

AKADEMIA GÓRNICZO – HUTNICZA
Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki
Katedra Elektroniki

Laboratorium Techniki Sensorowej

Ćwiczenie nr 3

Mikrofalowy czujnik poziomu cieczy

OPIS STANOWISKA

Prowadzący:
Dr inż. Wojciech Maziarz

Strona internetowa laboratorium:

<http://layer.uci.agh.edu.pl/pl/dydaktyka/lab-sens/sensory.html>

Cel ćwiczenia

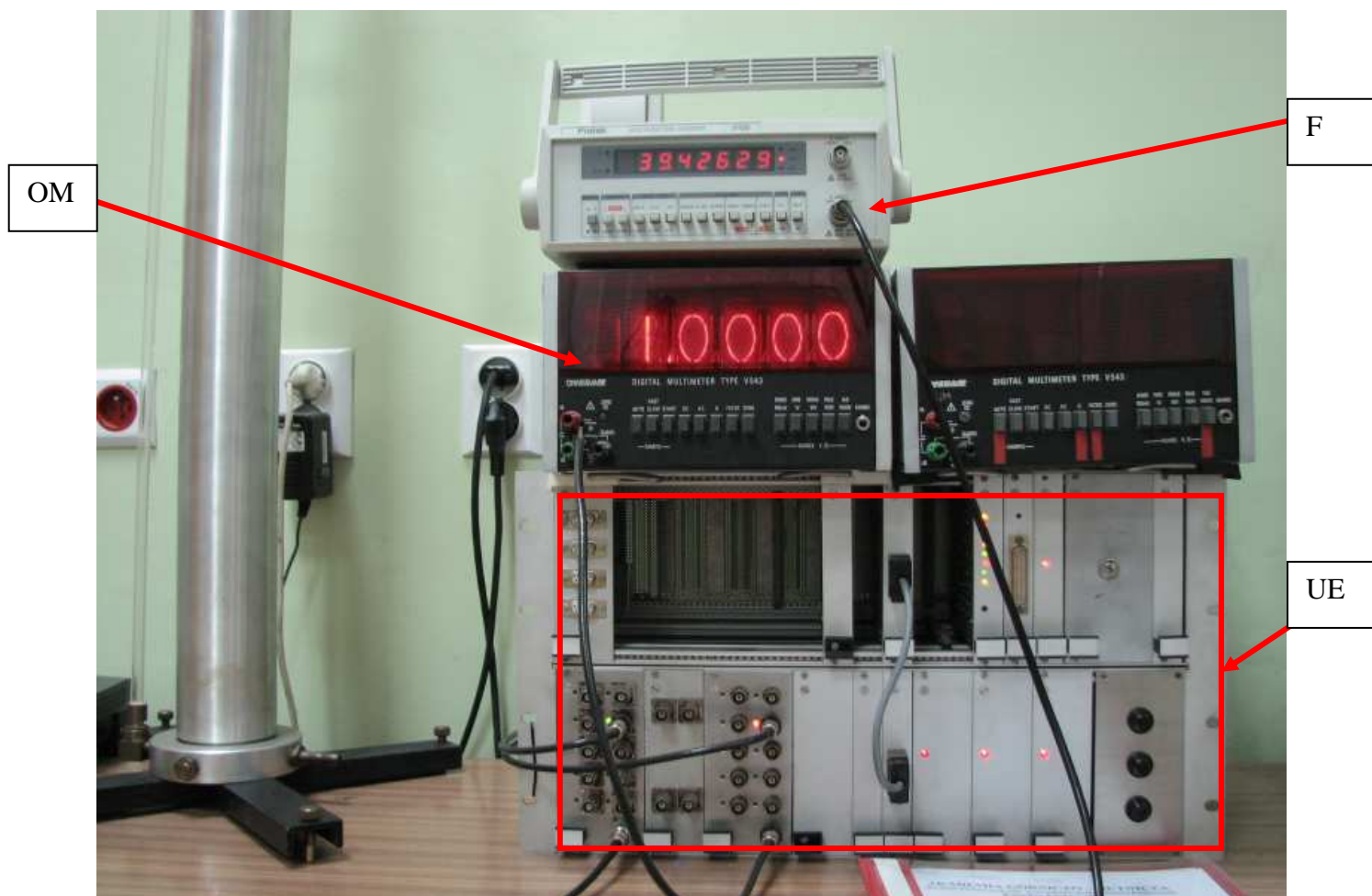
Głównym celem ćwiczenia jest zapoznanie się z mikrofalowym czujnikiem poziomu cieczy, jego budową i zasadą działania oraz pomiar charakterystyki przetwarzania takiego czujnika (zależność częstotliwości od drogi pomiarowej $f=f(x)$). Dodatkowo student poznaje obsługę katetometru - przyrządu służącego do dokładnego pomiaru odległości. Na podstawie pomiarów wyznaczana jest droga pomiarowa i zdolność rozdzielcza mikrofalowego czujnika poziomu cieczy.

1. Opis stanowiska

Stanowisko pomiarowe składa się z kilku zasadniczych części, rys. 1: rezonatora mikrofalowego (RM), katetometru (K), układu elektronicznego (UE) służącego doestrojeniu się do częstotliwości rezonansowej i śledzeniu wierzchołka krzywej rezonansowej (szczegółowy opis w instrukcji do ćwiczenia), częstotściomierza (F), omomierza (OM) oraz naczynia (N) z cieczą (olejem). Wewnątrz rezonatora znajduje się platynowy czujnik temperatury typu Pt1000. Jego zależność rezystancji od temperatury jest dobrze znana, co pozwala na bardzo dokładne obliczenie temperatury. Dzięki temu możemy stwierdzić, o ile zmieniła się temperatura w czasie pomiarów i jaki mogło to mieć wpływ na ich dokładność.



Rys. 1. Ogólny wygląd stanowiska do badania mikrofalowego czujnika poziomu cieczy



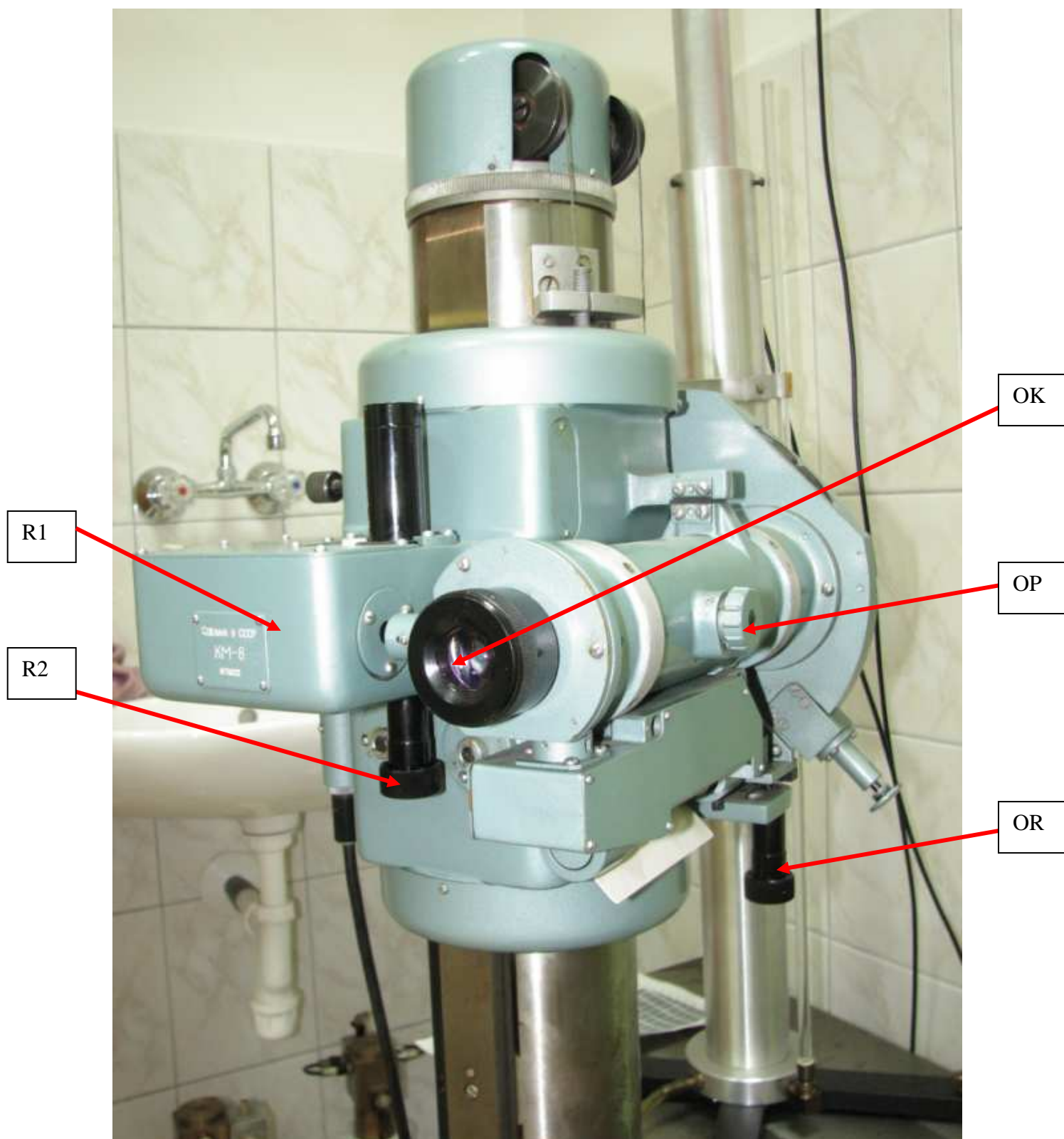
Rys. 2. Przyrządy wykorzystywane w ćwiczeniu. Oznaczenia: R – omomierz mierzący rezystancję czujnika Pt1000 znajdującego się w rezonatorze, F – częstotliciomierz mierzący częstotliwość rezonansu, UE – układy elektroniczne realizujące m.in. dostrajanie się do częstotliwości rezonansowej

Z boku rezonatora (na rys. 1 po jego prawej stronie) umieszczona jest przezroczysta szklana rurka (SZ), tworząca z rezonatorem naczynia połączone. Można za jej pomocą obserwować poziom cieczy w rezonatorze. Na poziom ten można wpływać dolewając lub wypuszczając ciecz znajdującą się w naczyniu N. Oczywiście podczas napełniania rurki naczynie N musi znajdować się wyżej niż poziom cieczy w rezonatorze. Kierunek przepływu cieczy można zmieniać za pomocą zaworu Z, przedstawionego na rys. 3.



Rys. 3. Zawór sterujący przepływem cieczy dielektrycznej

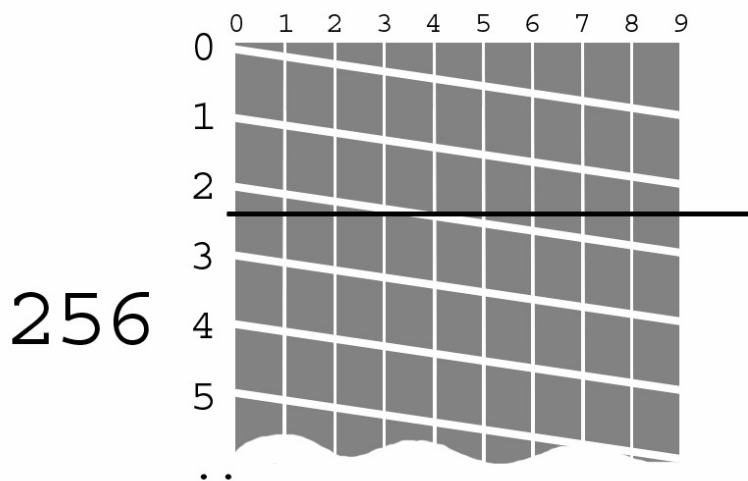
Ogólny wygląd katetometru pokazano na rys 4. Wysokość słupa cieczy ustala się patrząc na jego menisk przez okular



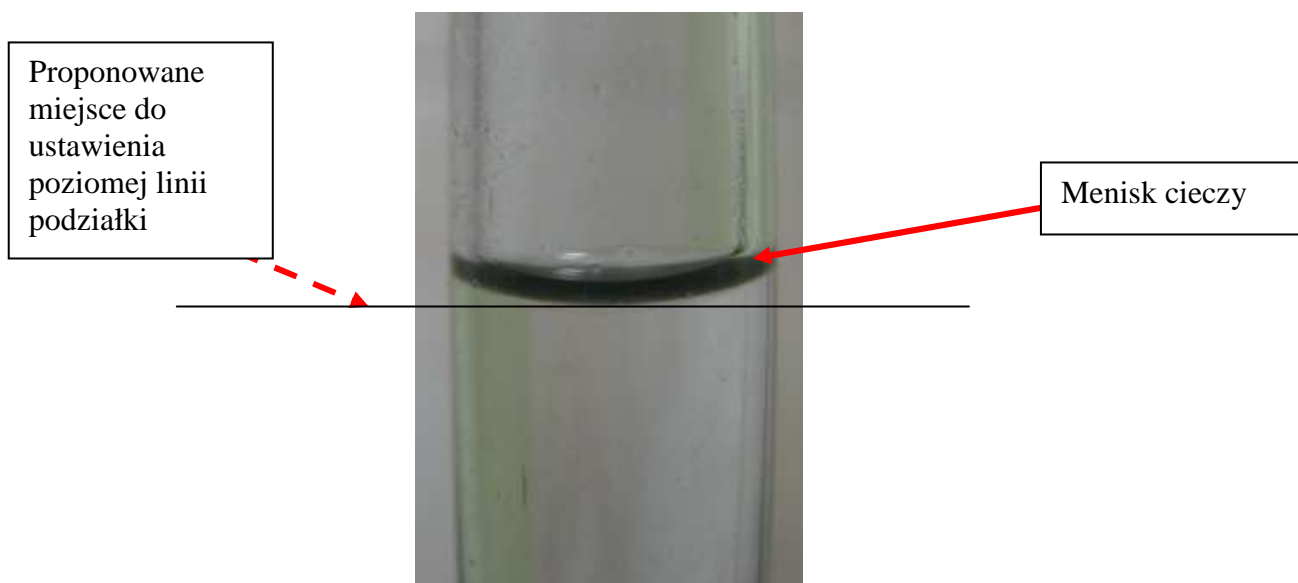
Rys. 4. Ogólny wygląd katetometru używanego do wyznaczania wysokości słupa cieczy. Oznaczenia: R1 – zgrubna regulacja wysokości głowicy góra/dół, R2 – śruba do precyzyjnej regulacji wysokości głowicy, OK – okular, OP – regulacja ostrości podziałki, OR – regulacja ostrości rurki z cieczą

Patrząc przez okular katetometru po lewej stronie można zaobserwować podziałkę jak na rys. 5, a po prawej stronie podziałki fragment szklanej rurki z widocznym meniskiem, rys. 6. Jeśli menisk jest niewidoczny, to albo obraz jest nieostry, albo znajdujemy się na niewłaściwej wysokości. W pierwszym przypadku należy obraz wyostrzyć, w drugim, przesunąć głowicę w odpowiednim kierunku. Dokonując regulacji, należy pamiętać, że obraz widziany przez okular katetometru jest odwrócony.

Odczyt wysokości słupa cieczy polega na ustawieniu poziomej kreski przechodzącej przez podziałkę w odpowiednim miejscu menisku (za każdym razem w tym samym!), a następnie odczytaniu na podziałce wartości.



Rys. 5. Podziałka odczytowa katetometru. Aktualne wskazanie to 256,24mm



Rys. 6. Szklana rurka wypełniona cieczą dielektryczną. Widoczny menisk

2. Zadania do wykonania

1. Przećwiczyć odczyt wskazania katetometru i sterowanie przepływem cieczy.
2. Zmieniając poziom cieczy wypełniającej rezonator od poziomu 50 cm do 20 cm z krokiem 1 cm obserwować i notować zmiany częstotliwości rezonansowej oraz rezystancji rezystora platynowego Pt1000, działającego jako czujnik temperatury. Odczytu częstotliwości należy dokonywać po ustabilizowaniu się poziomu cieczy. Wskazane jest wykonanie powtórnego pomiaru charakterystyki od poziomu 20 cm do 50 cm, a następnie porównanie go z poprzednim pomiarem. W przypadku wystąpienia różnic, należy je wyjaśnić.

x (mm)	f (Hz)	R (Ω)
50		
49		
...		
20		

3. Korzystając z zależności rezystancji od temperatury dla Pt1000 obliczyć minimalną, maksymalną oraz średnią temperaturę, jaką miała ciecz podczas pomiarów.
4. Korzystając z zebranych danych wykreślić zależność $x(f_r)$ - poziomu cieczy w rezonatorze w funkcji częstotliwości rezonansowej. Wyjaśnić kształt powstałego wykresu.
5. Wyznaczyć funkcję kwadratową (odcinek paraboli), która może aproksymować krzywą $x(f_r)$. Korzystając z tej aproksymacji obliczyć zdolność rozdzielczą czujnika:

$$dx = \left| \frac{\partial x}{\partial f} \cdot df \right| \quad [\text{mm}],$$

gdzie df [Hz] jest dokładnością pomiaru częstotliwości rezonansowej (można założyć że jest to dokładność wskazania dołączonego do zestawu częstotłomiomierza).

Zdolność rozdzielczą przedstawia się często również w postaci unormowanej - logarytmicznej:

$$D = 20 \log \left(\frac{\Delta x}{dx} \right) \quad [\text{dB}]$$

gdzie $\Delta x = x_{\text{max}} - x_{\text{min}}$ jest drogą pomiarową.

Obliczyć zdolność rozdzielczą w [mm] i [dB] dla 3 poziomów cieczy: najmniejszego, największego i w połowie zakresu pomiarów. Jak zmienia się ta zdolność wraz ze zmianami poziomu cieczy?

6. Na bezwzględny błąd odczytu poziomu cieczy w badanym układzie pomiarowym ma wpływ kilka składników. Są to np. błędy odczytu urządzeń pomiarowych podczas wyznaczania charakterystyk czujnika. Spróbować wymienić pozostałe źródła błędów oraz przedyskutować ich ewentualny wpływ na pomiar.
7. Wysnuć wnioski.