

KOMPUTEROWE SYSTEMY POMIAROWE

Dr inż. Eligiusz PAWŁOWSKI

Politechnika Lubelska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Prezentacja do wykładu dla EMST - ITwE

Semestr zimowy

Wykład nr 10



Prawo autorskie

Niniejsze materiały podlegają ochronie zgodnie z **Ustawą o prawie autorskim i prawach pokrewnych** (Dz.U. 1994 nr 24 poz. 83 z późniejszymi zmianami).

Materiał ten udostępniam **do celów dydaktycznych** jako materiały pomocnicze do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Mogą z nich również korzystać inne osoby zainteresowane tą tematyką. Do tego celu materiały te można **bez ograniczeń przeglądać, drukować i kopiować wyłącznie w całości**.

Wykorzystywanie tych materiałów bez zgody autora w inny sposób i do innych celów niż te, do których zostały udostępnione, **jest zabronione**.

W szczególności **niedopuszczalne jest**: usuwanie nazwiska autora, edytowanie treści, kopiowanie fragmentów i wykorzystywanie w całości lub w części do własnych publikacji.

Eligiusz Pawłowski

Uwagi dydaktyczne

Niniejsza prezentacja stanowi **tylko i wyłącznie materiały pomocnicze** do wykładu z przedmiotu Komputerowe Systemy Pomiarowe prowadzonego dla studentów Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Udostępnienie studentom tej prezentacji nie zwalnia ich z konieczności sporządzania **własnych notatek z wykładów** ani też nie zastępuje **samodzielnego studiowania** obowiązujących podręczników.

Tym samym zawartość niniejszej prezentacji w szczególności **nie może być** traktowana jako zakres materiału obowiązujący na egzaminie.

Na egzaminie obowiązujący jest **zakres materiału faktycznie wyłożony podczas wykładu** oraz zawarty w odpowiadających mu fragmentach **podręczników** podanych w wykazie literatury do wykładu.

Eligiusz Pawłowski

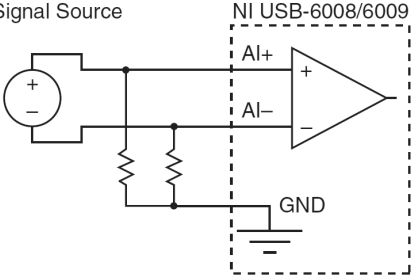
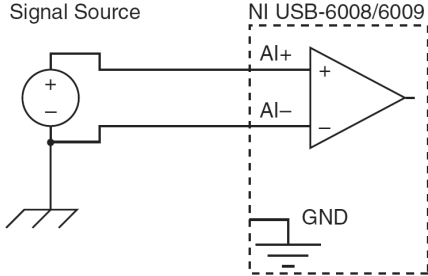
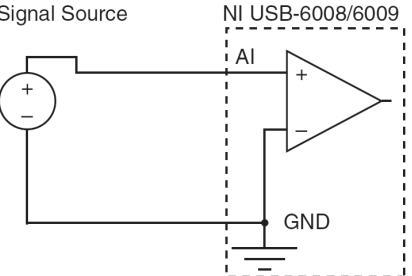
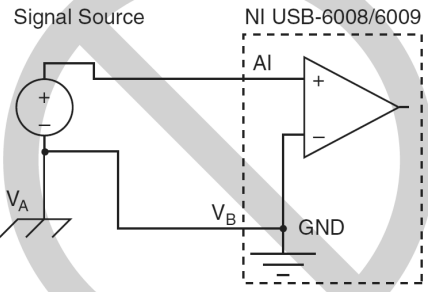
Wzmacniacze stosowane w technice pomiarowej

1. Wzmacniacze niesymetryczne (*single ended*)

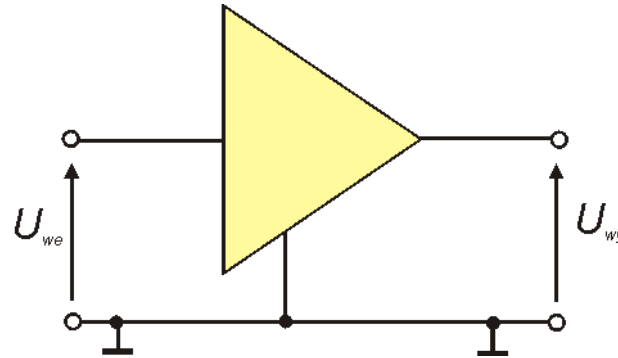
2. Wzmacniacze symetryczne (różnicowe, pomiarowe, instrumentalne, *differential input, instrumentation amplifier*)

3. Wzmacniacze izolacyjne (*isolation amplifier*)

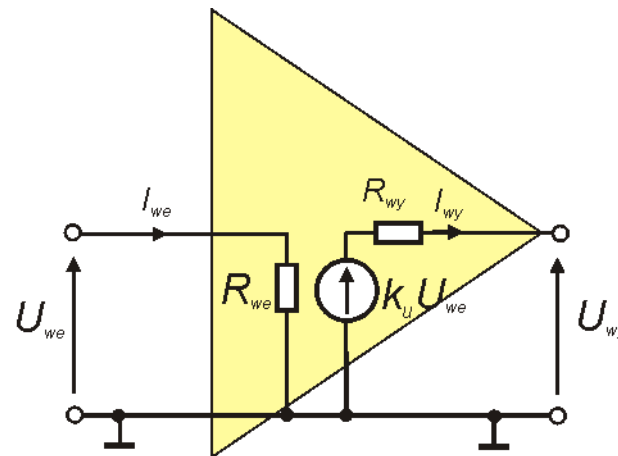
NI USB-6008/6009 – konfiguracja wejść analogowych

<p>Analog Input Mode</p>	<p>Floating Signal Sources (Not Connected to Building Ground)</p> <p>Examples:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ungrounded thermocouples • Signal conditioning with isolated outputs • Battery devices 	<p>Ground-Referenced Signal Sources</p> <p>Example:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plug-in instruments with non-isolated outputs
<p>Differential (DIFF)</p>	<p>Signal Source</p> 	<p>Signal Source</p> 
<p>Referenced Single-Ended (RSE)</p>	<p>Signal Source</p> 	<p>NOT RECOMMENDED</p>  <p>Ground-loop potential ($V_A - V_B$) are added to measured signal.</p>

Wzmacniacz niesymetryczny



Symbol wzmacniacza niesymetrycznego



Uproszczony schemat blokowy wzmacniacza niesymetrycznego

Podstawowe parametry wzmacniacza niesymetrycznego

1. Wzmocnienie napięciowe k_u

$$k_u = \frac{U_{wy}}{U_{we}}$$

2. Rezystancja wejściowa R_{we}

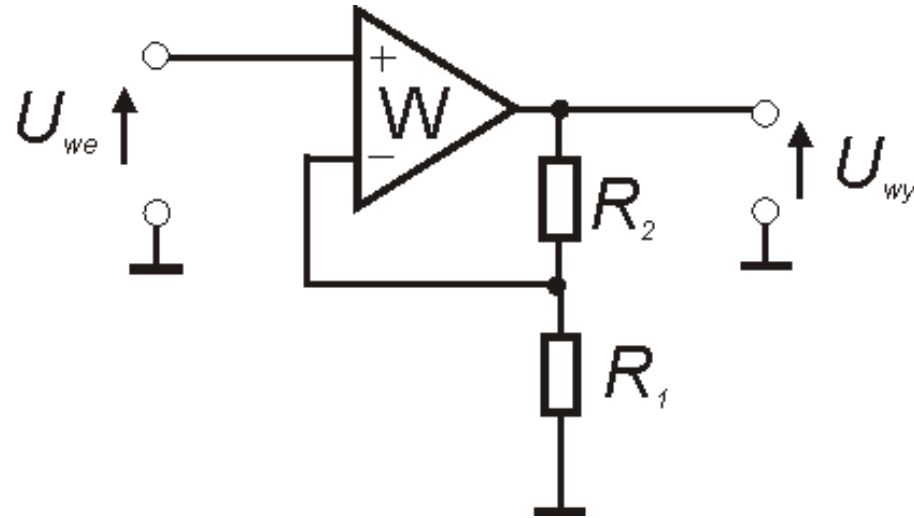
$$R_{we} = \frac{\Delta U_{we}}{\Delta I_{we}}$$

3. Rezystancja wyjściowa R_{wy}

$$R_{wy} = \frac{-\Delta U_{wy}}{\Delta I_{wy}}$$

4. Pasmo przenoszenia B_u (-3dB)

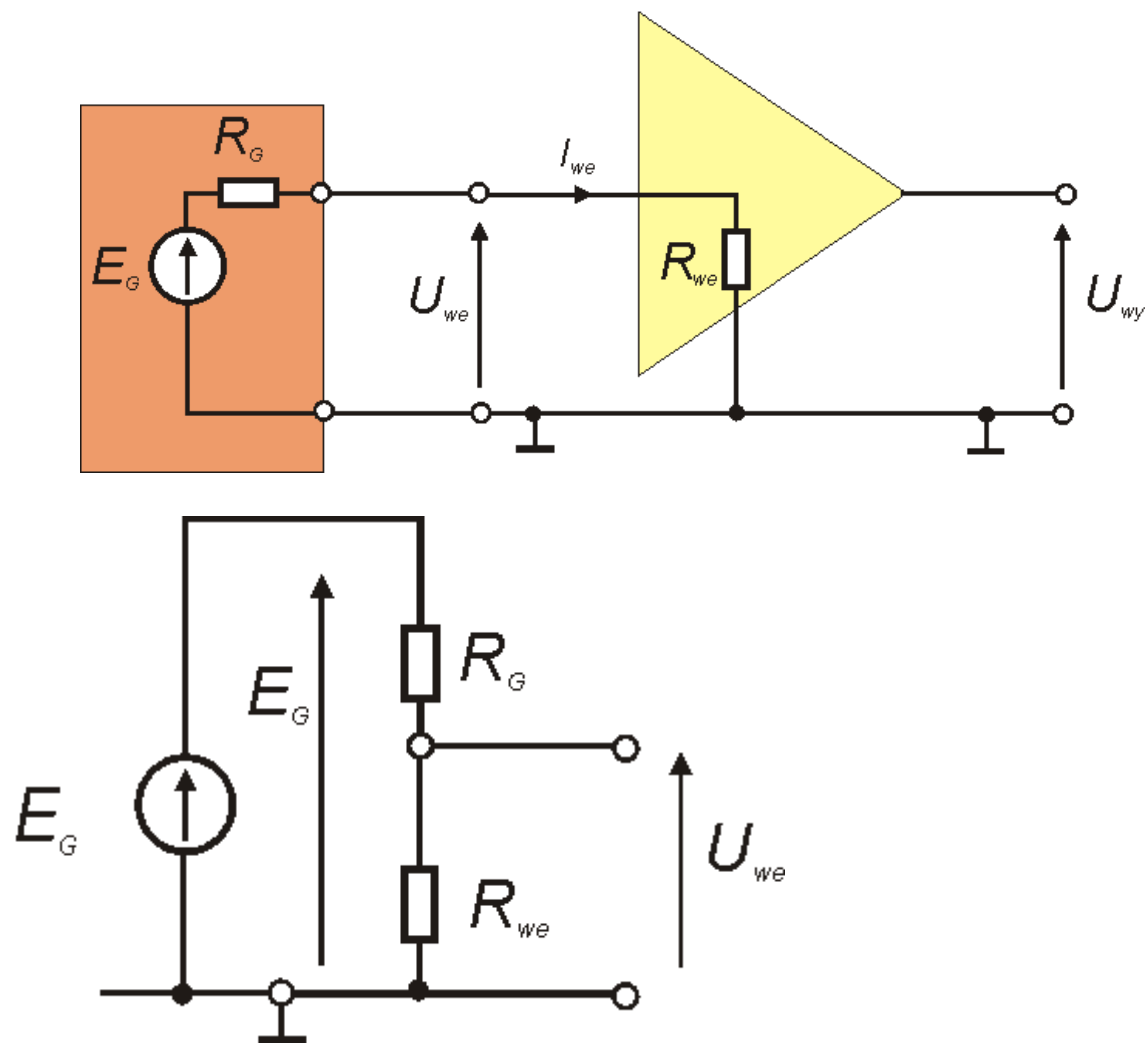
Realizacja wzmacniacza niesymetrycznego



Wzmocnienie napięciowe k_u :

$$k_u = \frac{U_{wy}}{U_{we}} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

Wpływ rezystancji wejściowej na błędy przetwarzania



Wpływ rezystancji wejściowej na błędy

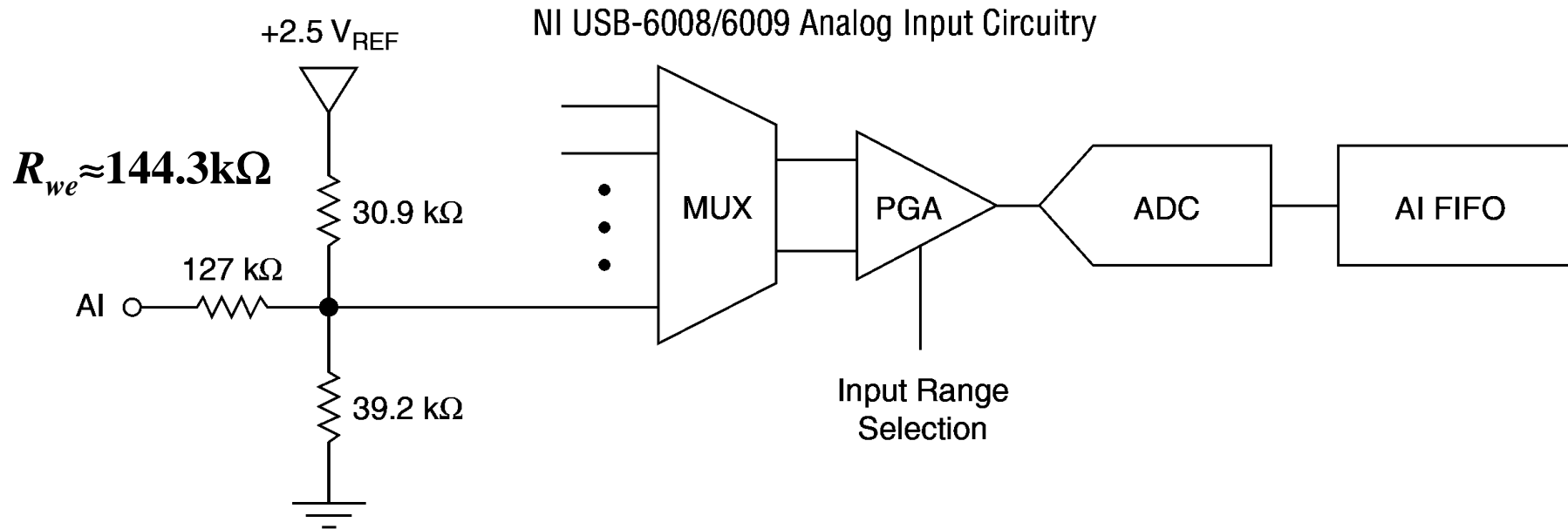
$$\frac{U_{we}}{E_G} = \frac{R_{we}}{R_{we} + R_G}$$

R_{we}/R_G	U/E	δU
1	1/2	50%
10	0,9	10%
100	0,99	1%
1000	0,999	0,1%

Dla przypomnienia:

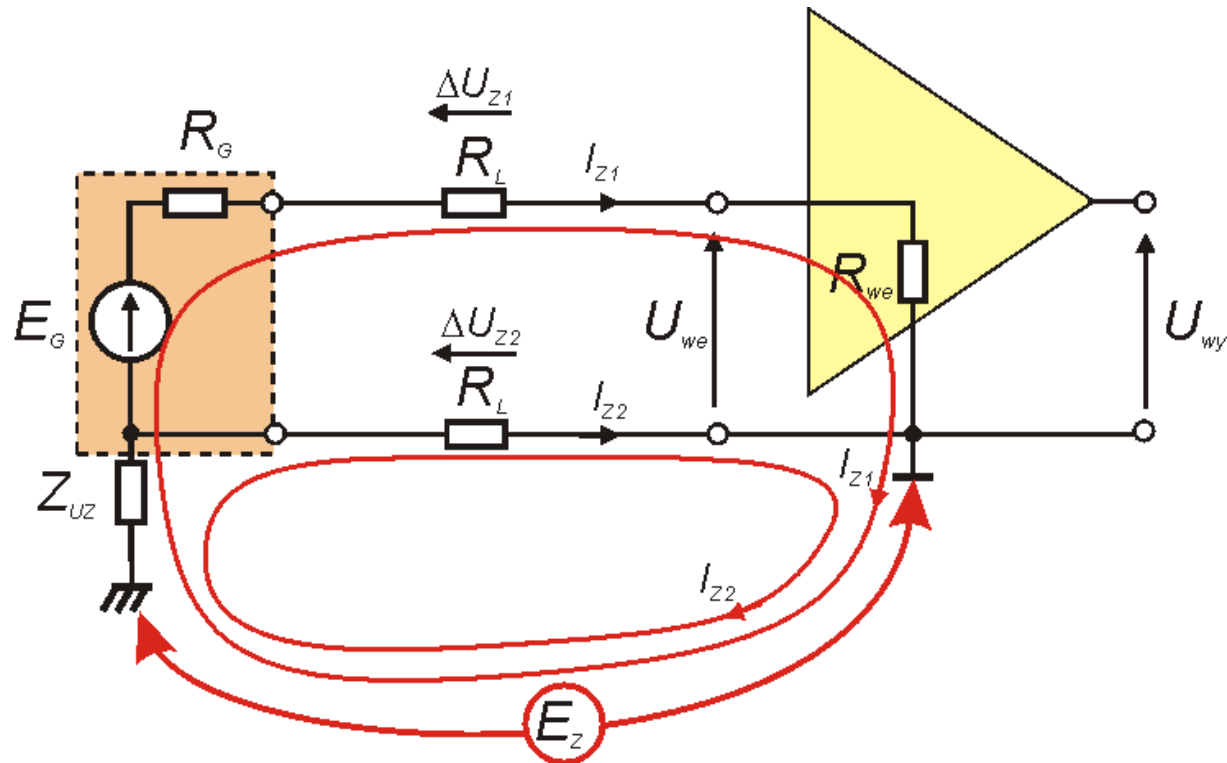
n	N	N w przybliżeniu	δ_{kw}
-	-	-	%
10	1 024	1×10^3	$\sim 0,1$

Przykład NI USB-6008/6009 – wejście analogowe



NI USB-6008/6009 analogowy tor wejściowy

Problemy – różne potencjały punktów masy

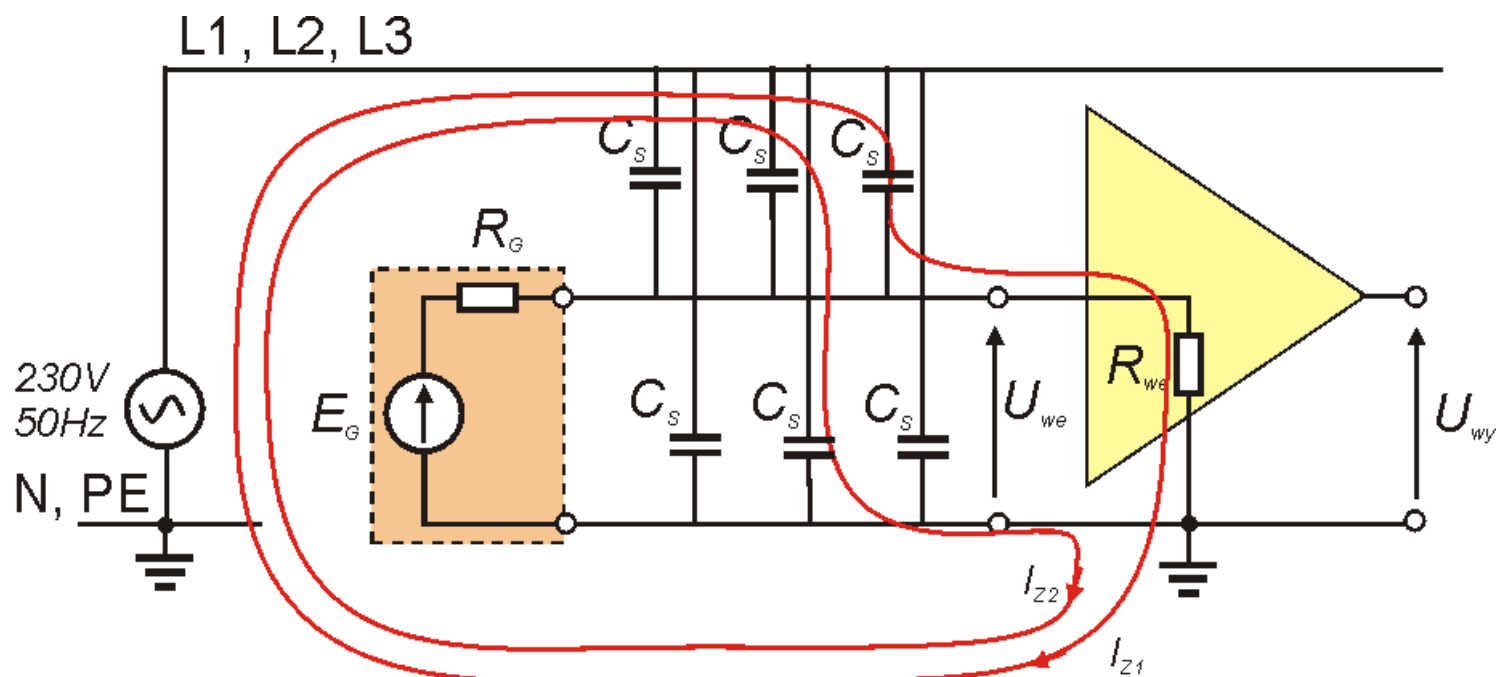


$$R_{we} \gg R_G, R_L \Rightarrow R_L + R_{we} + R_G \gg R_L$$

$$I_{Z2} \gg I_{Z1} \approx 0, I_{Z2} = E_Z / (R_L + Z_{UZ})$$

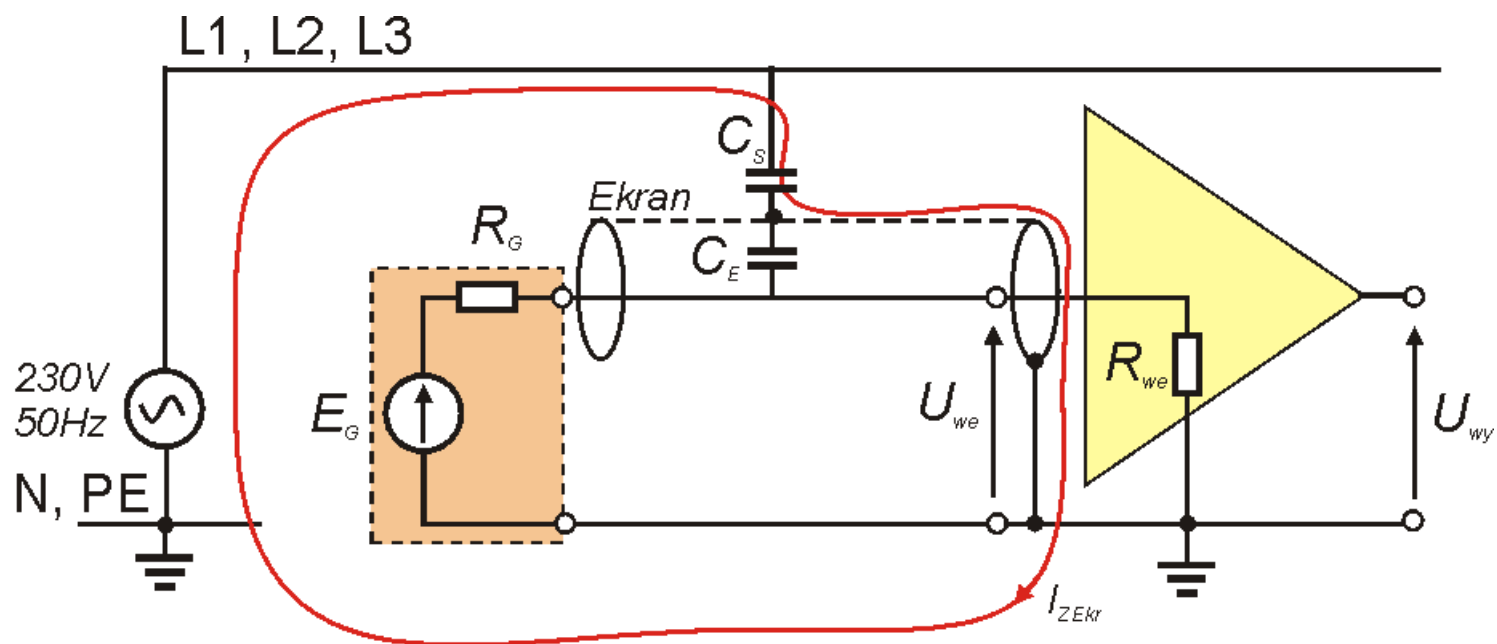
$$U_{we} \approx U_G + U_{Z2}$$

Problemy – sprzężenia pojemnościowe



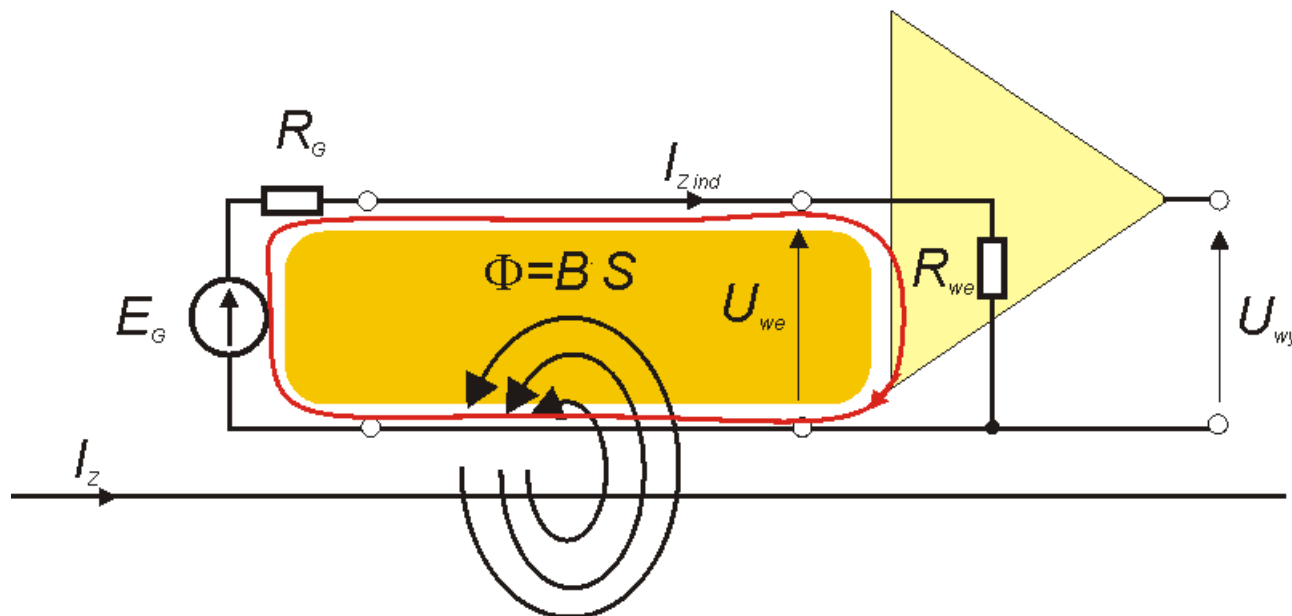
$$U_{we} \approx U_G + U_{Z2} = U_G - I_{Z1} \cdot R_{we}$$

Problemy – sprzężenia pojemnościowe - ekranowanie



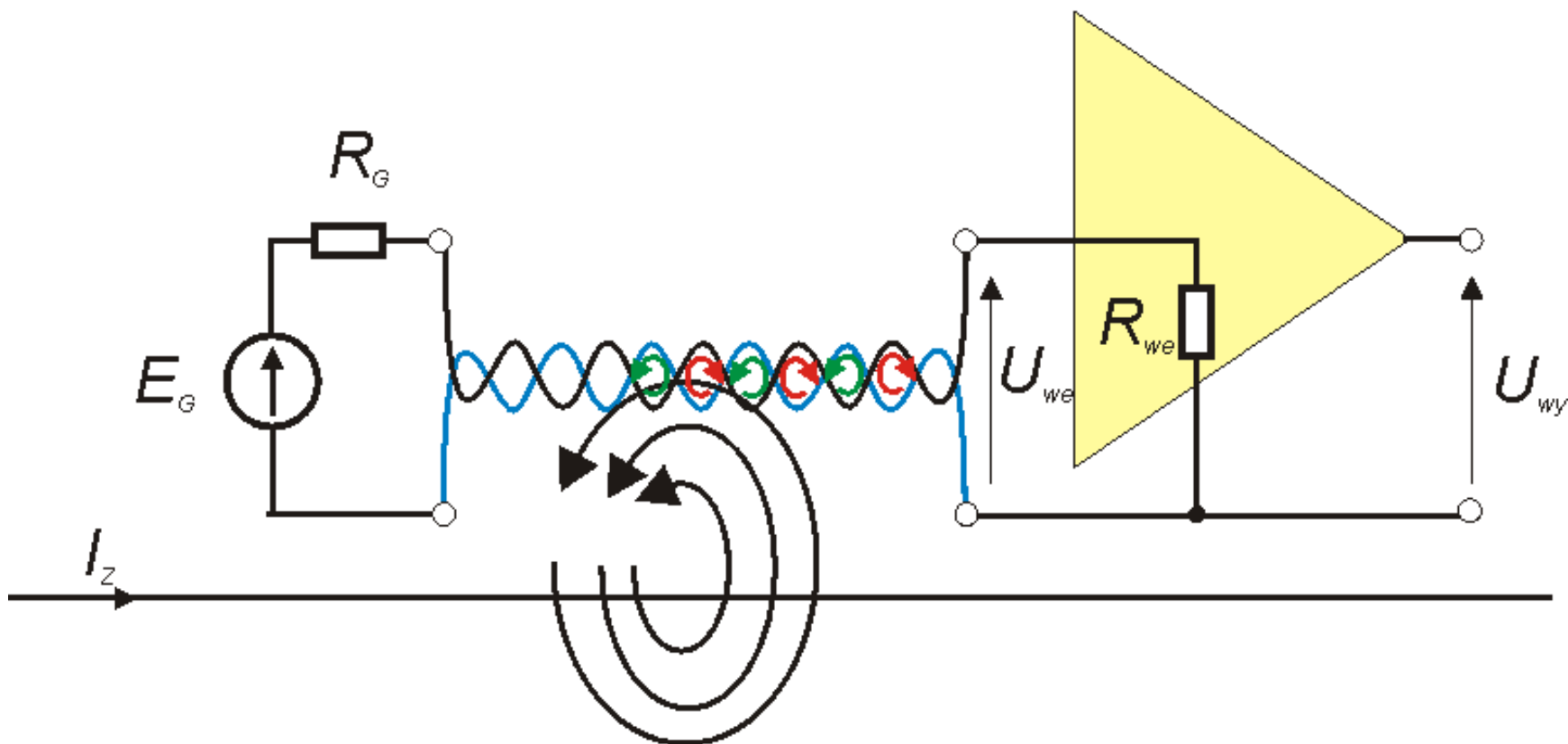
Uwaga! Ekran musi być uziemiony !

Problemy – sprzężenia indukcyjne



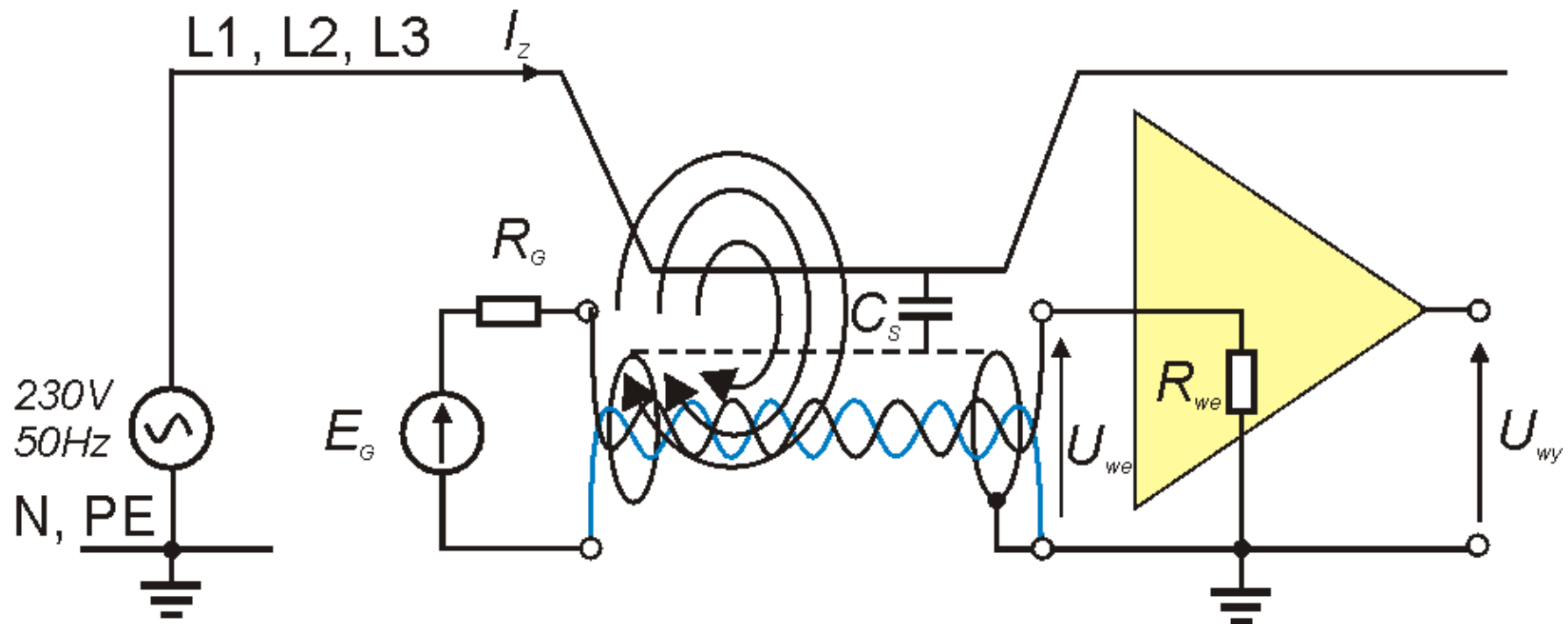
$$SEM_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\left(B \frac{dS}{dt} + S \frac{dB}{dt} \right)$$

Problemy – sprzężenia indukcyjne - skrętka



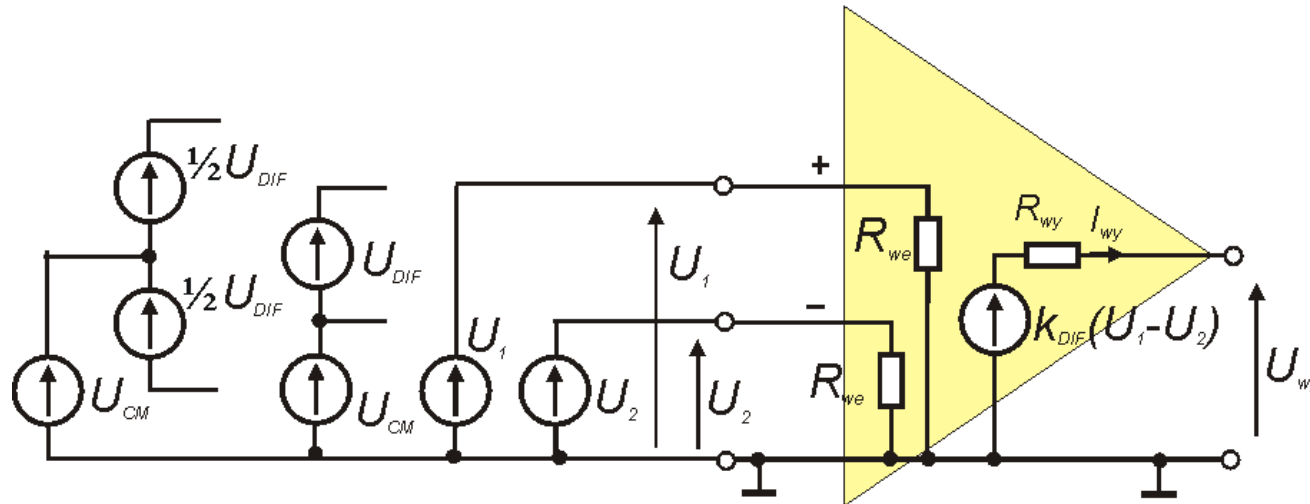
SEM indukowane w kolejnych oczkach skrętki **odejmują się!**

Problemy – ekran + skrętka



Zazwyczaj stosuje się oba środki jednocześnie –
ekranowana skrętka

Wzmacniacz symetryczny



$$U_{DIF} = U_1 - U_2 \quad U_{CM} = \frac{U_1 + U_2}{2}$$

Uproszczony schemat blokowy wzmacniacza symetrycznego

Wzmacniacz symetryczny - podstawowe parametry

1. Wzmocnienie napięciowe
sygnału różnicowego k_{DIF}
(*differential mode*)

$$k_{DIF} = \frac{U_{wy}}{U_{DIF}}, U_{CM} = 0$$

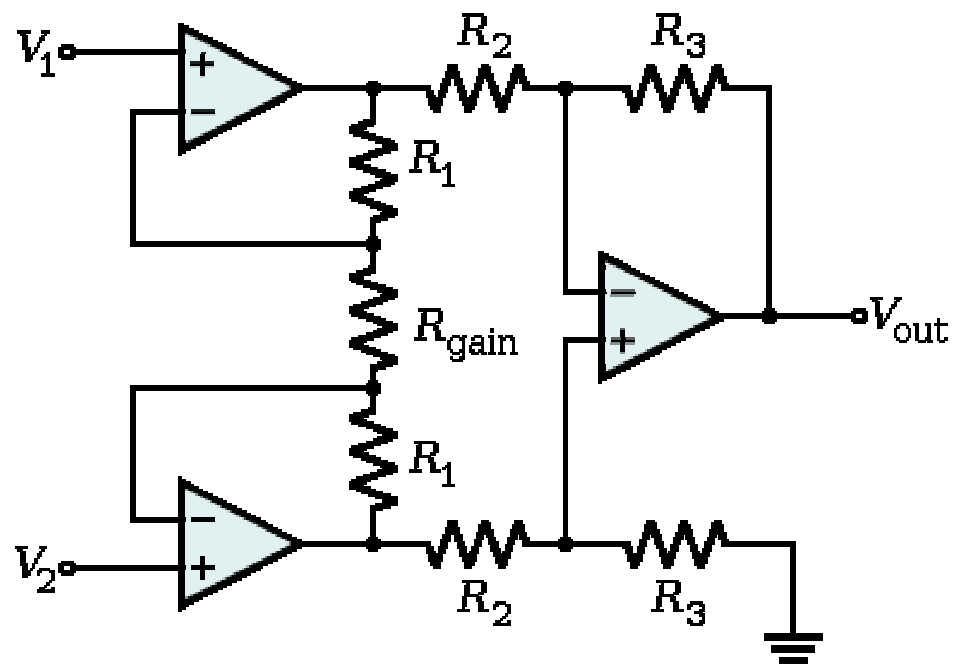
2. Wzmocnienie napięciowe
sygnału sumacyjnego k_{CM}
(*common mode*)

$$k_{CM} = \frac{U_{wy}}{U_{CM}}, U_{DIF} = 0$$

3. Współczynnik tłumienia
sygnału sumacyjnego CMMR
(*common mode rejection ratio*)

$$CMMR = 20 \log \frac{k_{DIF}}{k_{CM}}$$

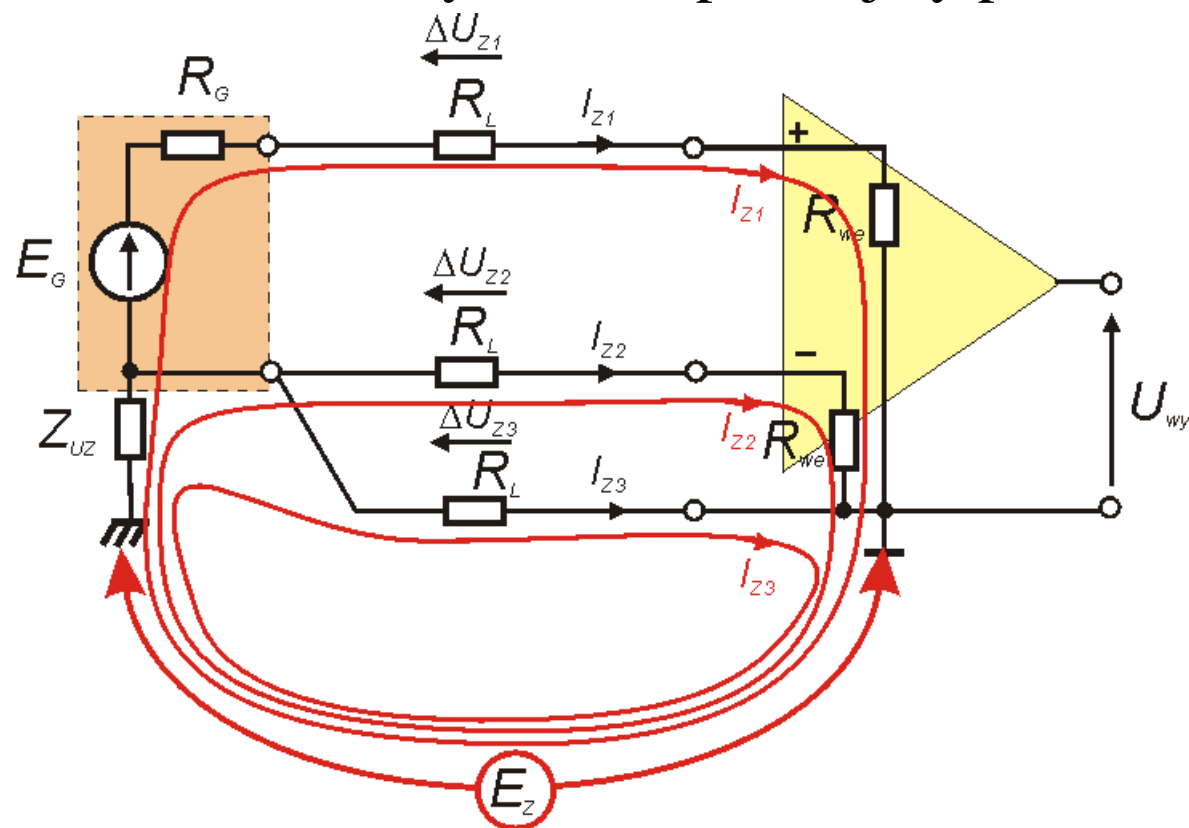
Wzmacniacz symetryczny - realizacja



$$\frac{V_{out}}{V_2 - V_1} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_{gain}}\right) \frac{R_3}{R_2}$$

Typowy schemat wzmacniacza symetrycznego

Wzmacniacz różnicowy – różne potencjały punktów masy

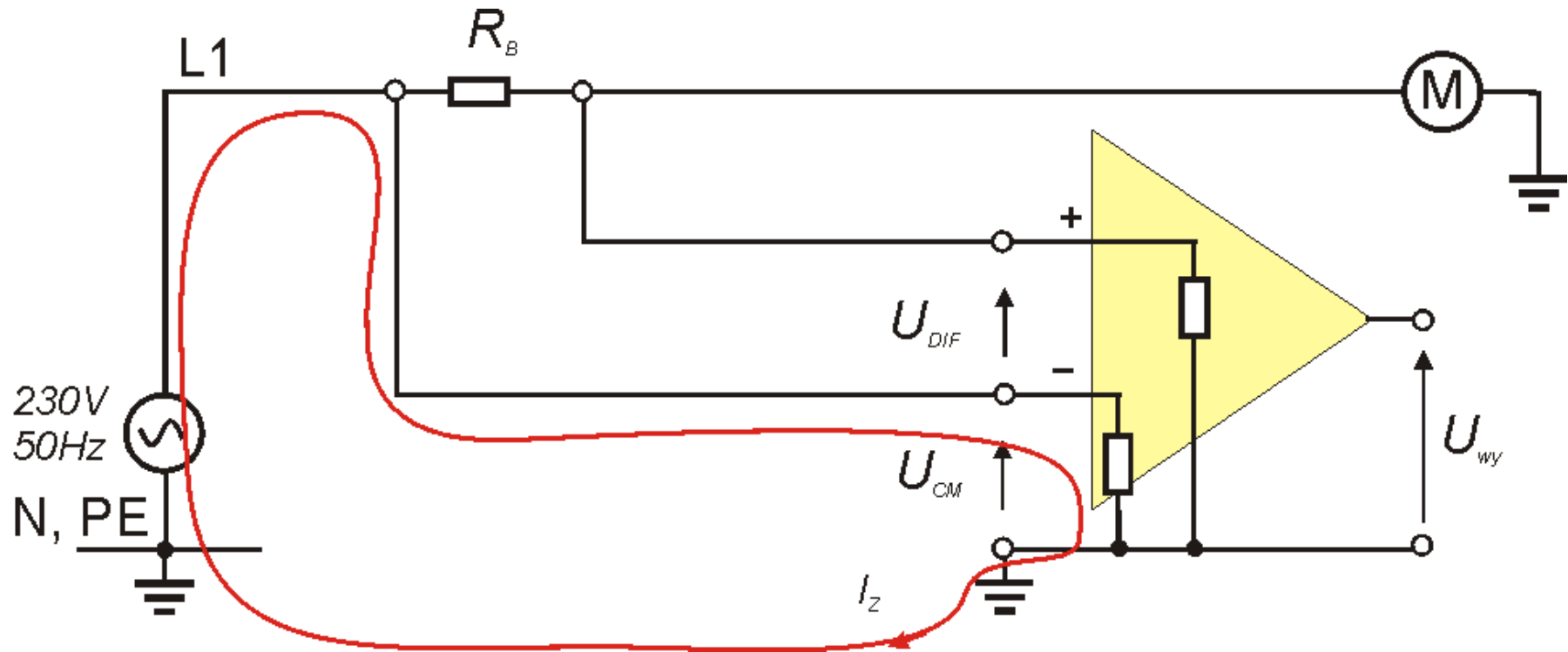


$$R_{we} \gg R_G, R_L \Rightarrow R_L + R_{we} + R_G \gg R_L$$

$$I_{Z3} \gg I_{Z1} = I_{Z2} \approx 0, I_{Z3} = E_Z / (R_L + Z_{UZ})$$

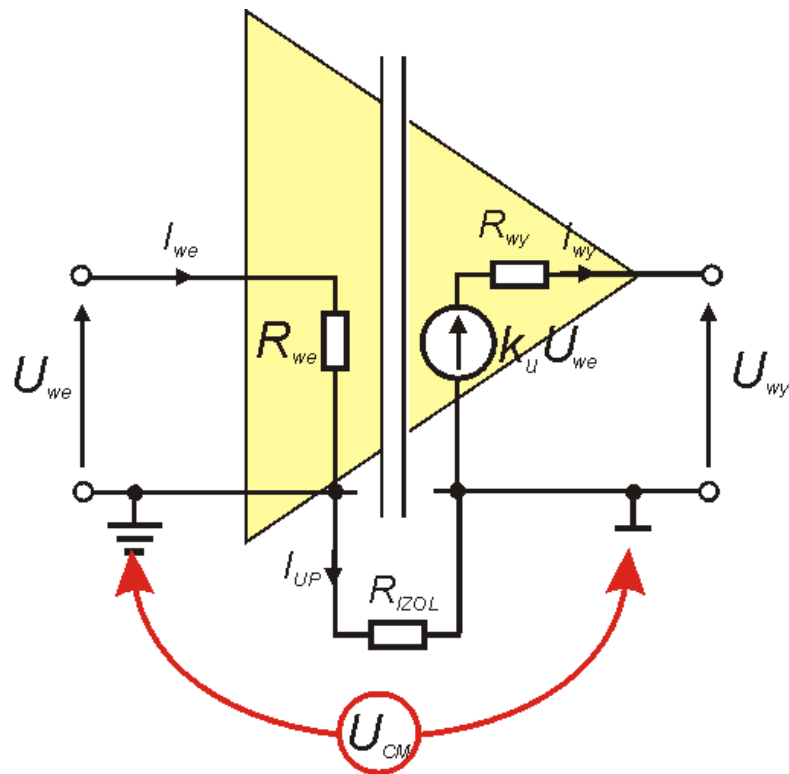
$$\Delta U_{Z3} \gg \Delta U_{Z1} = \Delta U_{Z2} \approx 0, \Rightarrow U_{DIF} = U_G + \Delta U_{Z2} - \Delta U_{Z1} = U_G$$

Problem – bardzo duża składowa sumacyjna U_{CM}



Składowa sumacyjna wielokrotnie przekracza dopuszczalną wartość – wzmacniacz ulega zniszczeniu

Wzmacniacz izolacyjny



Uproszczony schemat blokowy wzmacniacza niesymetrycznego

Podstawowe parametry wzmacniacza izolacyjnego

1. Rezystancja izolacji $R_{IZOL}=10^6 \dots 10^9 \Omega$

2. Maksymalne napięcie sumacyjne $U_{CM}=250V \dots 5kV$

3. Prąd upływu $I_{UP}= 10^{-5} \dots 10^{-6} A$

Podsumowanie

1. W technice pomiarowej stosuje się różnego rodzaju wzmacniacze: niesymetryczne (*single ended*), symetryczne (różnicowe, pomiarowe, instrumentalne, *differential input, instrumentation amplifier*) oraz izolacyjne (*isolation amplifier*).
2. Do najważniejszych parametrów wzmacniaczy stosowanych w pomiarach należą: wzmocnienie napięciowe, rezystancje wejściowa i wyjściowa, pasmo przenoszenia. Dla wzmacniaczy różnicowych istotnym parametrem jest także współczynnik tłumienia sygnału wspólnego (CMRR, *Common-Mode Rejection Ratio*).
3. Źródłem błędów w układzie pomiarowym ze wzmacniaczem może być: zbyt mała rezystancja wejściowa, zbyt duża rezystancja wyjściowa (rzadko), różne potencjały punktów masy w układzie, sprzężenia pojemnościowe i indukcyjne z siecią energetyczną 50Hz, duży poziom sygnału wspólnego.
4. Większość problemów można uniknąć stosując wzmacniacze różnicowe lub izolacyjne, ekranowanie układów i przewodów, skrętki przewodów oraz odpowiednio uziemiając układ.

