

PRELEKCJE NAUKOWE W K11

Grzegorz Wasilewski 2024-06-18

STEROWANIE PRĄDOWE CEWEK

stanowisk z oddziaływaniami elektromagnetycznymi

I. STEROWANIE ANALOGOWE ZE WZMACNIACZEM MOCY OPA541 AP

1.1) *Wzmacniacz OPA541 AP i jego parametry.*

1.2) ***Schemat pracy*** wzmacniacza jako źródła prądowego sterowanego napięciem.

1.3) ***Praktyczna realizacja*** wzmacniacza dla prądów o ***amplitudach do 5A.***

II. STEROWANIE CYFROWE Z ZASILACZEM KORAD KKG I PRZEKAŹNIKAMI

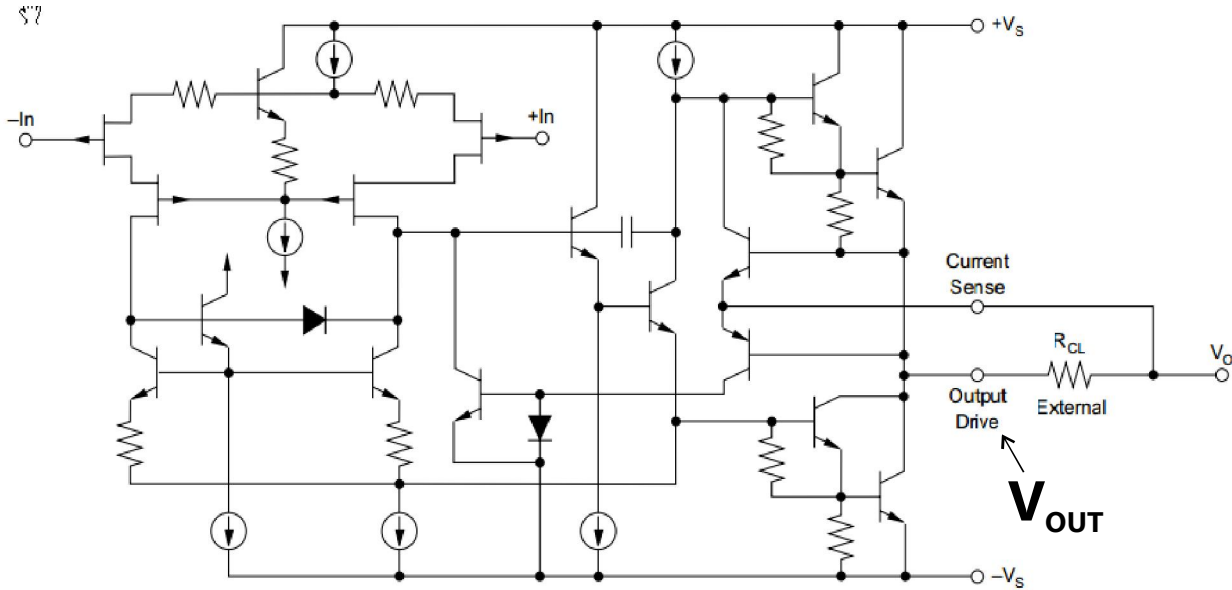
2.1) *Schemat realizacji sterowania w LabVIEW.*

2.2) *Stanowiska Laboratorium Mechatroniki do sterowania prądowego cewek.*

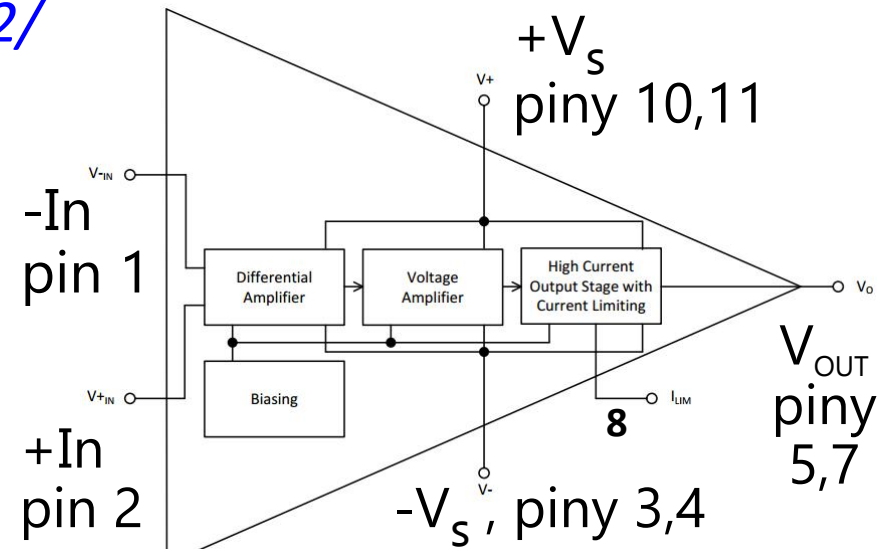
2.3) *Problemy w realizacji sterowania cyfrowego.*

III. LITERATURA CYTOWANA W PREZENTACJI

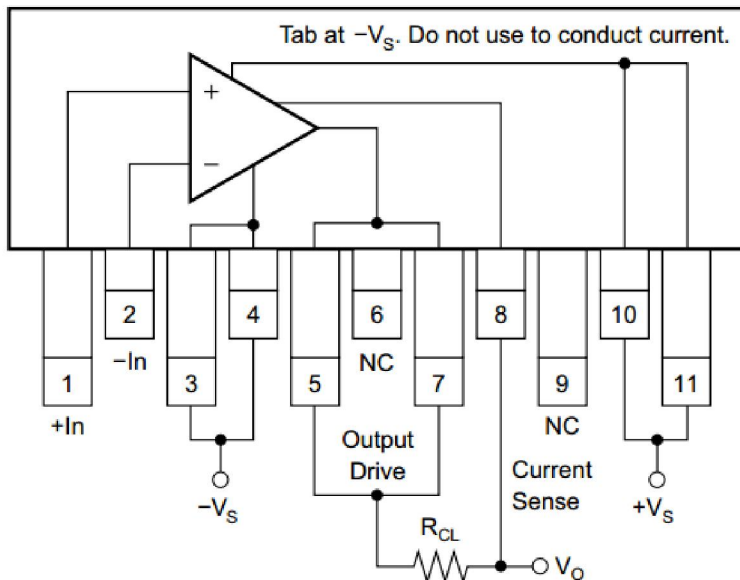
1.1) Wzmacniacz OPA541 AP i jego parametry /1z2/



Rys.1 Schemat **ideowy** ([1], str. 1).

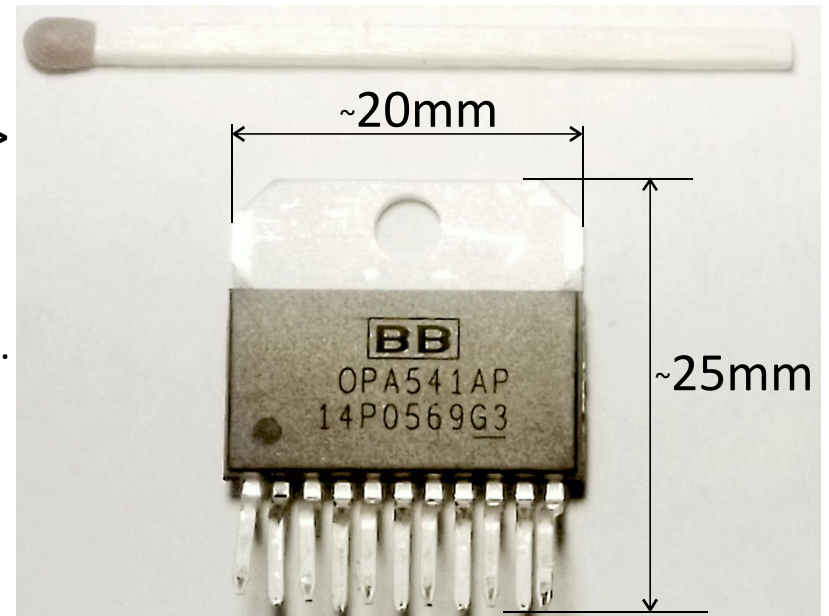


Rys.2. Schemat **blokowy** z numerami wyprowadzeń ([1], str. 8).



<- Rys.3. Schemat **obudowy** wzmacniacza z oznaczeniami wyprowadzeń. ([1], str. 3).

Rys.4. **Widok** wzmacniacza -> z wymiarami (egzemplarz produkowany przez firmę BURR-BROWN).



[1] "OPA541 High Power Monolithic Operational Amplifier". Specyfikacja techniczna wg Texas Instruments, 2016-01, Dallas, USA.

1.1) Wzmacniacz OPA541 AP i jego parametry /2z2/

Podstawowe parametry:

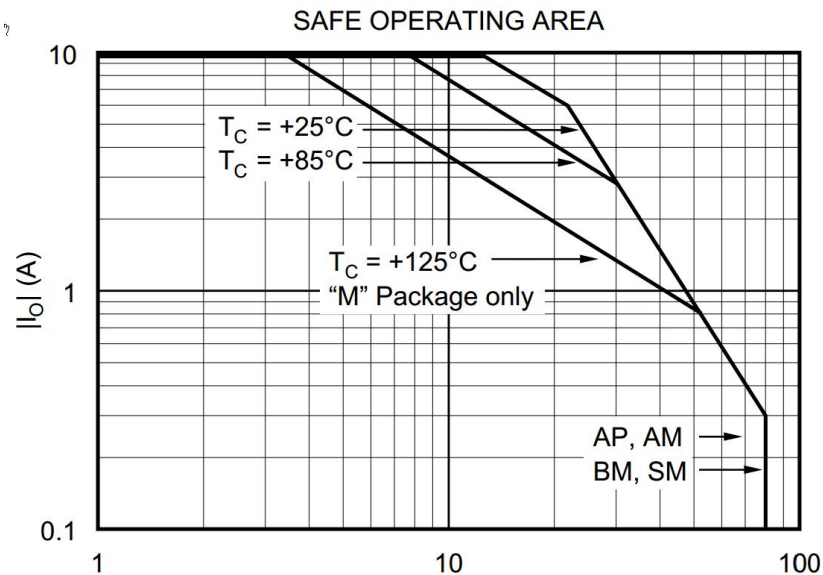
Napięcie zasilania (+V_S ÷ -V_S) - **±35V (±40V dla SM)**

Temperatura pracy - **85 °C (125 °C dla SM)**

WYJŚCIE:

		MIN	TYP	V _x ↓
Wahania napięcia [V]	I _O = 5A, Continuous	±(V _S - 5.5)	±(V _S - 4.5)	
	I _O = 2A	±(V _S - 4.5)	±(V _S - 3.6)	
	I _O = 0.5A	±(V _S - 4)	±(V _S - 3.2)	
Prąd szczytowy [A]		9	10	

Szybkość narastania napięcia 10V/μs, szer. pasma 1.6MHz

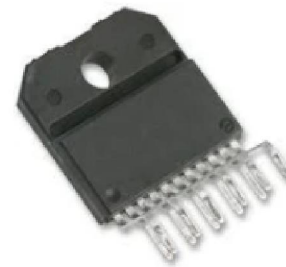


Rys.5. Prąd wyjściowy

-obszar pracy w funkcji różnicy napięć |V_S-V_{out}| ([1], str. 10).

Przykład wyliczenia koniecznego napięcia zasilania V_S dla prądu I=5A i cewek R=2.1 Ω:
 -> dla zimnej cewki |V_S|=I*R+4.5=5*2.1+4.5=15V
 -> dla gorącej cewki (R_g≈1.4*R)
 |V_S|=I*R_g+4.5=5*2.1*1.4+4.5=19.2V.
 -> Dla gorącej cewki R=10Ω i prądu 1A(R_g≈1.4*R)
 |V_S|=I*R_g+4.5=1*10*1.4+3.3=17.3V*
 *)przy założeniu V_x=3.3V dla 1A

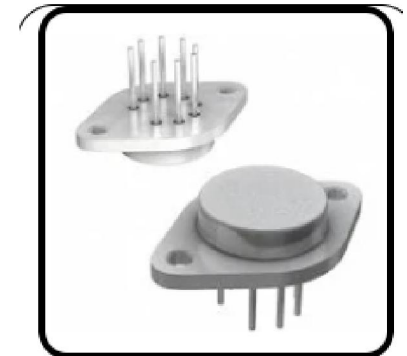
Wersja OPA541 AP
w obudowie TO-220
/ok.117zł 2024-06/



OPA541AP Texas Instruments Układ scalony: THT, 9A
116,69 zł

Eltron

Wersja OPA541 SM
w obudowie TO-3
/ok.901zł 2024-06/



Texas Instruments OPA541SM Moc Wzmacniacze 1...

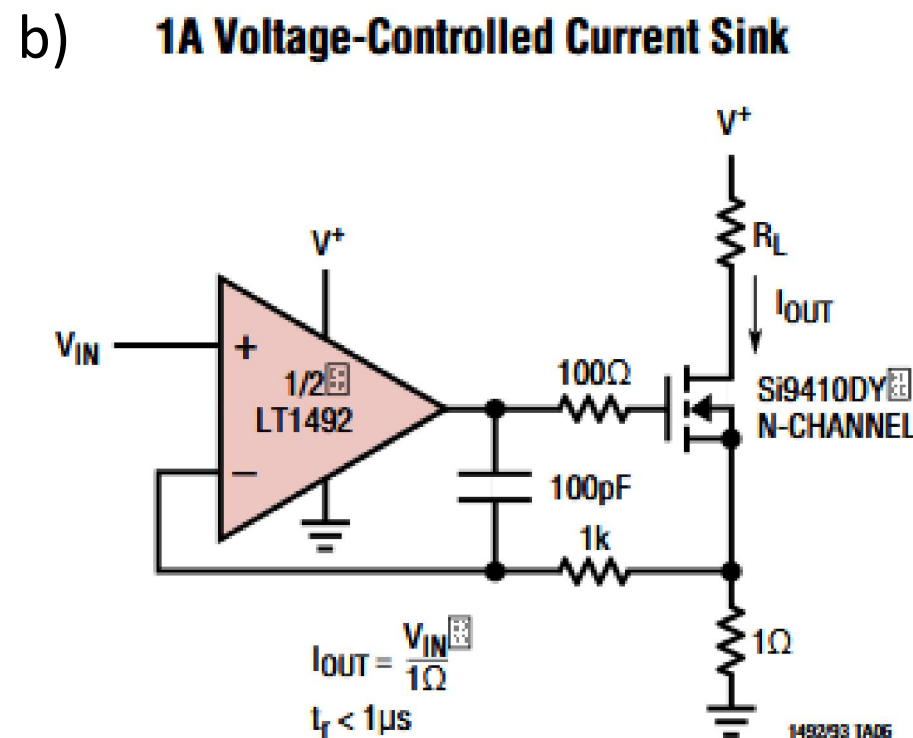
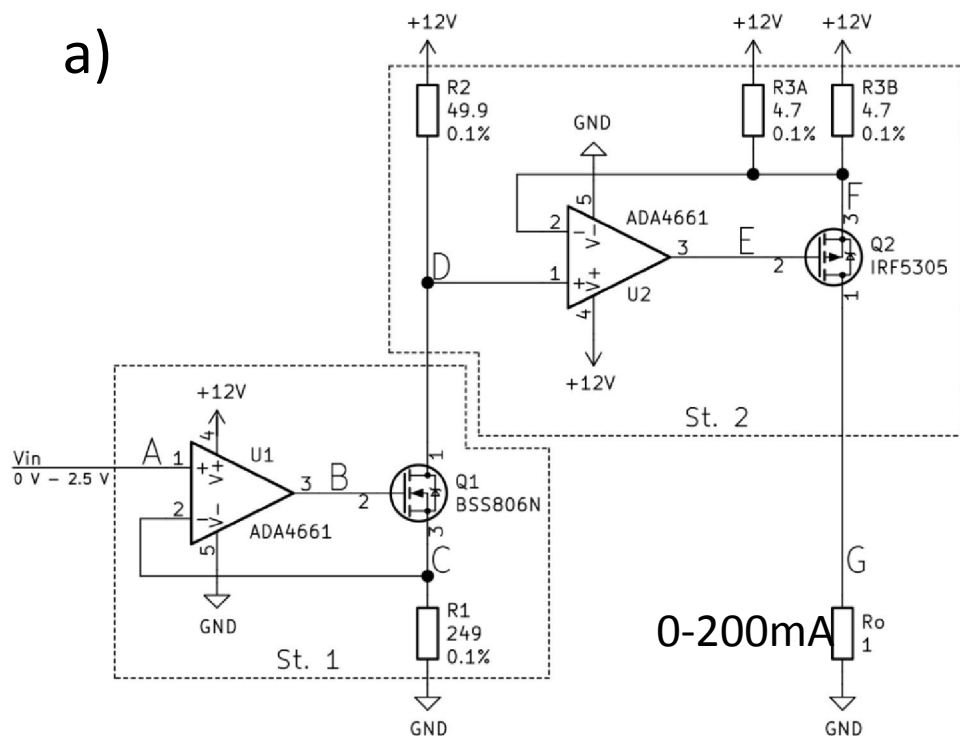
901,31 zł

DigiKey Poland

Rys.6. Orientacyjne ceny w wersjach AP i SM.

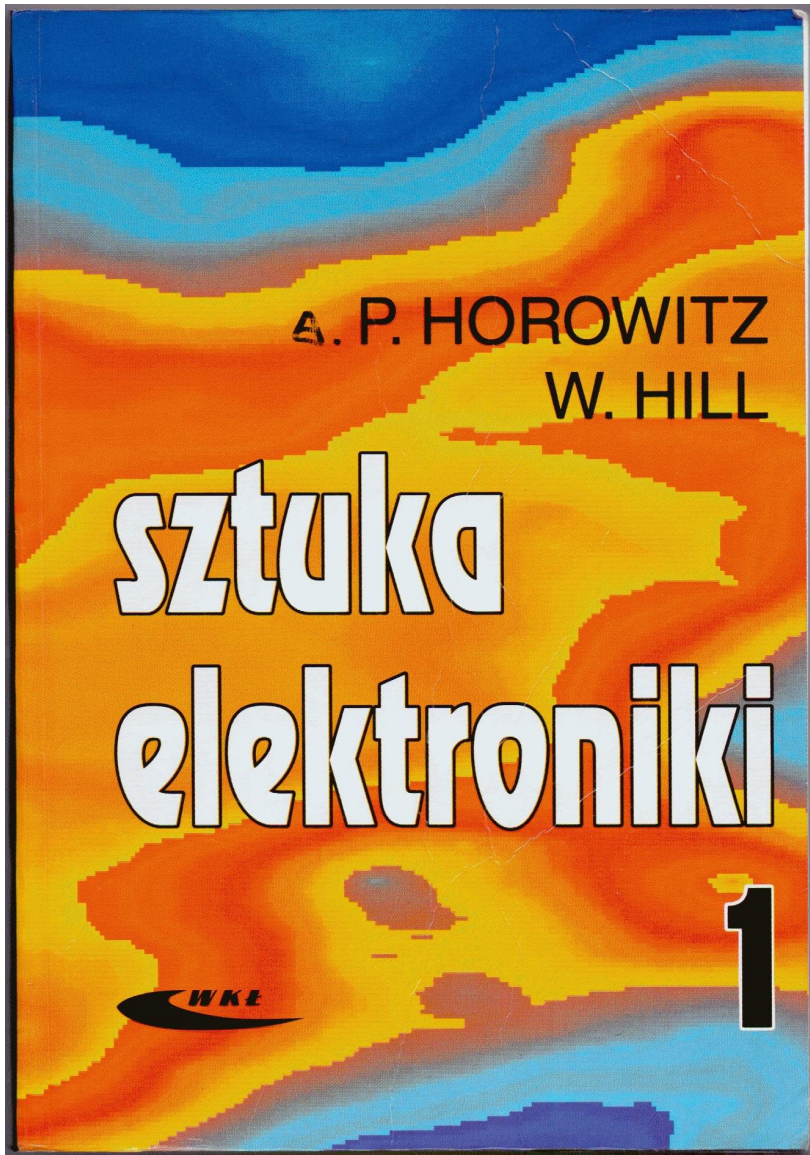
[1] "OPA541 High Power Monolithic Operational Amplifier".
Specyfikacja techniczna wg Texas Instruments, 2016-01, Dallas, USA.

1.2) Schemat pracy wzmacniacza jako źródła prądowego sterowanego napięciem /1z4/



Rys.7. Przykładowe schematy źródeł prądowych z internetu;
w większości zawierały co najmniej jeden dodatkowy tranzystor wyjściowy
albo miały zbyt małe prądy wyjściowe, np. 200mA jak w przypadku a).

1.2) Schemat pracy wzmacniacza jako źródła prądowego sterowanego napięciem /2z4/

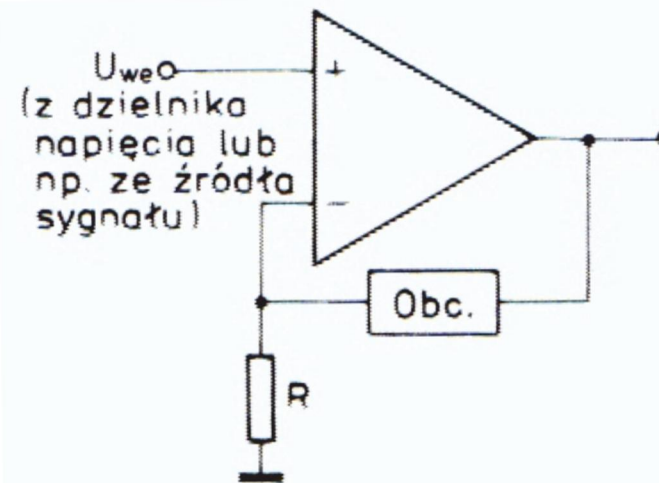


Rys.7 Okładka pozycji [2].

[2] P. Horowitz, W. Hill "Sztuka elektroniki", część 1. WKŁ, Warszawa, 1996r.

4.07. Źródła prądowe

Na rysunku 4.9 przedstawiono układ źródła prądowego o parametrach zbliżonych do para-

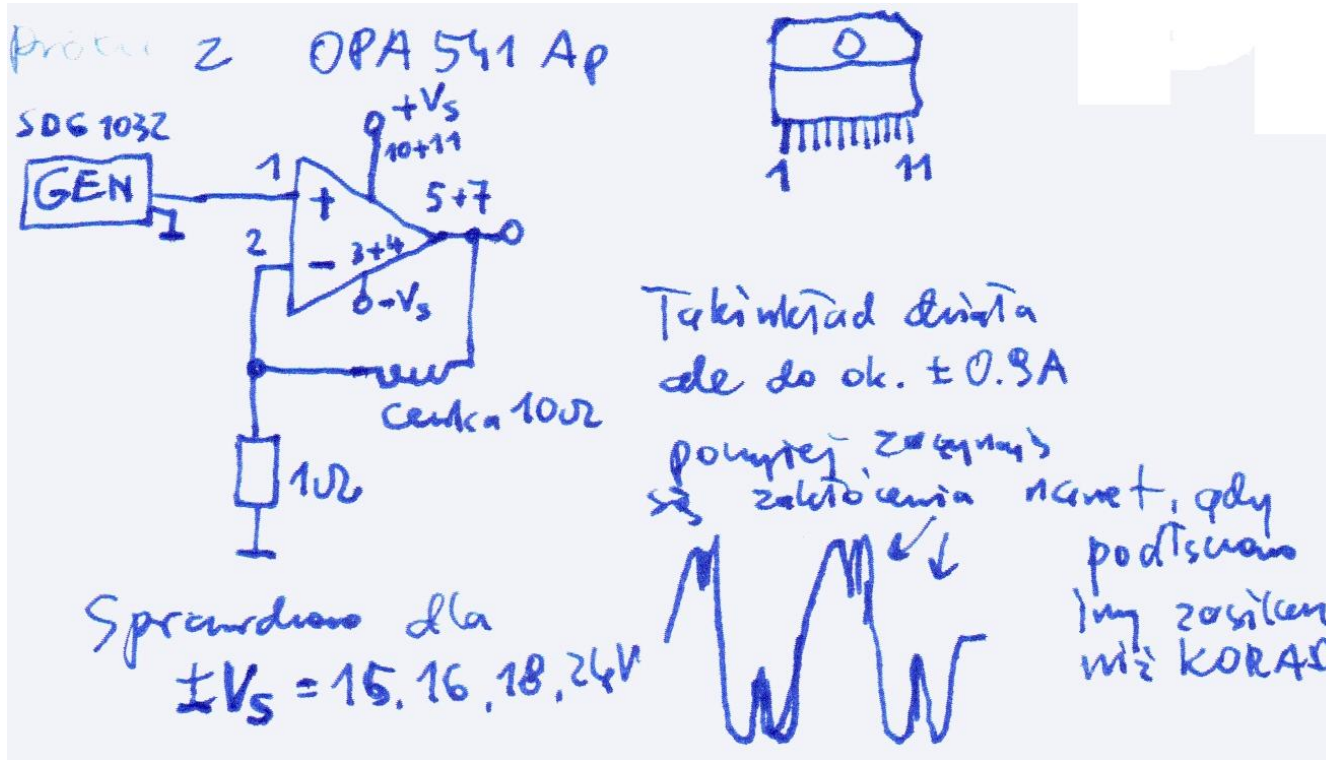


Rysunek 4.9.

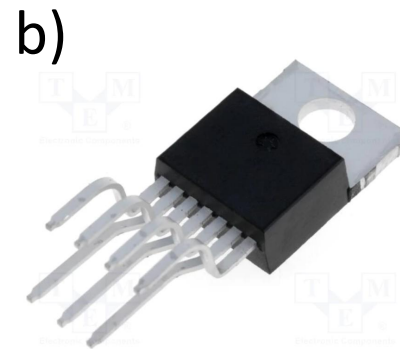
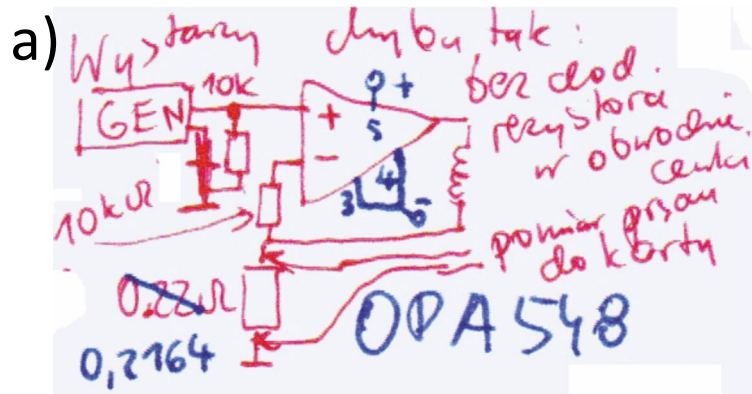
metrów idealnego źródła prądowego, bez przesunięcia napięcia wyjściowego o napięcie U_{BE} , charakterystycznego dla tranzystorowego źródła prądowego. Ujemne sprzężenie zwrotne wymusza na wejściu odwracającym wzmacniacza napięcie równe napięciu U_{we} , co oznacza, że przez obciążenie płynie prąd $I = U_{we}/R$. Główn-

Rys.8 Prosty układ źródła prądowego wg rys 4.9 pozycji [2] ze str. 191.

1.2) Schemat pracy wzmacniacza jako źródła prądowego sterowanego napięciem /3z4/

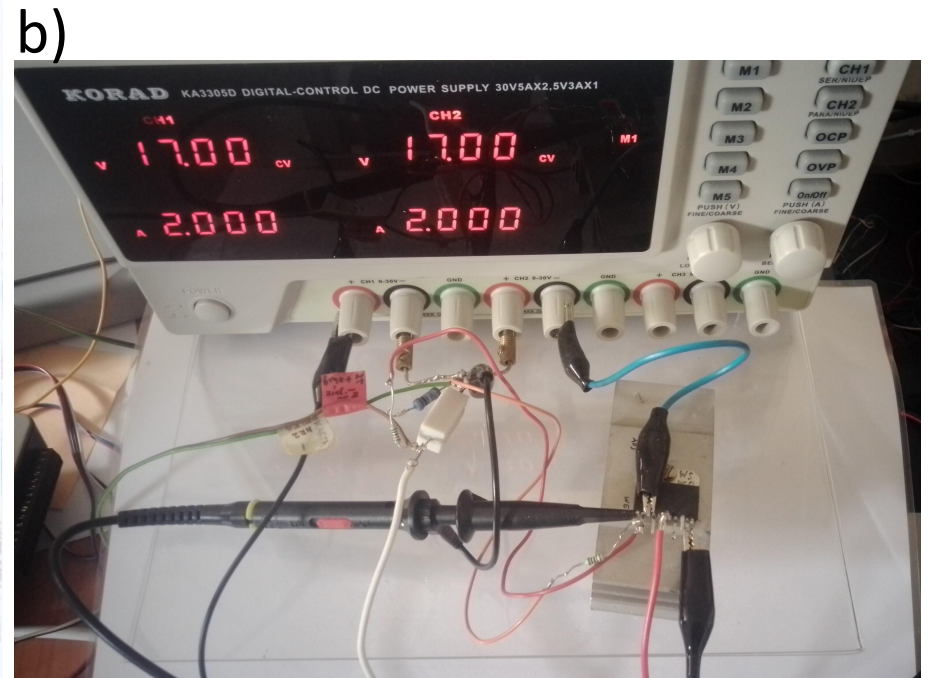
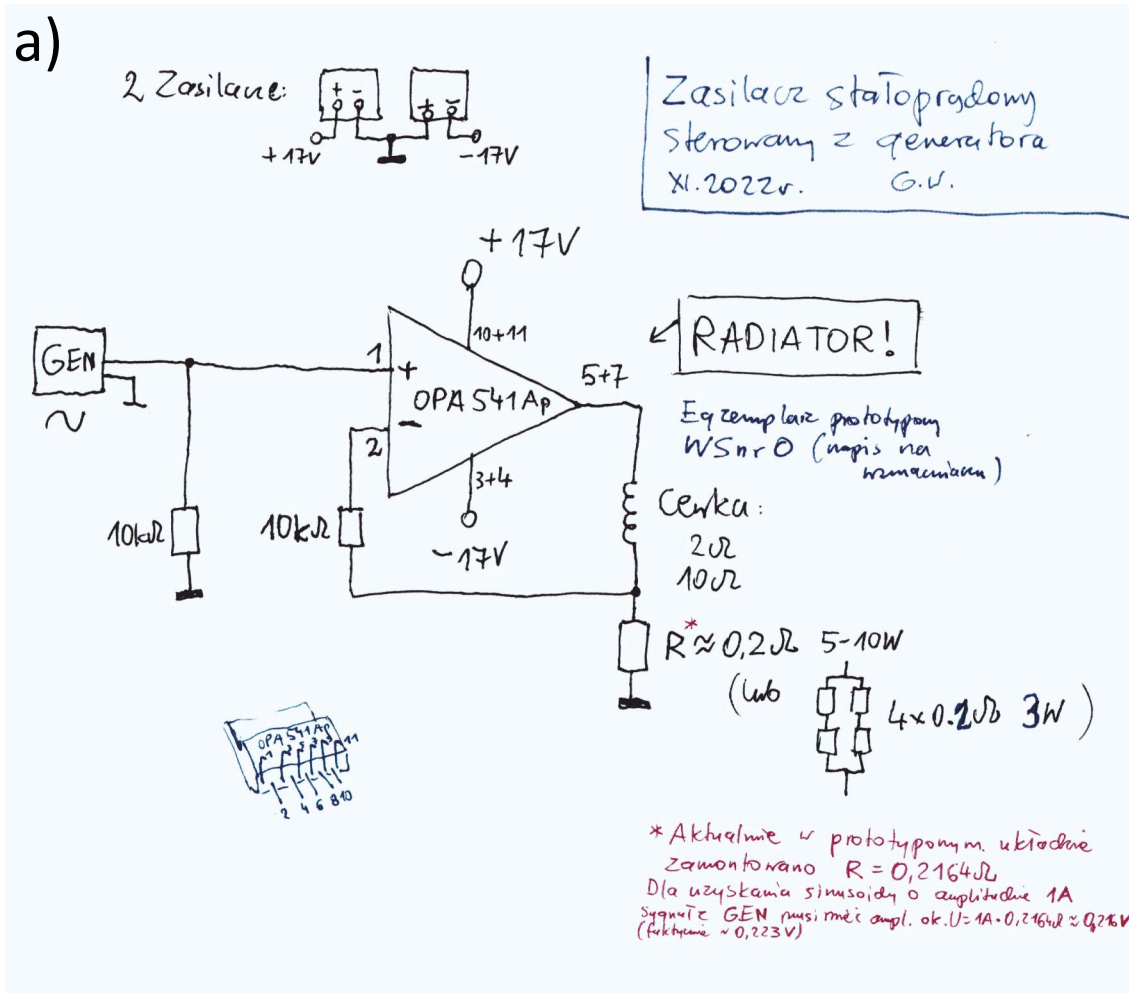


Rys.9. Pierwsza próba prostego układu wzmacniacza z OPA 541 AP. Wykazywał zakłócenia dla prądów powyżej 0.9A; zakłócenia spowodowane były brakiem rezystorów 10kΩ widocznych na schemacie z rys. 10.



Rys.10. a) Kolejna próba z poprawnie działającym schematem układu z dodanymi rezystorami 10kΩ, zrealizowany na wzmacniaczu OPA 548T; dopuszczalny prąd wzm. wynosi tylko 3A; przy prądach $>1A$ nie działał jednak tak dobrze jak OPA541AP (wg schematu z tego rysunku) i wykazywał zakłócenia. b) obudowa układu OPA548T (wymiary ok. 10 x 30mm)

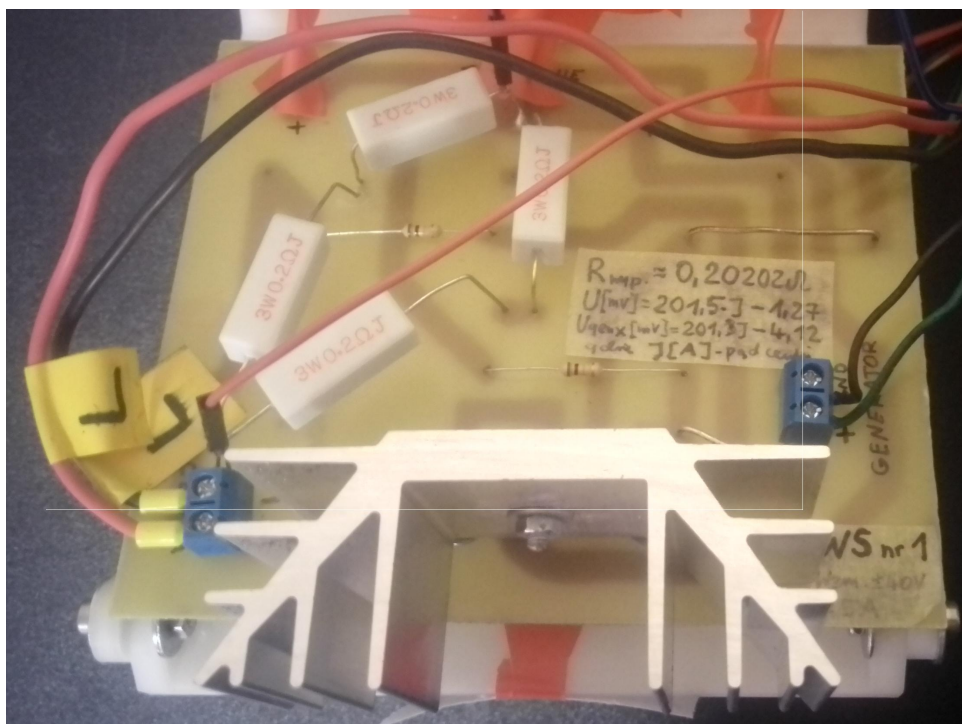
1.2) Schemat pracy wzmacniacza jako źródła prądowego sterowanego napięciem /4z4/



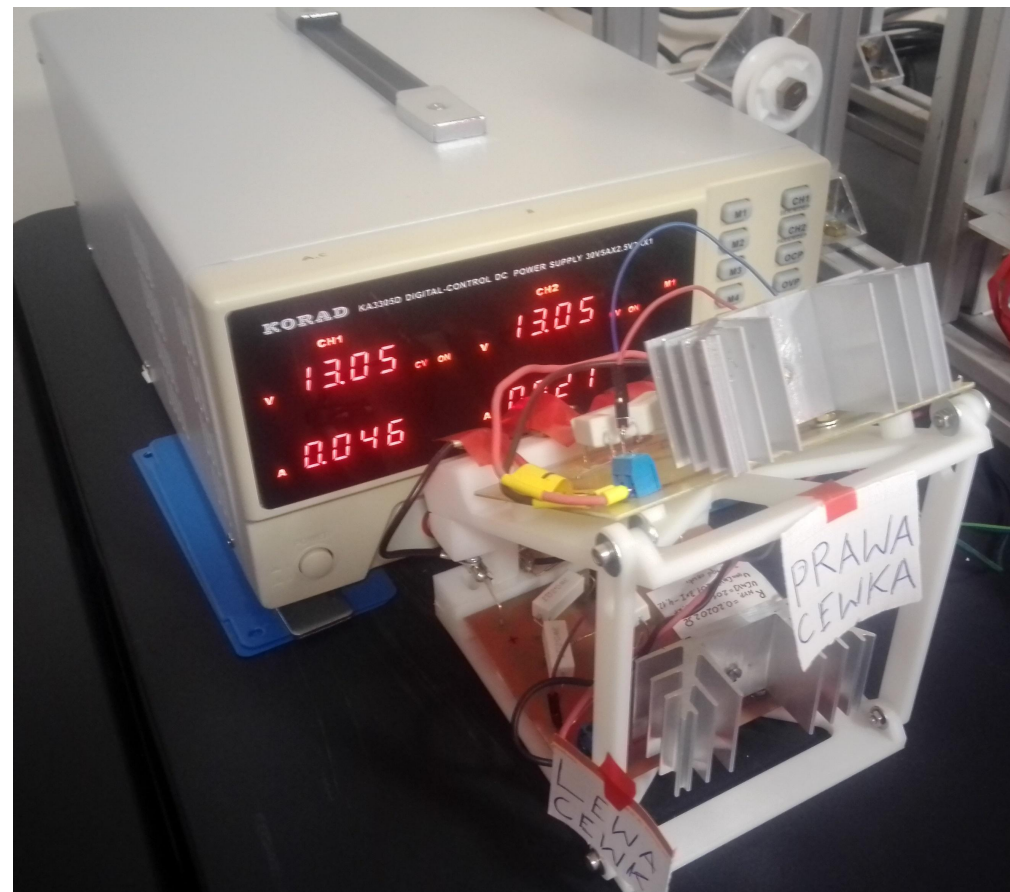
Rys.11. a) Docelowy, poprawnie działający układ wzmacniacza jako źródła prądowego ze wzmacniaczem OPA541AP. Sprawdzone poprawność działania, bez zakłóceń dla prądów 1A z cewką 10Ω i 5A z cewką 2Ω.
b) widok zmontowanego układu, zasilanego podwójnym zasilaczem KORAD KA3305D (niesterowalny).

1.3) Praktyczna realizacja wzmacniacza dla prądów o amplitudach do 5A

a)



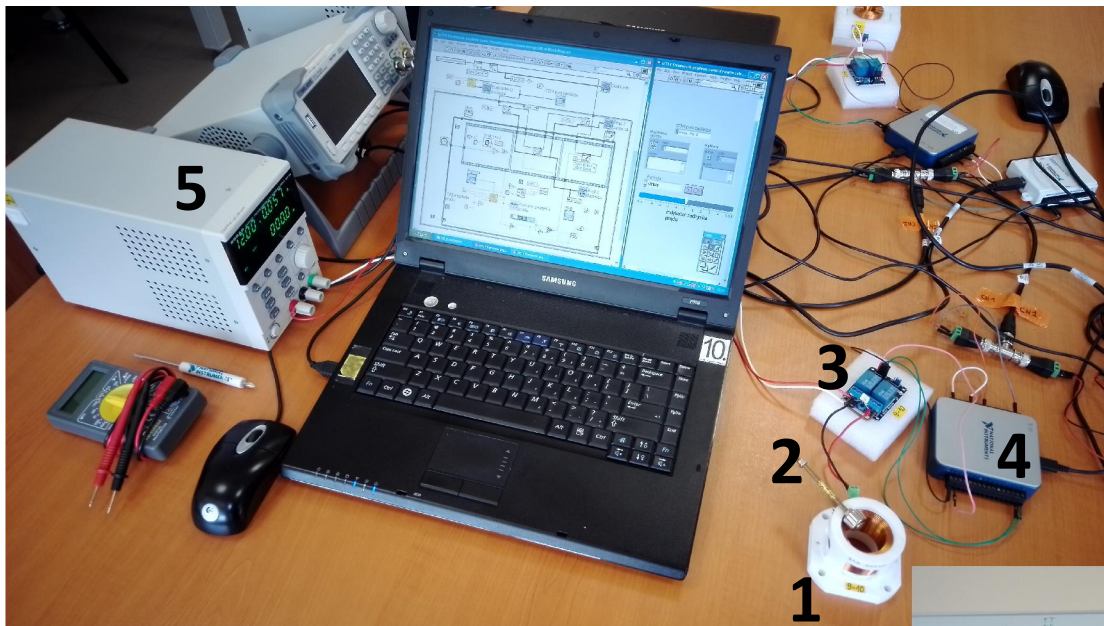
b)



Rys. 12. Praktyczna realizacja sprawdzonego wzmacniacza wg rys.11, zaprojektowana i wykonana do swojego stanowiska przez dr inż. Krystiana Polczyńskiego (zdjęcia użyte do prezentacji za zgodą K. Polczyńskiego).

II. STEROWANIE CYFROWE Z ZASILACZEM KORAD KKG I PRZEKAŹNIKAMI

2.2) Stanowiska Laboratorium Mechatroniki do sterowania prądowym cewek.



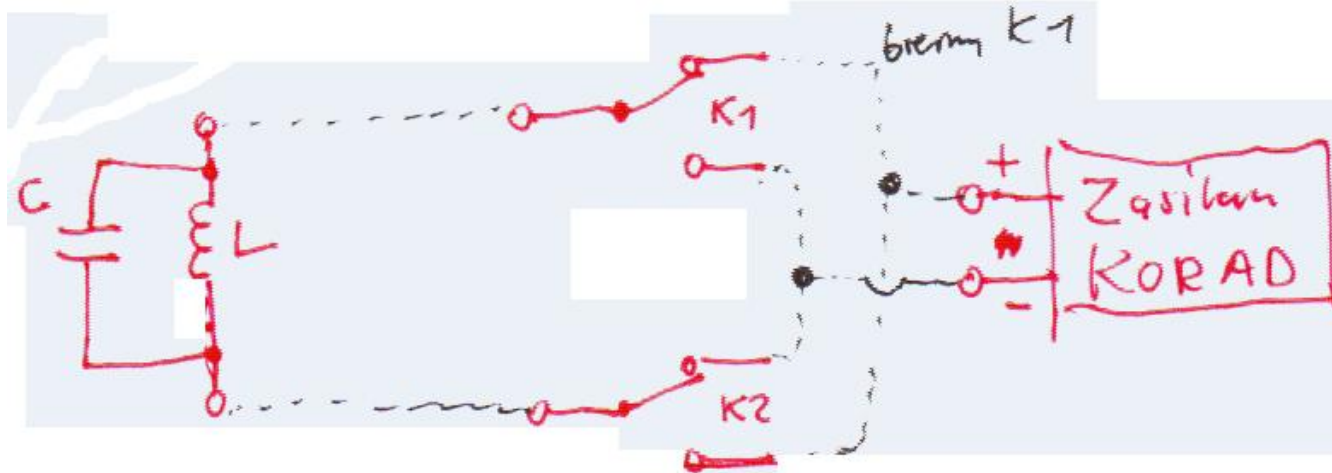
Rys.14. Widok stanowiska laboratoryjnego do ćwiczenia "MT14 Sterowanie prądowe cewek". Opis: 1-cewka, 2-uchwyt z magnese neodymowym do ręcznego wykrycia działania cewki sterowanej sygnałem prądowym, 3-moduł dwóch przekaźników do zmiany biegunowości zasilania cewki, 4-karta sterująca modułem przekaźników, 5-sterowany zasilacz KORAD typu KKG305P.

Rys.15. Widok całej sali laboratoryjnej 323 z rozstawionymi elementami ćwiczenia ze sterowania prądowym cewek.



II. STEROWANIE CYFROWE Z ZASILACZEM KORAD KKG I PRZEKAŹNIKAMI

2.3) Problemy w realizacji sterowania cyfrowego.



Rys.16. Schemat ideowy połączenia cewki L, zasilacza KORAD i dwóch przełączników K1, K2 sterowanych kartą USB NI-6001 lub 6008.

UWAGA 1) Dla systemu Windows XP (np. na laptopach Samsung z 323) do zacisków cewki podłączyć kondensator 100pF - 33nF; ten większy chyba pewniejszy. Bez kondensatora przełączanie przełączników zrywa połączenie VISA z zasilaczami KORAD. W systemie Windows 10 nie ma tego problemu.

UWAGA 2) Przy jednoczesnym załączaniu dwóch przełączników może okazać się konieczne użycie rezystora (np. 10Ω) lub diody prostowniczej włączonej szeregowo do zasilania modułu przełączników bezpośrednio z karty NI 6001; bez tego zaobserwowano możliwe zrywanie połączenia z kartą.

III. LITERATURA CYTOWANA W PREZENTACJI

- [1] "OPA541 High Power Monolithic Operational Amplifier". Specyfikacja techniczna wg Texas Instruments, 2016-01, Dallas, USA.
- [2] P. Horowitz, W. Hill "Sztuka elektroniki", część 1. WKŁ, Warszawa, 1996r.