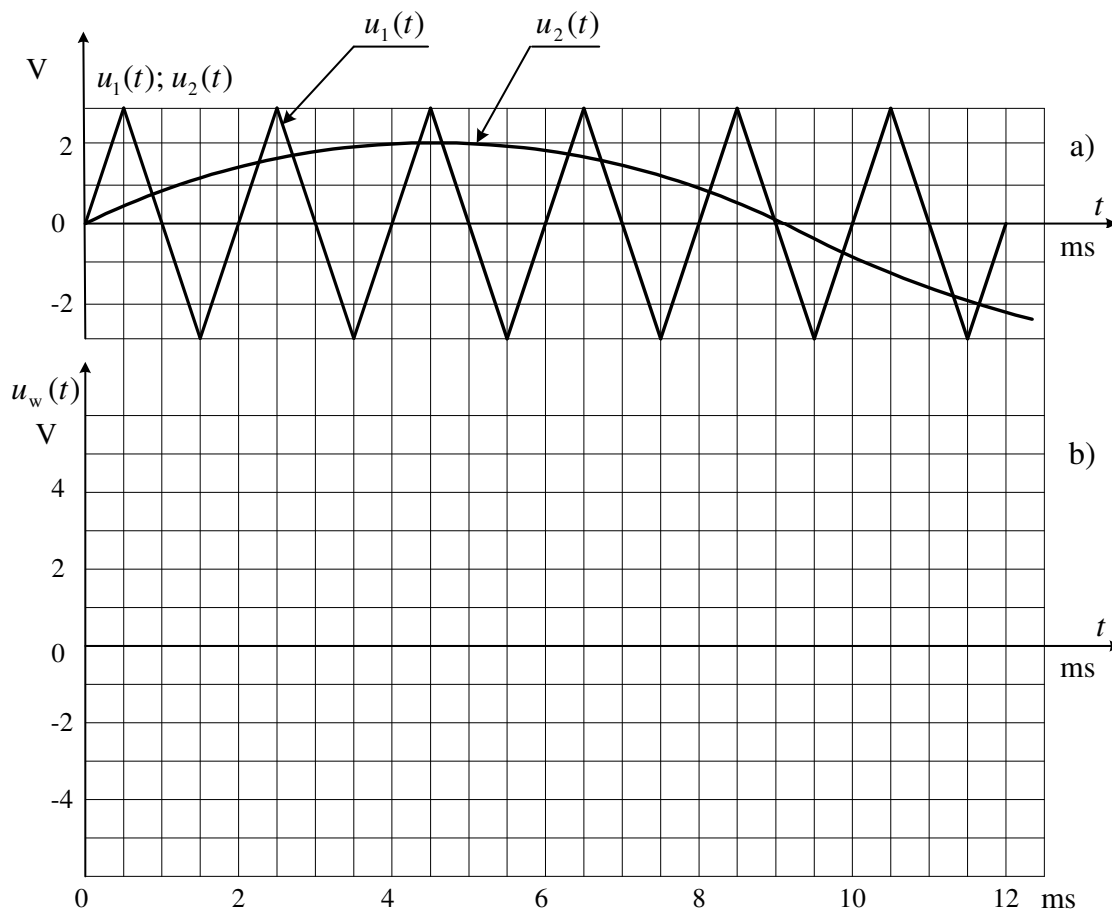
Na wejście układu podano sygnały napięciowe zmienne w czasie  $u_1(t)$  i  $u_2(t)$  o przebiegach przedstawionych na rysunku 7a.

- Uzupełnij rysunek 7b o przebieg napięcia wyjściowego  $u_w(t)$ . Zwróć uwagę na zwroty napięć wejściowych!

2. Na podstawie rysunku 7a wyznacz częstotliwość napięcia  $u_1(t)$  i  $u_2(t)$ , oraz wartości szczytowe tych napięć  $U_{1m}$  i  $U_{2m}$ .

3. Wyznacz współczynnik modulacji częstotliwości  $m_f = \frac{f_1}{f_2}$  i współczynnik modulacji

amplitudy  $m_A = \frac{U_{2m}}{U_{1m}}$ .



Opracowali:  
 dr inż. Leszek Pawlaczyk  
 dr inż. Krzysztof Podlejski  
 dr inż. Czesław Stec  
 dr inż. Tomasz Zawilak

Sprawdzili:  
 dr inż. Sławomir Cieślik  
 dr inż. Mirosław Miszewski  
 dr inż. Jan Mućko

Zatwierdził:  
 dr hab. inż. Andrzej Borys  
 przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady „Euroelektra”