



**WOJSKOWA AKADEMIA  
TECHNICZNA  
INSTYTUT OPTOELEKTRONIKI**

**LABORATORIUM DETEKCJI SYGNAŁÓW OPTYCZNYCH**

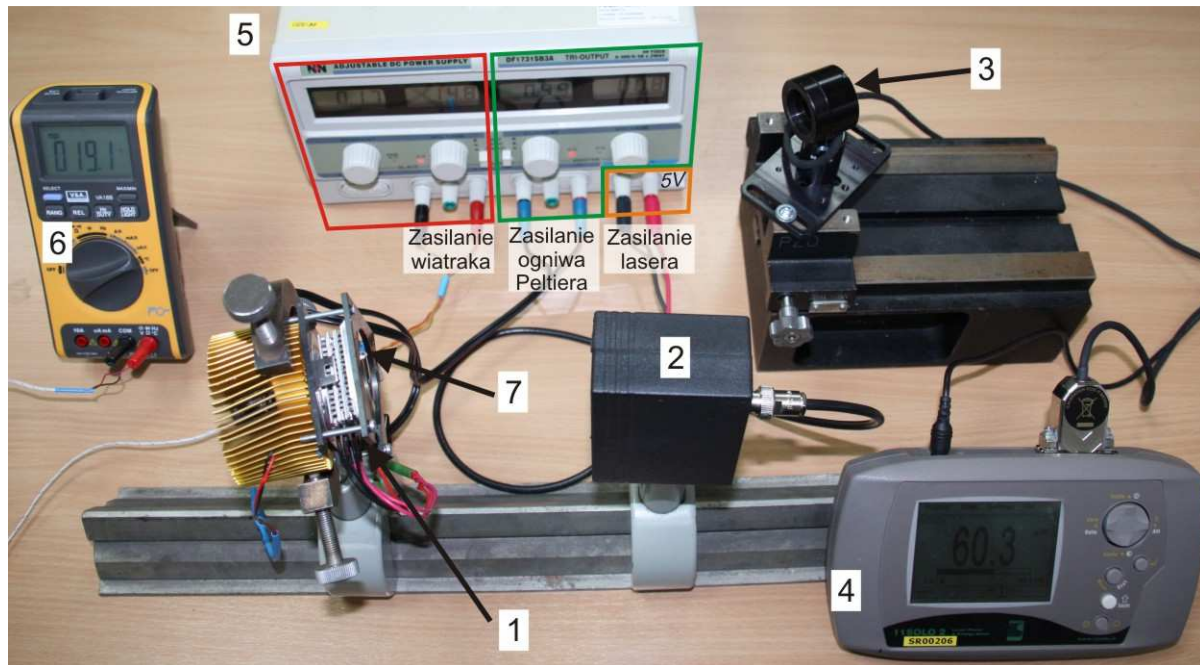
<b>GRUPA:</b> .....	<b>PROTOKÓŁ DO ĆWICZENIA nr .....</b>	
	Temat ćwiczenia:  <b>Badanie czujników atmosferycznych</b>	
Skład podgrupy nr .....	Data wykonania ćwiczenia .....	Prowadzący ćwiczenie .....
1. ....		
2. ....		
3. ....		
4. ....		
5. ....	Ocena .....	Podpis prowadzącego ćw. .....
6. ....		

Tab. Dane urządzeń pomiarowych

Lp.	Nazwa urządzenia	Marka/Typ	Numer	Podstawowe dane techniczne
1				
2				
3				
4				
5				
6				

## Wprowadzenie

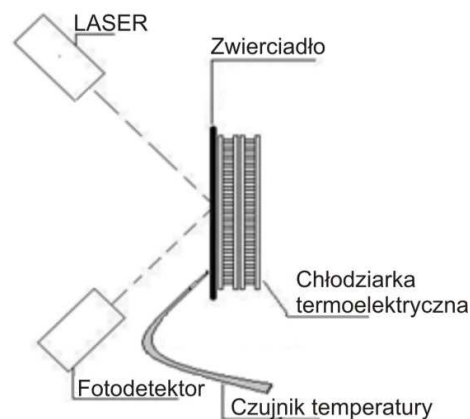
Celem ćwiczenia laboratoryjnego jest pomiar wilgotności powietrza metodą higrometrii z chłodzonym lustrem. Stanowisko laboratoryjne do pomiaru wilgotności zostało przedstawione na rys. 1.



Rys. 1. Widok stanowiska do pomiaru wilgotności

Do wykonania ćwiczenia należy użyć następujących przyrządów:

- Zwierciadło chłodzone trzystopniowym ogniwem Peltiera (1),
- Źródło promienia optycznego (laser) (2),
- Fotodetektor (STANDA typ: 11PD100) (3),
- Miernik promieniowania (STANDA typ: 11SOLO2) (4),
- Zasilacz regulowany (5),
- Multimetr cyfrowy (6),
- Termopara typu J (7).



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego

W celu wykonania pomiarów należy przygotować stanowisko pomiarowe zgodnie ze schematem przedstawionym na rys. 2. W celu wykonania ćwiczenia należy wykonać poniższe czynności:

- Ustawić układ pomiarowy wg przedstawionego schematu,
- Zacisk chłodziarki termoelektrycznej oznaczony kolorem czarnym podłączyć do zacisku (-) zasilacza,
- Zacisk chłodziarki termoelektrycznej oznaczony kolorem niebieskim podłączyć do zacisku (+) zasilacza,
- Zasilic laser zasilaniem  $U_{LAS} = 5 V$ 
  - Zacisk lasera oznaczony kolorem czarnym podłączyć do zacisku (-) segmentu +5V zasilacza,
  - Zacisk lasera oznaczony kolorem czerwonym podłączyć do zacisku (+) segmentu +5V zasilacza,
- Zasilic wiatrak zasilaniem  $U_{WIATR} = 15 V$ ,
  - Zacisk wiatraka oznaczony kolorem czarnym podłączyć do zacisku (-) zasilacza,
  - Zacisk wiatraka oznaczony kolorem czerwonym podłączyć do zacisku (+) zasilacza,
- Po zaakceptowaniu połączenia przez prowadzącego włączyć zasilacz,
- W tabeli 3 zapisać wynik pomiaru mocy promieniowania optycznego lasera,
- Włączyć zasilanie dwustopniowej chłodziarki termoelektrycznej oraz ustawić natężenie prądu chłodziarki  $I_0 = 0.6A$ .
- Poczekać aż wartość temperatury zwierciadła zostanie ustabilizowana
- Zwiększając natężenie prądu  $I_0$  co 20 sekund zgodnie wartościami wskazanymi w tab. 1 odczytywać pomiar mocy  $P_L$  oraz temperaturę zwierciadła  $T_Z$  przy użyciu termopary przyłożonej bezpośrednio do czoła zwierciadła.
- Wyniki zanotować w tabeli 1,
- Przy użyciu termopary zmierzyć temperaturę otoczenia,
- Wynik zanotować w tabeli 1.

Tab. 1. Dane do wyznaczenia punktu rosy.

$I_0$ [A]	0,0	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$P_L$ [mW]																
$T_Z$ [oC]																
Temp. otoczenia																

## 2. Opracowanie wyników pomiarów

Na podstawie otrzymanych wyników zapisanych w tabeli 1 należy:

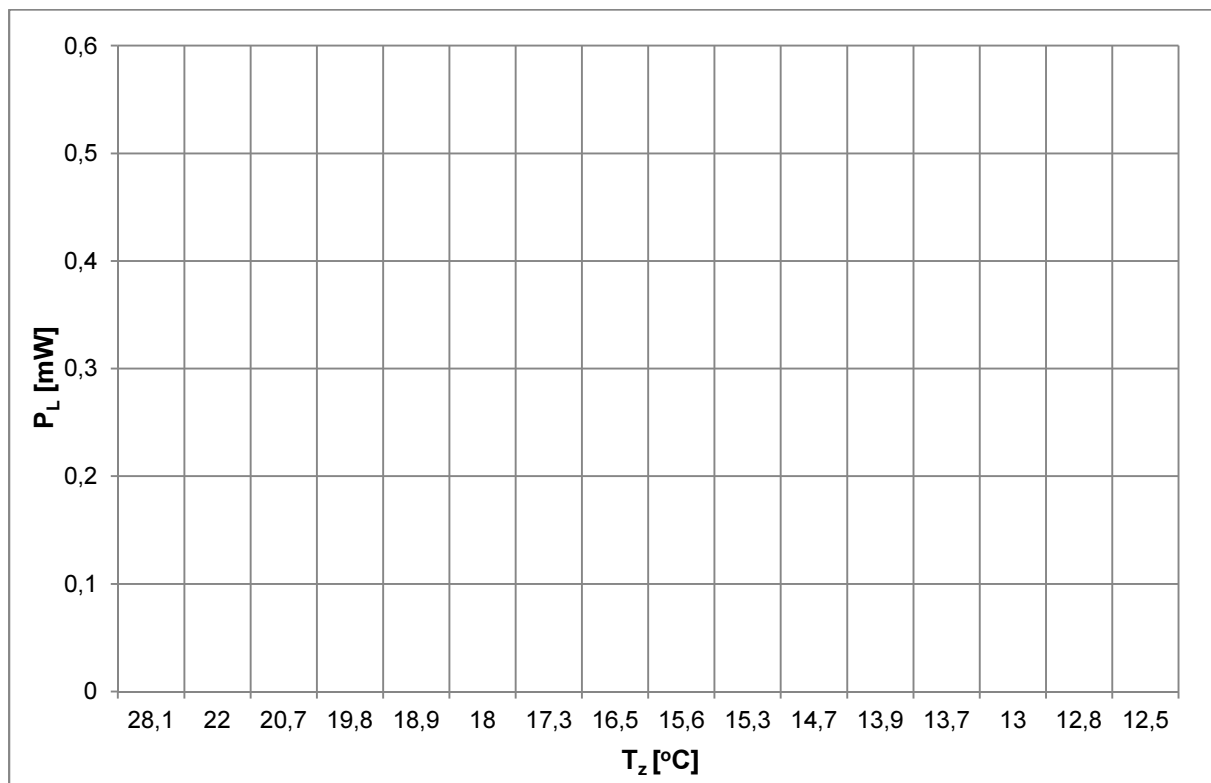
- wykreślić charakterystykę  $P_L=f(T_Z)$ ,
- określić punkt rosy,
- wyliczyć wilgotność atmosferyczną ze wzoru 1.

$$H = \left[ \frac{(Td+112-(0,1*\tau))^8}{(112+(0,9*\tau))} \right] * 100\% \quad (1)$$

$Td$  – temperatura punktu rosy [°C]

$\tau$  - temperatura otoczenia [°C]

$H$  – wilgotność atmosferyczna [%]



Rys 3. Charakterystyka mocy promieniowania optycznego lasera odbitego od zwierciadła  $P_L = f(T_Z)$

**3. Wnioski:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### 4. Analiza dostępnych czujników wilgoci

Powietrze to mieszanina gazowa zawierająca powietrze suche jak i parę wodną. Ilość pary wodnej jest zależna od warunków atmosferycznych takich jak ciśnienie i temperatura. Podstawowymi pojęciami definiującymi wilgotność powietrza są:

Powietrze nienasycone wilgocią- jest to powietrze, które w danej temperaturze może wchłonąć jeszcze pewną ilość pary wodnej.

Powietrze nasycone wilgocią- jest to powietrze, które w danej temperaturze zawiera maksymalną ilość pary wodnej.

Ciśnienie powietrza wilgotnego (barometryczne)- jest to suma ciśnienia powietrza suchego oraz ciśnienia pary wodnej przedstawiany wzorem:

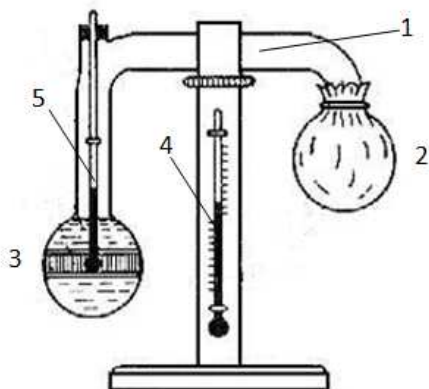
Punkt rosy- jest to stan powietrza wilgotnego występujący w momencie gdy ciśnienie cząsteczkowe pary jest równe ciśnieniu nasycenia w danej temperaturze powietrza wilgotnego. Obniżenie temperatury powietrza wilgotnego spowoduje wykroplenie się pary w postaci mgły lub rosy.

*Wilgoć bezwzględna objętościowa*- jest to ilość gramów pary wodnej zawartej w 1m<sup>3</sup> powietrza wilgotnego.

*Wilgoć bezwzględna masowa*- jest masą pary wodnej przypadającej na jednostkę masy powietrza suchego.

*Wilgotność względna*- jest to stosunek ciśnienia cząsteczkowego pary do ciśnienia pary nasyconej w temperaturze powietrza wilgotnego.

Przyrządy do pomiaru wilgotności względnej powietrza noszą nazwę higrometrów (z greckiego *hygros* - wilgotny, mokry). Wilgotnością względną powietrza nazywamy masę pary wodnej w pewnej objętości powietrza do masy pary potrzebnej do nasycenia tej objętości w tej samej temperaturze. Natomiast wilgotnością bezwzględną nazywamy masę pary wodnej zawartej w 1m<sup>3</sup> powietrza.



Rys. 5. Higrometr Daniella

Zasada działania **higrometru Daniella** opiera się na zjawisku kondensacji pary wodnej na szklanych lub wytworzonych z polerowanego metalu powierzchniach ochładzanych od wnętrza. Urządzenie to składa się z rurki szklanej(1) na końcach której umieszczone są dwie kule: jedna pokryta paskiem polerowanego metalu (np. złota) wypełniona płynnym eterem(3), druga(2) owinięta jest tkaniną higroskopijną (pochłaniającą wodę).

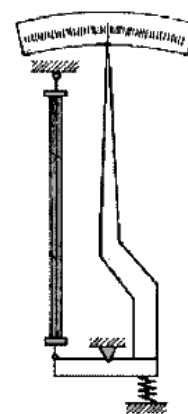
Kula owinięta tkaniną zostaje zwilżona eterem lub posypana suchym lodem (CO<sub>2</sub>). Powoduje to szybkie oziębianie pary eteru zawartej w kuli 2 aż do jej kondensacji. W kuli 3

następuje intensywne parowanie eteru płynnego powodujące obniżanie jego temperatury. W momencie wykrapłania się wilgoci zawartej w powietrzu, na schłodzonej powierzchni paska metalu dokonywany jest odczyt temperatury wskazanej przez termometr 5 - temperatury punktu rosy. Znając temperaturę powietrza odczytaną z termometru 4 zamocowanego w stojaku higrometru istnieje możliwość odczytania wilgotności względna powietrza używając do tego celu wykresu h-x,.

**Higrometr włosowy** należy do najbardziej popularnych mierników wilgoci, ze względu na stosunkowo niską cenę. Działa na zasadzie zjawiska zmiany długości włosa ludzkiego, lub zwierzęcego pod wpływem zmian wilgoci. Jeden koniec włosa zamocowany jest na stałe, a drugi nawinięty na bloczek, połączony ze wskazówką, która obraca się, gdy długość włosa ulegnie zmianie. Wskazania przyrządu nie są zbyt dokładne, gdyż włos reaguje nie tylko na zmiany wilgotności, ale także na zmiany temperatury.

**Higrometria z chłodzonym lustrem** to metoda pomiaru wilgotności gazu dokonywana poprzez pomiar temperatury punktu rosy albo szronu. Wiązka

promieniowania optycznego ze źródła kierowana jest na polerowaną powierzchnię metalu lub zwierciadło, którego temperatura jest kontrolowana przez chłodziarkę termoelektryczną. Przy użyciu fotodetektora dokonywany jest pomiar natężenia odbitego promieniowania optycznego od zwierciadła. W przypadku kiedy zwierciadło jest suche, wartość natężenia mierzonego promieniowania jest przyjmowana jako wartość odniesienia. Po schłodzeniu elementu odbijającego na jego powierzchni osadza się skondensowana para wodna lub szron, rozpraszający promieniowanie optyczne. Skutkuje to zmniejszeniem wartości natężenia promieniowania docierającego do elementu fotoczułego, a tym samym zmniejszeniem sygnału z elementu światłoczułego. Użycie tego sygnału jako sprzężenia zwrotnego w zamkniętej pętli regulacji pozwala na kontrolowanie temperatury lustra tak, by grubość skondensowanej warstwy była stała. Kondensująca się warstwa o ustalonej grubości jest w dynamicznej równowadze z gazem otaczającym lustro. W tej równowadze temperatura rosy albo szronu jest określona przez mierzoną temperaturę lustra. Jeżeli kondensat jest w płynnej formie (nawet dla temperatur poniżej zamarzania wody), wówczas temperatura zwierciadła jest temperaturą punktu rosy. Jeżeli kondensat jest w postaci stałej (lodu lub szronu), wtedy temperatura zwierciadła jest uważana za temperaturę punktu szronu.



Rys. 6. Higrometr włosowy