ELMEIRON

MIKROKOMPUTEROWY
pH / KONDUKTOMETR

CPC-551

INSTRUKCJA OBSŁUGI

ELMETRON® Sp. j.
41-814 Zabrze - Grzybowice ul. Witosa 10
tel. 0 32 / 2738106, tel./fax 0 32 / 2738114
www.elmetron.com.pl
e-mail: info@elmetron.com.pl

INSTRUKCJA OBSŁUGI
MIKROKOMPUTEROWEGO
pH / KONDUKTOMETRU
CPC-551

Przed rozpoczęciem eksploatacji przyrządu
należy zapoznać się w całości z niniejszą instrukcją

PREZES
GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR
WARSZAWA, ul. ELEKTORALNA 2.

Warszawa, 1997-02-10

DECYZJA NR ZT 64/97

Na podstawie art. 16 ust. 3 ustawy z dnia 3 kwietnia 1993 r. Prawo o miarach (Dz. U. Nr 55, poz. 248), po rozpatrzeniu wniosku bez numeru, z dnia 11 października 1996 r., firmy " ELMETRON " Przedsiębiorstwo Produkcyjne S.C., 41-814 Zabrze-Grzybowice, ul. W. Witosa 10, oraz na podstawie badań wykonanych przez Laboratorium Elektrochemii Zakładu Fizykochemii Głównego Urzędu Miar

ZATWIERDZAM TYP

pehametrów i konduktometrów wchodzących w skład przyrządów pomiarowych o znakach fabrycznych CX-551 i CPC-551 produkcji firmy "ELMETRON" Przedsiębiorstwo Produkcyjne S.C., 41-814 ZABRZE-GRZYBOWICE, ul. W. Witosa 10.

Przyrządom nie nadaje się się znaku typu.

Przyrządy spełniają wymagania określone w przepisach metrologicznych o pehametrach (zarządzenie Nr 67 Prezesa GUM z dnia 1 czerwca 1995r., Dz. Urz. Miar i Probiernictwa Nr 13 poz. 72) i normach PN-73/T-06500/09, PN-86/T-06500/01, PN-89/T-06500/06 oraz dokumentacji technicznej producenta: Instrukcja obsługi. Wielofunkcyjny przyrząd mikrokomputerowy CX-551.

Charakterystyka:

Wielkość mierzona	Zakres wskazań	Rozdzielczość	Błąd wskazań
pH	od -2,00 do 16,00	0,01	±(0,01 +1 wartość działki elementarnej)
Napięcie	(od -1200 do 1200) mV	1 mV	±(1 mV +1 wartość działki elementarnej)
Przewodność elektryczna właściwa	(od 0,00 do 19,99) µS/cm (od 20,0 do 199,9) µS/cm (od 0,200 do 1,999) mS/cm (od 2,00 do 19,99) mS/cm (od 20,0 do 199,9) mS/cm (od 200 do 1999) mS/cm	0,01 µS/cm 0,1 µS/cm 0,001 mS/cm 0,01 mS/cm 0,1 mS/cm 1 mS/cm	±(0,5 % górnej granicy zakresu pomiarowego +1 wartość działki elementarnej) ±(1,0 % górnej granicy zakresu pomiarowego +1 wartość działki elementarnej)
Kompensacja temperatury: ręczna i automatyczna **Zasilanie:** zasilacz zewnętrzny 9 V.			

Przyrządy mogą być wprowadzane do obrotu lub użytkowania do dnia 31 stycznia 2007 r.
Decyzja niniejsza jest ostateczna.
Decyzja niniejsza może być zaskarżona bezpośrednio do Naczelnego Sądu Administracyjnego z powodu jej niezgodności z prawem, w terminie 30 dni od daty jej doręczenia.

PREZES GŁÓWNEGO URZĘDU MIAR

Włodzimierz Kamiński
WICEPREZES

SPIS TREŚCI

1. Uwagi eksploatacyjne 2
2. Charakterystyka pH/konduktometru 3
3. Przeznaczenie przyrządu 4
4. Wygląd zewnętrzny 5
5. Dane techniczne 9
6. Włączenie i wyłączenie przyrządu 10
7. Przygotowanie przyrządu do pracy 10
8. Przygotowanie elektrody pH-metrycznej 13
9. Kalibracja elektrody 14
10. Pomiar pH 19
11. Uwagi o kompensacji temperatury i interpretacji wyników 21
12. Pomiar napięcia 23
13. Pomiary konduktometryczne 25
14. Kalibracja konduktometru 26
15. Uwagi o kompensacji temperatury i współczynniku α 28
16. Kontrola i zmiana wartości współczynnika kompensacji temperatury α 29
17. Pomiar przewodności właściwej 29
18. Pomiar temperatury 32
19. Pamięć, zbieranie serii pomiarowych 33
20. Wydruki na drukarce 35
21. Współpraca z komputerem PC 36
22. Zasilanie 41
23. Wyposażenie 41
24. Schemat połączeń RS-232 41

1. UWAGI EKSPLOATACYJNE

Szanowni Państwo !
Oddajemy do Waszych rąk przyrząd charakteryzujący się dokładnością zgodna z danymi technicznymi i wysoką stabilnością wyświetlanego wyniku. Wierzymy, że pomiary nie sprawią Państwu kłopotów, a przyrząd będzie pracował bez zastrzeżeń. Stosowanie dobrej jakości elektrod w pH-metrze i ich wymiana w odpowiednim czasie na nowe, gwarantuje utrzymanie wysokich parametrów pomiaru. Pragniemy zwrócić uwagę na fakt, że elektrody pH-metryczne charakteryzują się znacznie krótszą żywotnością niż przyrząd. Podczas eksploatacji mają decydujący wpływ na jakość pomiaru. Typowym objawem niewłaściwej pracy elektrody jest pogorszenie stabilności wyniku końcowego, "płynięcie" wyniku oraz zwiększony błąd pomiaru. Przyczyną problemów pewnej części użytkowników jest stosowanie elektrody pH bez wcześniejszego przygotowania jej do pracy, bez zdjęcia pierścienia osłonowego z łącznika lub dokonywania pomiarów z zatkanym łącznikiem. Wybranie nieodpowiedniej elektrody do rodzaju badanego roztworu lub substancji może utrudnić lub całkowicie uniemożliwić pomiary, nawet po bardzo krótkim okresie od rozpoczęcia eksploatacji. Prosimy uprzejmie, by po zauważeniu niewłaściwej pracy urządzenia, dokonać prób pomiarów z elektrodą rezerwową lub stosowaną elektrodę sprawdzić z innym pH-metrem. **Z reguły pogorszenie się pracy zestawu przyrząd - elektroda jest związane z elektrodą, a nie z przyrządem**. Podczas pomiarów konduktometrycznych należy określić przewidywany zakres pomiaru i na tej podstawie wybrać czujnik konduktometryczny o odpowiedniej stałej K. Należy chronić elektrody czujnika przed uszkodzeniem, a celę pomiarową przed stłuczeniem, gdyż wyniki mogą być wtedy nieprawidłowe. Pomiary olejów i cieczy czujnikami z czernią platynową może uniemożliwić pomiar.
Dokładne przeczytanie instrukcji pozwoli Państwu uniknąć większość problemów powstających w czasie eksploatacji przyrządu.
Nasze wyroby cechuje niska awaryjność, jeżeli jednak przyrząd ulegnie uszkodzeniu, firma nasza dokona niezwłocznie naprawy gwarancyjnej. Wykonujemy także naprawy pogwarancyjne wszystkich modeli.
Życzymy przyjemnej pracy z naszym przyrządem.

G W A R A N C J A

Firma ELMETRON udziela 12 miesięcznej gwarancji na pH/konduktometr **CPC-551** nr fabr. .....
W przypadku uszkodzenia producent zobowiązuje się do naprawy przyrządu w terminie do 14 dni od daty dostarczenia.
Gwarancja nie obejmuje uszkodzeń wynikłych z postępowania niezgodnego z instrukcją, stosowania nieodpowiedniego zasilacza, uszkodzeń mechanicznych oraz uszkodzeń powstałych w wyniku napraw lub przeróbek dokonywanych przez osoby nieupoważnione.
Przyrząd nie jest w pełni wodoszczelny i gwarancja nie obejmuje uszkodzeń wynikłych z zalania wnętrza.
Przyrząd powinien mieć nienaruszoną plombę gwarancyjną.
Elektroda i czujnik konduktometryczny mają gwarancję producenta. **W przypadku stwierdzenia wad należy dokonać reklamacji bezpośrednio u wytwórcy.**

Uwaga: prosimy o kontakt telefoniczny przed wysłaniem przyrządu do naprawy.

Do przyrządu należy zawsze dołączyć elektrodę (czujnik), którą dokonywano pomiarów, czujnik temperatury oraz zasilacz.

Wykonujemy również naprawy pogwarancyjne.

Data produkcji.....
Data sprzedaży.....
Termin ważności gwarancji.....

2. CHARAKTERYSTYKA pH/KONDUKTOMETRU CPC-551

- służy do pomiaru pH, mV przewodności właściwej roztworów i temperatury;
- posiada jednoukładowy mikrokomputer, co w zasadniczy sposób zwiększa jego dokładność i stabilność;
- gwarantuje wysoką odporność na zakłócenia zewnętrzne;
- w trybie pomiaru przewodności posiada szeroki zakres pomiarowy z sześcioma podzakresami przełączanymi automatycznie (autorange);
- umożliwia dwupunktową lub trzypunktową kalibrację elektrody pH–metrycznej;
- umożliwia "dokalibrowanie" w jednym z trzech punktów kalibracji bez kasowania pozostałych punktów;
- umożliwia określenie parametrów elektrody pH-metyrycznej, co pozwala na wymianę elektrod bez stosowania roztworów buforowych;
- umożliwia kalibrację czujnika konduktometrycznego przez wprowadzenie wartości stałej K lub na podstawie roztworu kontrolnego;
- umożliwia określenie stałej K czujnika konduktometrycznego;
- posiada automatyczną i ręczną kompensację temperatury;
- przechowuje w pamięci wszystkie zaprogramowane parametry, niezależnie od zasilania;
- zapamiętuje wyniki 96 pomiarów;
- pozwala na gromadzenie serii pomiarowych zbieranych z zadanym interwałem czasowym;
- pozwala na dokładne wprowadzanie parametrów za pomocą klawiatury, co eliminuje błąd ustawienia;
- posiada wyjścia RS-232 oraz Centronix;
- umożliwia wydruk na drukarce wartości mierzonej funkcji i temperatury lub wyników pomiarów zgromadzonych w pamięci;
- współpracuje z załączonym programem komputerowym rozszerzającym możliwości przyrządu.

3. PRZEZNACZENIE PRZYRZĄDU

Mikrokomputerowy pH/konduktometr **CPC-551** jest nowoczesnym, precyzyjnym oraz łatwym w obsłudze przyrządem laboratoryjnym, służącym do pomiaru stężenia (aktywności) jonów wodorowych wyrażonego w jednostkach pH, napięcia określanego w mV, pomiaru przewodności właściwej w μS/cm lub mS/cm, oraz temperatury w ^{o}C. Przyrząd może służyć jako dokładny miernik temperatury roztworów lub powietrza.
pH/konduktometr **CPC-551** znajduje zastosowanie w przemyśle spożywczym, chemicznym, farmaceutycznym, energetycznym, stacjach uzdatniania wody, laboratoriach oczyszczalni ścieków, pracowniach naukowych itp.
Przyrząd jest przystosowany do pracy ze wszystkimi typami elektrod pH-metrycznych zakończonymi wtykiem BNC-50. Możliwe jest stosowanie elektrody kombinowanej lub układu dwóch elektrod (pomiarowej i odniesienia).

Szeroki zakres pomiarowy konduktometru pozwala na przeprowadzanie pomiarów tak wód destylowanych jak i gęstych solanek. Możliwość zastosowania czujników konduktometrycznych o szerokim zakresie stałej K ułatwia ich dobór. Konduktometr jest przystosowany do pracy z czujnikami konduktometrycznymi zakończonymi wtykiem BNC-50. Stosowane wartości stałej K czujników podano w dalszej części instrukcji.
Pamięć przyrządu umożliwia zbieranie do 96 wyników pomiarów. Możliwe jest połączenie z drukarką przez złącze Centronix oraz z komputerem PC przez RS-232.
Dołączony program komputerowy umożliwia przenoszenie wyników zebranych w pamięci przyrządu do komputera PC, jak również zbieranie serii pomiarowych bezpośrednio w pamięci komputera z większą ilością pomiarów w jednej serii niż jest to możliwe w samym przyrządzie.

22. ZASILANIE

Przyrząd jest zasilany przez zasilacz o stabilizowanym napięciu 9V, który należy podłączyć z tyłu przyrządu do gniazda oznaczonego symbolem **Power**.
Zasilacz dostarczany wraz z przyrządem został specjalnie przygotowany w celu wyeliminowania zakłóceń pochodzących z sieci elektrycznej.

23. WYPOSAŻENIE

W skład wyposażenia przyrządu wchodzi:
1. szklana elektroda pH-metryczna, kombinowana;
2. platynowy czujnik konduktometryczny;
3. czujnik temperatury;
4. zasilacz 9V;
5. komputerowy program transmisji;
6. kabel do połączenia z komputerem PC;
7. instrukcja wraz z gwarancją.

24. SCHEMAT POŁĄCZEŃ RS-232

Na rys. 3 przedstawiony jest sposób połączenia przyrządu z komputerem. Z prawej strony rysunku pokazano połączenia od strony komputera dla 9 lub 25 kontaktowego złącza z odpowiednimi numerami kontaktów.

Wtyk	Wtyk	
9 pin	9 pin	25 pin

Rys. 3. Schemat połączeń RS-232.

21.7. Menu "Inne"

Menu **"Inne"** zawiera pozycje:

Łącze szeregowe: wybór Com1, Com2, Autorozpoznanie;
DOS Shell: przejście do DOS-u, powrót do programu zleceniem EXIT.
Wyjście: wyjście z programu.

21.8. Menu "Okno"

Menu **"Okno"** umożliwia zamykanie lub otwieranie okien informacyjnych, zawiera pozycje:

Okno Pomiarów F7
Okno Parametrów F8
Okno Rejestracji F9

Po naciśnięciu klawisza ENTER lub klawiszy funkcyjnych opisanych obok nazwy, można otworzyć lub zamknąć wybrane okno.

21.9. Zbieranie pomiarów

Po wprowadzeniu wszystkich parametrów można rozpocząć zbieranie serii pomiarów klawiszem **F2**. Tworzy się wtedy zbiór o wcześniej określonej nazwie, wraz z nagłówkiem i komentarzem lub bez.
W trybie "AUTO" pomiary są zbierane w odstępach czasu określonych w menu "**Definicje**", okno "**Parametry**".
W trybie "RĘCZNY" pomiary są zapisywane każdorazowo po naciśnięciu klawisza **F4**.
Zbieranie serii można przerwać klawiszem ESC, próbując otworzyć menu klawiszem F10, kombinacją klawiszy Alt+nazwa menu lub kończąc działanie programu (Alt+x).
Podczas trwania serii, w oknie **"Parametry"** pod pozycją "status pomiaru" pojawia się napis "Rejestracja" oraz obok, pod pozycją "numer" wyświetlany jest aktualny numer zbieranego pomiaru.
Podczas zbierania pojedynczych wyników pod pozycją "status pomiaru" pojawia się napis "Zapis F4".
Program tworzy na dysku zbiór tekstowy o nazwie nadanej w menu "**Definicje**", okno "**Parametry**".
Uwaga: jeżeli podczas zbierania serii pomiarów nastąpi przerwa w zasilaniu **sytuacja ta nie zostanie uwzględniona w serii pomiarowej.**

4. WYGLĄD ZEWNĘTRZNY

W przedniej ściance przyrządu umieszczono dwa wyświetlacze ciekłokrystaliczne. Na lewym wyświetlany jest rezultat pomiaru w zależności od wybranej funkcji: pH w jednostkach pH, napięcia w mV lub przewodności w μS/cm lub mS/cm, a na prawym temperatury w ^{O}C. Symbole jednostek znajdują się obok wyświetlanego wyniku.
Po wejściu w tryb kalibracji na lewym wyświetlaczu obok mierzonej wartości pojawia się symbol ***CAL***. Podczas kalibracji elektrody z roztworami buforowymi symbol ***CAL*** nie miga. Podczas kalibracji polegającej na wprowadzaniu parametrów elektrody lub kontroli tych parametrów, symbol ***CAL*** miga.
Na prawym wyświetlaczu wyświetlana jest wartość temperatury mierzonej (kompensacja automatyczna - symbol ***^{O}C*** nie miga), lub wartość temperatury wprowadzonej ręcznie (kompensacja ręczna - symbol ***^{O}C*** miga).
Nad klawiszami znajdują się diody informujące o uaktywnionej funkcji.
Klawiatura (rys. 1) umieszczona pod wyświetlaczami służy do włączania i wyłączania przyrządu, wyboru funkcji pomiarowej, kalibracji, wprowadzania wartości wybranych parametrów oraz zapamiętywania i drukowania wyników pomiarów lub przekazywanie ich do komputera.

Klawiatura posiada przyciski:

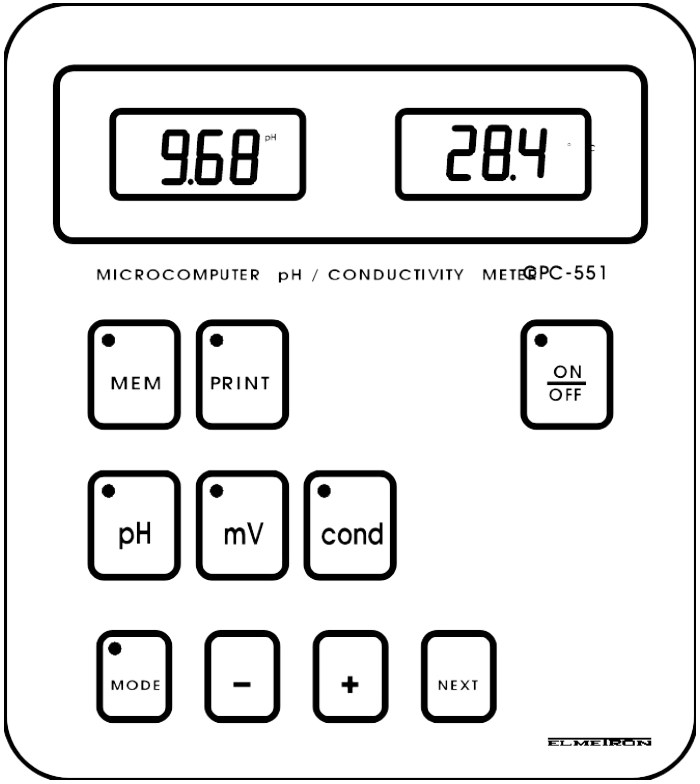
ON/OFF włączanie i wyłączanie przyrządu;

pH - pomiar pH, dłuższe naciśnięcie klawisza umożliwia wejście w tryb kalibracji (pojawia się symbol ***CAL***).

mV - pomiar napięcia;

cond - pomiar przewodności, dłuższe naciśnięcie klawisza umożliwia wejście w tryb kalibracji (pojawia się symbol ***CAL***).

MEM - po naciśnięciu klawisza następuje zapamiętanie wyniku, lub uruchomienie serii pomiarowej; po dłuższym naciśnięciu klawisza następuje wejście w tryb odczytu wyników.



Rys. 1

MODE - w funkcji **MEM** umożliwia wybór sposobu zbierania wyników pomiarów (pojedynczo lub seryjnie) oraz określenia interwału czasowego przy zbieraniu serii pomiarowych.
- w funkcji **pH** umożliwia wybór kalibracji dwupunktowej lub trzypunktowej.
- w funkcji **cond** umożliwia wywołanie na ekran wartości stałej K lub współczynnika α.

⊖ , ⊕ - w funkcji **MEM** klawisze służące do zmiany sposobu zbierania serii pomiarowych oraz wprowadzenia wartości interwału czasowego.
- w funkcji **pH** i **cond** klawisze wprowadzania wartości podczas kalibracji, podczas ręcznej kompensacji temperatury klawisze służące do wprowadzania wartości temperatury.

Na wydruku: NAGŁÓWEK
JEDNOSTKA
TEMPERATURA
CZAS
pozycje poprzedzone znakiem X będą umieszczane na wydruku,
wybór pozycji klawiszami kursora, zmiana oznaczenia klawiszem spacji.

Okno "Komentarz" (dostęp bezpośredni przez Ctrl+ F4) zawiera trzy linie umożliwiające wpisanie informacji poprzedzających zbierane wyniki. Wpisu dokonujemy za pomocą klawiatury.

21.5. Menu "Wyniki"

Menu **"Wyniki"** umożliwia przegląd i wydrukowanie wyników zgromadzonych uprzednio w zbiorach, zawiera pozycje: "Przegląd", "Zamknięcie", "Wydruk". Wybór pozycji Przegląd lub Wydruk umożliwia otwarcie okna ze zbiorami wyników.

Przegląd (F3) w tym oknie klawiszami **Alt+z** należy uaktywnić część z nazwami zbiorów, kursorem wybrać zbiór i potwierdzić klawiszem ENTER, wybrany zbiór z wynikami zostanie otwarty;

Zamknięcie (Alt+F3) po naciśnięciu klawisza ENTER otwarty zbiór zostanie zamknięty.

Wydruk (Ctrl+F3) w tym oknie klawiszami **Alt+z** należy uaktywnić część z nazwami zbiorów, kursorem wybrać zbiór i potwierdzić klawiszem ENTER, wybrany zbiór z wynikami zostanie wydrukowany;

21.6. Menu "Rejestracja"

Menu **"Rejestracja"** zawiera pozycje:
Start Serii (F2)
Stop Serii (Alt+F2)
Import serii (Ctrl+F2)
Po naciśnięciu klawisza ENTER lub odpowiedniego klawisza opisanego obok pozycji, można rozpocząć lub zatrzymać zbieranie serii, względnie dokonać importu zapamiętanej serii.

21.3. Wprowadzanie parametrów, przeglądanie wyników

Górna listwa zawiera menu: "**Definicje**", "**Wyniki**", "**Okno**", "**Rejestracja**", "**Widok**", "**Inne**".

Każde menu można otworzyć natychmiast klawiszami ALT+ podświetlona litera nazwy menu. Można też klawiszem F10 uaktywnić listwę z nazwami menu (pojawi się rewersja na menu **Parametry**), klawiszami ⇐,⇒ można wybrać menu i otworzyć je klawiszem ⇓ lub ENTER. Pozycję w otwartym menu wybiera się klawiszami ⇑ lub ⇓ i potwierdza klawiszem ENTER.
Zamknięcie menu klawiszem ESC.
Wszystkie wprowadzone parametry program zapisuje w pliku konfiguracyjnym i odtwarza je po ponownym uruchomieniu.

21.4. Menu "Definicje"

W menu **"Definicje"** znajdują się pozycje: "Parametry" i "Komentarz". Po wyborze następuje otwarcie odpowiedniego okna.

Okno "Parametry"
Sposób zbierania pomiarów, ich liczbę i interwał czasowy określa się w oknie **"Parametry"** (dostęp bezpośredni przez klawisze ALT+ F4). Pozycje w oknie wybiera się klawiszem tabulacji.

Okno zawiera:

Ilość pomiarów: ilość pomiarów w serii w zakresie 1 ÷ 2000, *wprowadzanie klawiszami numerycznymi;*

Interwał: czas pomiędzy zapamiętywanymi wynikami w zakresie 1 ÷ 1000 sekund, *wprowadzanie klawiszami numerycznymi;*

Nazwa zbioru: nazwa zbioru (8 znaków + rozszerzenie), do którego będzie zbierana seria, *wprowadzanie klawiszami alfanumerycznymi;*

Tryb pracy:
AUTO - po wystartowaniu serii klawiszem F2 pomiary będą zapamiętywane w odstępach określonych przez interwał,
RĘCZNY - każde naciśnięcie klawisza F4 powoduje zapamiętanie kolejnego pomiaru,
wybór klawiszami kursora;

NEXT - w funkcji **MEM** służy do kasowania wartości zapamiętanych wyników od wybranego do ostatniego punktu pomiarowego.
- w funkcji **pH** i **cond,** podczas ręcznej kalibracji, służy do odczytu kolejnych punktów kalibracji.

Podczas kalibracji z roztworami buforowymi w funkcji pH, po wejściu w tryb kalibracji przez dłuższe przytrzymanie klawisza **pH**, naciskanie klawisza **NEXT** wywołuje na wyświetlaczu następujące symbole:
P1 - wartość pierwszego roztworu buforowego;
C1 - wartość pomiaru w pierwszym roztworze buforowym (wartość umowna);
P2 - wartość drugiego roztworu buforowego;
C2 - wartość pomiaru w drugim roztworze buforowym (wartość umowna).
Przy trzypunktowej kalibracji dodatkowo pojawiają się:
P3 - wartość trzeciego roztworu buforowego;
C3 - wartość pomiaru w trzecim roztworze buforowym (wartość umowna).
Dokładny opis kolejności postępowania zamieszczono w rozdziale "Kalibracja pH-metru".
Podczas przeglądania wyników kalibracji lub ich korekty klawiaturą, naciskanie klawisza **NEXT** wywołuje na wyświetlaczu następujące symbole:
P1 - wartość pierwszego roztworu buforowego;
F1 - zapamiętany wynik pomiaru w pierwszym roztworze buforowym (wartość umowna);
P2 - wartość drugiego roztworu buforowego;
F2 - zapamiętany wynik pomiaru w drugim roztworze buforowym (wartość umowna).
P3 - wartość trzeciego roztworu buforowego;
F3 - zapamiętany wynik pomiaru w trzecim roztworze buforowym (wartość umowna).

Należy zwrócić uwagę, że podczas kalibracji z roztworami buforowymi na stałe pojawia się mały symbol ***CAL***, a przed pomiarami pojawiają się duże symbole **C,** natomiast podczas przeglądania zapamiętanych wyników mały symbol ***CAL*** miga, a przed pomiarami pojawiają się duże symbole **F**
Dokładny opis kolejności postępowania zamieszczono w rozdziale "Kalibracja pH-metru".

Próba przeglądania wyników kalibracji po wejściu w tryb kalibracji z roztworami buforowymi, spowoduje skasowanie uprzednio uzyskanych wyników pomiarów. Zostaną wprowadzone przypadkowe wartości pomiaru w punktach C1, C2 i ew. C3. Najczęściej będzie to jedna wartość, co uniemożliwi przeprowadzanie pomiarów. Przeglądania wyników dokonuje się wyłącznie w trybie odczytu i wprowadzania danych elektrody.

Podczas kalibracji z roztworem kontrolnym w funkcji konduktometru, po wejściu klawiszem **cond** w tryb kalibracji, naciskanie klawisza **NEXT** wywołuje na wyświetlaczu symbole:
P1 - wartość wprowadzanego roztworu kontrolnego;
C1 - wynik pomiaru w roztworze kontrolnym;
Dokładny opis kolejności postępowania zamieszczono w rozdziale "Kalibracja konduktometru ".

Z tyłu przyrządu znajduje się pięć gniazd wejściowych:

pH/mV - gniazdo **BNC-50** do podłączenia kombinowanej elektrody pH-metrycznej, pomiarowej lub przewodu do mierzenia napięcia;
GND - gniazdo do podłączenia elektrody odniesienia;
cond - gniazdo do podłączenia czujnika konduktometrycznego ;
temp - gniazdo do podłączenia czujnika temperatury
Power - gniazdo zasilacza sieciowego **9V**

Z prawej strony przyrządu znajdują się wyjścia RS-232 oraz Centronix.

Poszczególne okna informacyjne można zamykać i otwierać przez naciśnięcie klawiszy F7, F8, i F9. Klawisz F7 obsługuje okno "**Parametry**", F8 okno "**Pomiary**", a F9 okno "**Rejestracja**".
Naciśnięcie klawisza F1 otwiera lub zamyka okno pomocy (HELP) z opisem funkcji poszczególnych klawiszy.

Okno **"Parametry"** , znajdujące się w prawym dolnym rogu ekranu zawiera następujące pozycje:

Ilość pomiarów:	ilość pomiarów w serii;
Interwał czasu:	interwał w sekundach między zapamiętywanymi pomiarami
Tryb pracy:	AUTO - po wystartowaniu serii klawiszem F2 pomiary będą zapamiętywane w odstępach określonych przez interwał, RĘCZNY - każde naciśnięcie klawisza F4 powoduje zapamiętanie kolejnego pomiaru,
Zbiór:	nazwa zbioru, do którego zapisane będą wyniki pomiarów;
Status pomiaru, numer:	podczas zbierania pojedynczych pomiarów pojawia się napis "Zapis F4", a podczas zbierania serii "Rejestracja" oraz obok numer bieżącego pomiaru.
Nagłówek, Jednostki:	podświetlenie odpowiedniego tekstu informuje o zawartości nagłówka.

Dane zwarte w tym oknie są programowane w menu "**Definicje**" pozycja "Parametry".

Okno "**Pomiary**" umieszczone w prawym górnym rogu zawiera wyniki aktualnych pomiarów wraz z symbolami. Są to takie same wyniki jakie pojawiają się na wyświetlaczach przyrządu.
Nie podłączenie przyrządu do komputera sygnalizowane jest napisem:

"Błąd - brak komunikacji".

Okno "**Rejestracja**" pojawiające się z lewej strony ekranu zawiera wyniki zbieranej serii. Okno zapełnia się w miarę zapamiętywania kolejnych wyników. Podawany jest kolejny numer pomiaru, godzina, wynik funkcji mierzonej oraz temperatury.
Po zapełnieniu ekranu wyniki przesuwają się w górę.

21. WSPÓŁPRACA Z KOMPUTEREM PC

Z prawej strony przyrządu, obok gniazda Centronix znajduje się gniazdo RS-232 służące do połączenia z komputerem PC. Połączenia dokonuje się typowym kablem stosowanym do tego celu. Załączony program komputerowy umożliwia rozszerzenie możliwości przyrządu o niżej podane funkcje:

- przesyłanie wyników pomiarów z przyrządu do komputera PC z określonym interwałem czasowym.
  Ilość wyników od 1 do 2000, interwał od 1 do 1000 s.;
- gromadzenie serii pomiarów na dysku w postaci tekstowej lub numerycznej;
- przeniesienie do komputera wyników serii pomiarowych zebranych w pamięci przyrządu.
- określenie średniego wyniku zebranej serii pomiarowej.
- określenie wyników maksimum i minimum zebranej serii.

Przed uruchomieniem należy przekopiować zawartość dyskietki na twardy dysk do dowolnego katalogu. Program tworzy w bieżącym katalogu zbiór konfiguracyjny, natomiast serie pomiarowe mogą być zapisywane w katalogu bieżącym lub w podkatalogu, który należy wcześniej stworzyć. W tym drugim przypadku w nazwie zbioru należy podać ścieżkę dostępu, zaczynając od katalogu bieżącego.
Transmitowana jest tylko ta wielkość, która jest aktualnie wyświetlana.

21.1. Przygotowanie do pracy

1. Połączyć kablem gniazda RS-232 przyrządu i komputera.
2. Włączyć przyrząd i komputer.
3. Uruchomić program poleceniem:
   s - dla monitora kolorowego
   s /m - dla monitora VGA mono
   s /h - dla monitora Hercules

21.2. Obsługa programu

Po wczytaniu programu na ekranie komputera pojawi się plansza z otwartymi oknami informacyjnymi: "**Pomiary**", "**Parametry**" i "**Rejestracja**". Na górze ekranu znajduje się listwa z nazwami menu, a na dole ekranu listwa z krótkimi tekstami pomocy.

5. DANE TECHNICZNE

pH-METR:

zakres	rozdzielczość	dokładność
-2.00 ÷ 16.00 pH	0.01 pH	0.01 pH ±1cyfra

Zakres kompensacji temperatury: 0.0 ÷ 110.0 ^{o}C
Impedancja wejściowa: $10^{12}\Omega$
Stabilność termiczna zera: 0.001 pH / ^{o}C
Kalibracja elektrody: trzypunktowa lub dwupunktowa
1. za pomocą roztworów buforowych
2. na podstawie danych elektrody

MILIWOLTOMIERZ:

zakres	rozdzielczość	dokładność
± 1200mV	1 mV	±1 mV ±1 cyfra

Stabilność termiczna zera: 0.1 mV / ^{o}C
Impedancja wejściowa: $10^{12}\Omega$

KONDUKTOMETR:

Zakres pomiarowy 0 ÷ 1999 mS/cm

podzakresy*	rozdzielczość	dokładność
0 ÷ 19.99 μS/cm	0.01 μS/cm	0.5 %
20.0 ÷ 199.9 μS/cm	0.1 μS/cm	0.5 %
0.020 ÷ 1.999 mS/cm	0.001 mS/cm	0.5 %
2.00 ÷19.99 mS/cm	0.01 mS/cm	0.5 %
20.00 ÷ 199.9 mS/cm	0.1 mS/cm	1.0 %
20 ÷ 1999 mS/cm	1 mS/cm	1.0 %

* autorange

Zakres kompensacji temperatury: 0.0 ÷ 50.0 ^{o}C
Zakres regulacji stałej K: 0.20 ÷ 5.00 cm^{-1}
Zakres regulacji współczynnika α: 0.0 ÷ 2.5 % / ^{o}C
Kalibracja czujnika: jednopunktowa
1. za pomocą roztworu kontrolnego
2. na podstawie stałej K czujnika

TERMOMETR:

zakres	rozdzielczość	dokładność
-50.0 ÷ 199.9 ^{O}C	0.1 ^{O}C	±0.3 ^{O}C ±1 cyfra

Czujnik temperatury: rezystor platynowy Pt-100

INNE:

Kompensacja temperatury: ręczna/automatyczna
Temperatura pracy: 0 ÷ 45 ^{O}C
Pobór mocy: 0.6 W
Zasilanie: zasilacz sieciowy stabilizowany 9V
Wyświetlacze: 2 x LCD 13 mm
Wymiary: 200 x 180 x 50 mm
Masa: 620 g

6. WŁĄCZENIE I WYŁĄCZENIE PRZYRZĄDU

Po włączeniu przyrządu klawiszem **ON/OFF**, następuje test pamięci i wyświetlaczy, na których pojawiają się wszystkie symbole. Jeżeli test zakończy się pomyślnie, to po upływie ok. 1.5 s. przyrząd ustawia się na tryb pomiarowy funkcji, na której został wyłączony oraz pamięta wszystkie uprzednio zaprogramowane parametry. Trwałe utrzymywanie się testu oznacza uszkodzenie pamięci, co wymaga naprawy. Po naciśnięciu dowolnego klawisza funkcyjnego program przyjmie standardowe wartości parametrów. Pojawienie się na ekranie napisu **Err** informuje o uszkodzeniu przyrządu i wymaga naprawy przez producenta.
Wyłączenie następuje przez naciśnięcie klawisza **ON/OFF**.

Czerwona dioda w klawiszu **MEM** zacznie migać informując, że przyrząd jest w trakcie zbierania serii pomiarowej. Przed zapamiętaniem każdego pomiaru pojawi się na moment numer pomiaru. Zbieranie serii kończy naciśnięcie dowolnego klawisza funkcyjnego lub zapełnienie pamięci. Jeżeli zakończono zbieranie serii przed 96 numerem pomiaru, można zbierać dalej następną serię, aż do zapełnienia całej pojemności pamięci.

20. WYDRUKI NA DRUKARCE

Z prawej strony przyrządu, obok gniazda RS-232 znajduje się wyjście Centronix umożliwiające połączenie z drukarką. Stosuje się standardowy kabel do połączeń drukarki z komputerem PC. Istnieje możliwość wydruku bieżącego wyniku lub zawartości pamięci z zapamiętanymi wynikami uprzednio dokonanych pomiarów.

20.1. Wydruk na żądanie

W celu dokonania wydruku na drukarce wyniku bieżącego pomiaru należy:
- podłączyć drukarkę przez złącze Centronix;
- włączyć drukarkę;
- wybrać funkcję pomiarową;
- każde naciśnięcie klawisza **PRINT** powoduje wydruk wartości aktualnie mierzonej funkcji i temperatury.

20.2. Wydruk wyników zgromadzonych w pamięci

- podłączyć drukarkę przez złącze Centronix;
- włączyć drukarkę;
- nacisnąć i przytrzymać klawisz **MEM** do momentu pojawienia się numeru pomiaru na wyświetlaczu;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ ustawić numer pomiaru od którego chcemy rozpocząć wydruk i nacisnąć klawisz **PRINT**.

Wydrukowane zostaną wyniki pomiarów wraz z numerami.

19.3. Kasowanie zapamiętanych wyników pomiarów

Zapamiętywany wynik pod wybranym numerem pomiaru kasuje przednią zawartość pamięci pod tym numerem. Można skasować zawartość pamięci od wybranego do ostatniego numeru pamięci. W tym celu należy w trybie odczytu ustawić numer pierwszego kasowanego wyniku (pkt 19.2), a następnie skasować wybraną zawartość pamięci przez dłuższe naciśnięcie klawisza **NEXT**. Na wyświetlaczach znikną zapamiętane wyniki pomiarów, a pojawią się poziome kreski informujące o skasowaniu wyników.

19.4. Wprowadzanie pojedynczego wyniku do pamięci

W celu zapamiętania wyniku pomiaru należy:
- wybrać funkcję której wyniki chcemy zapamiętać;
- wybrać pojedynczy sposób zbierania pomiarów (pkt 14.1);
- ustawić numer pomiaru od którego chcemy zapamiętywać wyniki postępując jak przy przeglądaniu (pkt 14.2), ewentualne skasować pomiary od wybranego punktu (pkt 14.3)
- w trybie pomiarowym zapamiętać wynik przez naciśnięcie klawisza **MEM** .

Na lewym wyświetlaczu na moment pojawi się numer pod którym zostanie zapamiętany wynik (od 01 do 96).
Po każdym zapisie do pamięci numer pomiaru jest automatycznie powiększany o jeden i przyrząd jest przygotowany do zapamiętania następnego wyniku pod kolejnym numerem.

19.5. Zbieranie serii pomiarowej

Istnieje możliwość zbierania serii pomiarowych do 96 pomiarów. W tym celu należy:
- wybrać seryjny sposób zbierania pomiarów (pkt 14.1);
- określić numeru pomiaru od którego zbierane będą wyniki postępując jak przy przeglądaniu (pkt 14.2);
- skasować pomiary od wybranego punktu (pkt 14.3);
- wprowadzić interwał czasowy:
  a. nacisnąć klawisz **MEM** do momentu pojawienia się na lewym wyświetlaczu numeru pomiaru,
  b. nacisnąć klawisz **MODE,** na ekranie pojawi się ustawiona wartość interwału czasowego w sekundach,
  c. klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić wartość interwału;
- nacisnąć klawisz funkcji, której wyniki chcemy zapamiętywać. - rozpocząć zbieranie serii przez naciśnięcie klawisza **MEM.**

7. PRZYGOTOWANIE PRZYRZĄDU DO PRACY

W celu przygotowania przyrządu do pracy, należy wykonać następujące czynności:
- podłączyć zasilacz do gniazda **Power**;
- dla pomiarów **pH** do gniazda **pH/mV** podłączyć elektrodę kombinowaną lub elektrodę pomiarową; w tym przypadku do gniazda **GND** podłączyć elektrodę odniesienia. Elektrody powinny być w dobrym stanie technicznym oraz przygotowane do pracy wg instrukcji producenta elektrod;
- dla pomiarów **przewodności** do gniazda **cond** podłączyć czujnik konduktometryczny o odpowiedniej stałej K (str. 25).
- w przypadku stosowania czujnika temperatury, podłączyć go do gniazda **temp**;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- wprowadzić odpowiednie wartości parametrów takich, jak ilość punktów kalibracji, jednostka, stała K, współczynnik α;

Uwaga: podczas pomiaru pH czujnik konduktometryczny musi być odłączony od przyrządu lub wyjęty z roztworu, w którym jest zanurzona elektroda pH-metryczna.

7.1. Wybór rodzaju kompensacji temperatury

Przyrząd przełącza się sam na automatyczną lub ręczną kompensację temperatury. Podłączenie czujnika temperatury powoduje przełączenie na automatyczną kompensację. Odłączenie czujnika przełącza przyrząd na ręczną kompensację. Na prawym wyświetlaczu w miejsce temperatury mierzonej wyświetlana jest wartość temperatury wprowadzonej przez użytkownika. Wyświetlany na prawym wyświetlaczu symbol ***°C*** zacznie migać.

UWAGA: przekroczenie maksymalnej wartości mierzonej jest sygnalizowane miganiem cyfr na wyświetlaczu. W wypadku przekroczenia granicznej wartości kompensacji temperatury, wynik przeliczany jest do granicznej wartości temperatury, a nie do wyświetlanej. Przekroczenie sygnalizowane jest miganiem cyfr wyniku mimo, że nie zostały przekroczone jego wartości graniczne.

19. PAMIĘĆ, ZBIERANIE SERII POMIAROWYCH

Przyrząd umożliwia zapamiętanie i odczyt 96 wyników pomiarów aktualnie mierzonej funkcji. Wyniki pomiarów zapamiętywane są w pamięci typu EEPROM, która zachowuje zawartość nawet przy całkowitym braku zasilania przez dziesięć lat.
Wyniki te mogą być zbierane pojedynczo, lub w postaci serii pomiarowej z zaprogramowanym interwałem czasowym. Istnieje możliwość przeglądania zapamiętanych wyników, wprowadzania nowych do pamięci oraz kasowania.

19.1. Wybór sposobu zbierania pomiarów

Przed rozpoczęciem zapamiętywania wyników należy wybrać sposób zbierania ręczny lub automatyczny. W tym celu należy:

- nacisnąć i przytrzymać klawisz **MEM** do momentu pojawienia się na lewym wyświetlaczu numeru pomiaru;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ ustawić numer pomiaru, pod którym wprowadzony zostanie pierwszy wynik.
- nacisnąć klawisz **MODE**;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wybrać sposób zbierania pomiarów: symbol **POJ** informuje, że wyniki będą zbierane pojedynczo, symbol **SEr** informuje, że wyniki będą zbierane seryjnie.

Wyjście do trybu pomiarowego następuje po naciśnięciu dowolnego klawisza funkcyjnego.

19.2. Przeglądanie wyników

- nacisnąć i przytrzymać klawisz **MEM**, do momentu pojawienia się numeru pomiaru
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wybrać numeru pomiaru.

Na wyświetlaczu pojawi się zapamiętana wartość. Każde naciśnięcie klawisza ⊖ lub ⊕ powoduje wyświetlenie przez chwilę następnego lub poprzedniego numeru pomiaru, a następnie zapamiętanej wartości pod tym numerem. W trybie odczytu pamięci klawisze ⊖ i ⊕ działają z repetycją. Przytrzymanie każdego z nich powoduje zmianę numeru pomiaru z coraz większą prędkością, aż do zatrzymania się na największym lub najmniejszym numerze pomiaru.
Wyjście z trybu odczytu pamięci następuje przez naciśnięcie dowolnego klawisza funkcyjnego.

18. POMIAR TEMPERATURY

Pomiar temperatury przeprowadzamy następująco:

- do gniazda przyrządu oznaczonego symbolem **temp** należy podłączyć czujnik temperatury;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- włożyć czujnik do roztworu, którego temperaturę należy zmierzyć;
- odczekać do ustabilizowania się wartości na prawym wyświetlaczu i odczytać wynik.

W czasie pomiaru pH z automatyczną kompensacją temperatury przyrząd współpracuje z czujnikiem i mierzy temperaturę roztworu jednocześnie z pomiarem pH uwzględniając ją podczas kompensacji.

Uwaga: przerwa w obwodzie czujnika temperatury powoduje przełączenie się przyrządu na ręczną kompensację temperatury, co jest sygnalizowane miganiem symbolu ^{o}C. Na prawym wyświetlaczu w miejsce temperatury mierzonej wyświetlana jest wartość temperatury wprowadzonej przez użytkownika.

8. PRZYGOTOWANIE ELEKTRODY pH-METRYCZNEJ

Jeżeli producent kombinowanej elektrody pH-metrycznej nie poda innego sposobu, należy postępować wg niżej podanych zasad.

1. Nową elektrodę należy moczyć w wodzie destylowanej lub nasyconym roztworze KCl przez okres około 12 godzin.
2. Przed pomiarem należy zsunąć pierścienie osłonowe (jeżeli są stosowane w danym typie elektrody). Pierścień dolny, osłaniający łącznik elektrody, zsuwa się w górę, wzdłuż korpusu, pierścień górny, z otworu służącego do uzupełniania KCl, w dół korpusu elektrody.
   Usunięcie dolnego pierścienia jest konieczne, gdyż w przeciwnym przypadku elektroda nie będzie mierzyć.
   Górny pierścień należy zdjąć podczas pomiaru roztworów o wysokiej temperaturze oraz w celu lepszego samooczyszczenia łącznika w przypadku pomiarów roztworów z osadami. Wypływający KCl przez łącznik nie dopuszcza wtedy do jego zatkania. Zamiast zsuwania pierścienia górnego można przekłuć go igłą.
3. Podczas pomiarów nie wolno trzymać za kabel elektrody.
4. Po każdym pomiarze elektrodę należy opłukać wodą destylowaną.
5. Osuszyć membranę elektrody, delikatnie dotykając ją bibułą, nie wycierać przez silne pocieranie.
6. Po pracy przechowywać elektrodę w jednym z roztworów podanych w pkt 1. Pierścienie osłonowe należy nasunąć na łącznik i otwór górny.
7. W przypadku długich przerw w użytkowaniu elektrodę należy osuszyć bibułą i przechowywać w opakowaniu.
8. Po wyjęciu z opakowania należy usunąć ewentualny osad za pomocą wody.
9. Przed ponownym użyciem elektrodę należy moczyć w wodzie destylowanej przez okres kilku godzin.
10. należy kontrolować poziom elektrolitu i okresowo uzupełniać przez górny otwór w korpusie elektrody (nasyconym roztworem KCl).

9. KALIBRACJA ELEKTRODY

Kalibracja jest specyficznym rodzajem pomiaru pH roztworów wzorcowych, w celu usunięcia różnic wskazań przyrządu i elektrody. W **CPC-551** pomiar elektrodą niewykalibrowaną nie jest możliwy. Przed rozpoczęciem pracy z nową elektrodą należy wykalibrować ją, powtarzając okresowo tą czynność. Podczas eksploatacji maleje aktywność membrany elektrody i starzeje się elektrolit, co powoduje zmianę wskazań, a w efekcie uzyskiwane wyniki są obarczone dodatkowym błędem. Okres pomiędzy poszczególnymi kalibracjami zależy od jakości elektrody, intensywności pomiarów oraz wymagań dotyczących dokładności pomiaru. Kontrolne dokonywanie pomiarów roztworu wzorcowego dobrej jakości umożliwi określenie stanu elektrody, a stwierdzenie błędu większego od dopuszczalnego będzie informacją o konieczności powtórzenia kalibracji. Kalibracja polega na wprowadzeniu do pamięci przyrządu wartości pH stosowanych roztworów i dokonania pomiarów tych roztworów za pomocą elektrody, którą się kalibruje. Jeżeli stosuje się te same roztwory, to ich wartości pH wprowadza się tylko przy pierwszej kalibracji, gdyż pozostają one w pamięci przyrządu. Kolejne kalibracje są wtedy znacznie ułatwione.
Kalibrację można przeprowadzić dwoma sposobami:
- z użyciem roztworów wzorcowych (buforowych);
- przez wprowadzenie klawiaturą parametrów elektrody uzyskanych na podstawie uprzednio dokonanej kalibracji.

9.1. Kalibracja za pomocą roztworów buforowych

Przyrząd umożliwia dwu lub trzypunktową kalibrację elektrody. Zastosowanie mikrokomputera w przyrządzie **CPC-551** pozwoliło na wyeliminowanie ściśle określonych punktów kalibracji, co umożliwia stosowanie dowolnych roztworów buforowych wykorzystywanych w dowolnej kolejności. Takie rozwiązanie umożliwia wybór roztworów o wartościach pH bliskich wartościom mierzonym, co ma szczególne znaczenie podczas pomiarów na krańcach zakresu pomiarowego elektrody, gdzie charakterystyka elektrody może być nieliniowa. Dokładność kalibracji zależy od ścisłego stosowania instrukcji oraz używania roztworów buforowych dobrej jakości. Wskazane jest mieszanie roztworów w czasie kalibracji np. mieszadłem magnetycznym. Jeżeli przewiduje się pomiary w całym zakresie pomiarowym wskazane jest trzypunktowe wykalibrowanie elektrody (np. w roztworach o wartościach 4 pH, 7 pH i 9 pH).

- sprawdzić, czy cała cela pomiarowa jest zanurzona i czy nie ma w niej pęcherzyków powietrza
- termometrem laboratoryjnym zmierzyć temperaturę roztworu,
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić wartość zmierzonej temperatury;
- odczekać do ustabilizowania się wartości na lewym wyświetlaczu i odczytać wynik.

17.2. Pomiar przewodności z automatyczną kompensacją temperatury

W przypadku pomiaru z automatyczną kompensacją temperatury należy:

- podłączyć czujniki konduktometryczny i temperatury do odpowiednich gniazd z tyłu przyrządu (**cond** i **temp**);
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- wprowadzić stałą K czujnika konduktometrycznego lub wykalibrować go na roztworze kontrolnym (str. 26);
- wprowadzić wartość współczynnika α;
- do naczynia z mierzonym roztworem włożyć czujnik konduktometryczny i czujnik temperatury nie dotykając brzegów naczynia i jego dna, najlepiej stosować statyw;
- sprawdzić, czy cała cela pomiarowa jest zanurzona i czy nie ma w niej pęcherzyków powietrza;
- nacisnąć klawisz **cond**;
- odczekać do ustabilizowania się wartości na lewym wyświetlaczu i odczytać wynik.

Uwaga: W przypadku przekroczenia granicznej wartości temperatury uwzględnianej podczas kompensacji, miga wynik pomiaru przewodności mimo, że nie zostały przekroczone jego wartości graniczne.

17.3. Pomiar przewodności z ręczną kompensacją temperatury

Pomiar z ręczną kompensacją temperatury przebiega w ten sam sposób jak z automatyczną, różnica polega na wprowadzaniu klawiaturą wartości temperatury roztworu zmierzonej termometrem. Kompensację ręczną można stosować podczas stabilnych warunków pracy, np. przy pomiarach przeprowadzanych w warunkach laboratoryjnych, zwłaszcza z użyciem termostatu. Odłączenie czujnika temperatury przełącza przyrząd na ręczną kompensację temperatury (miga symbol ***CAL***). Wartość wprowadzonej temperatury podczas ręcznej kompensacji wyświetlana jest wtedy na prawym wyświetlaczu przyrządu.

W czasie pomiaru z ręczną kompensacja temperatury należy:

- do naczynia z roztworem mierzonym włożyć czujnik konduktometryczny, zwracając uwagę na to, by podczas pomiarów czujnik nie dotykał brzegów naczynia i jego dna,

W przypadku stosowania firmowych roztworów buforowych należy je stosować w temperaturze określonej przez producenta. Jeżeli producent podaje wartości pH dla różnych temperatur można zmierzyć temperaturę roztworu i wprowadzić wartość pH odpowiadającą aktualnej wartości temperatury. Nie trzeba wtedy podgrzewać roztworu. Kalibracja z wykorzystaniem roztworów wzorcowych pH dokonywana jest po wywołaniu trybu kalibracji. Po jej zakończeniu przyrząd automatycznie wychodzi z tego trybu.

Wartości pomiaru wyświetlane podczas kalibracji nie są podawane w jednostkach pH, są wartościami bezwymiarowymi. Nie należy porównywać uzyskanych wyników z wartością pH stosowanego wzorca. Dopiero po zakończeniu kalibracji przyrząd automatycznie wyjdzie z tego trybu i pojawią się wyniki w jednostkach pH.

9.1.1. Kalibracja z automatyczną kompensacją temperatury

- przygotować do pracy elektrodę (lub elektrody pomiarową oraz odniesienia) wg wskazówek producenta elektrod lub korzystając z informacji zawartych w rozdz. 8 str. 10;
- w przyrządzie wybrać pomiar pH naciskając klawisz **pH**;
- nacisnąć klawisz **MODE**, a następnie klawiszami ⊖ lub ⊕ wybrać na lewym wyświetlaczu dwupunktową (symbol **2-P**), lub trzypunktową (symbol **3-P**) kalibrację elektrody;
- podłączyć do przyrządu przygotowaną elektrodę kombinowaną pH lub elektrody pomiarową i odniesienia oraz czujnik temperatury;
- zmierzyć czujnikiem temperaturę roztworów buforowych i doprowadzić je do temperatury podanej przez producenta;
- elektrodę/y i czujnik temperatury włożyć do pierwszego roztworu buforowego;
- nacisnąć i przytrzymać klawisz **pH** do momentu pojawienia się na lewym wyświetlaczu symbolu *CAL* (przyrząd wejdzie w tryb kalibracji);
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **P1** (pierwszy punkt kalibracji),
- nacisnąć klawisz **NEXT,** na lewym wyświetlaczu pojawi się wartość pierwszego roztworu buforowego którą wprowadzono do pamięci przyrządu podczas poprzedniej kalibracji, jeżeli taki roztwór nie jest stosowany, klawiszami ⊖ lub ⊕ należy wprowadzić wartość pH pierwszego roztworu buforowego;

- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **C1** (kalibracja w pierwszym roztworze buforowym), sprawdzić, czy elektroda i czujnik znajdują się w wybranym roztworze;
- nacisnąć klawisz **NEXT**, rozpocznie się pomiar, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru pierwszego roztworu buforowego;
- odczekać do ustabilizowania wyniku na wyświetlaczu (ok. 30 do 60 s.) i nacisnąć klawisz **NEXT**, co spowoduje zapamiętanie wartości pomiaru (zapulsowanie wyniku jest potwierdzeniem zapisu do pamięci).

Przystąpić do kalibracji w drugim roztworze wzorcowym:

- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **P2** (drugi punkt kalibracji),
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się wartość drugiego roztworu buforowego wprowadzonego do pamięci podczas poprzedniej kalibracji, jeżeli taki roztwór nie jest stosowany, klawiszami ⊖ lub ⊕ należy wprowadzić wartość pH drugiego roztworu buforowego;
- wyjąć elektrodę/y i czujnik z pierwszego roztworu, przepłukać starannie wodą destylowaną i delikatnie osuszyć bibułą filtracyjną;
- włożyć elektrodę i czujnik do drugiego roztworu wzorcowego.
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **C2** (kalibracja w drugim roztworze buforowym), sprawdzić, czy elektroda i czujnik znajdują się w wybranym roztworze;
- nacisnąć klawisz **NEXT**, rozpocznie się pomiar, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru drugiego roztworu buforowego;
- odczekać do ustabilizowania wyniku na wyświetlaczu (ok. 30 do 60 s.) i nacisnąć klawisz **NEXT**, co spowoduje zapamiętanie wartości pomiaru (zapulsowanie wyniku jest potwierdzeniem zapisu do pamięci).

W przypadku trzypunktowej kalibracji należy powtórzyć po raz trzeci opisane powyżej czynności.

Po zapamiętaniu wartości ostatniego punktu kalibracji przyrząd automatycznie wychodzi z trybu kalibracji, znika symbol *CAL* i przyrząd wraca do trybu pomiarowego. Można wtedy przeprowadzić kontrolę poprawności kalibracji. Po włożeniu wykalibrowanej elektrody do dowolnego ze stosowanych buforów przyrząd powinien wskazać wartość pH tego buforu z odchyleniem równym dopuszczalnym błędom określonym w danych technicznych.

16. KONTROLA I ZMIANA WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA KOMPENSACJI TEMPERATURY α

Zakres współczynnika α w pH/konduktometrze **CPC-551** wynosi 0 ÷ 2.5 % / ^{o}C z możliwością regulacji co 0.1 % / ^{o}C. Do pomiarów można przyjąć najczęściej stosowany współczynnik kompensacji temperatury α = 2 % / ^{o}C lub w wypadku zwiększonych wymagań określić rodzaj mierzonego roztworu i dobrać dla niego najodpowiedniejszą wielkość tego współczynnika.

W celu wprowadzenia współczynnika kompensacji temperatury α należy:

- naciskać klawisz **MODE** do momentu pojawienia się na lewym wyświetlaczu symbolu α i wartości współczynnika;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić wartość współczynnika;
- wrócić do trybu pomiarowego naciskając klawisz **cond**.

17. POMIAR PRZEWODNOŚCI WŁAŚCIWEJ

17.1. Pomiar przewodności bez kompensacji temperatury

Dokładny pomiar przewodności powinien być przeprowadzany bez kompensacji temperatury. Roztwór należy doprowadzić do temperatury 25 ^{o}C. Podczas kontroli można korzystać z czujnika temperatury. Przy pracy bez czujnika temperaturę należy wprowadzić za pomocą klawiszy ⊖ lub ⊕ obserwując wartość na prawym wyświetlaczu.

Kolejno należy:

- podłączyć do przyrządu czujnik konduktometryczny i czujnik temperatury;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- wprowadzić stałą K czujnika konduktometrycznego lub wykalibrować go na roztworze kontrolnym (str. 26);
- umieścić czujniki na wysokości ok. 2 cm od dna naczynia;
- sprawdzić, czy cała cela pomiarowa jest zanurzona i czy nie ma w niej pęcherzyków powietrza;
- doprowadzić temperaturę roztworu do 25 ^{o}C;
- nacisnąć klawisz **cond i** odczytać wynik po ustabilizowaniu.

15. UWAGI O KOMPENSACJI TEMPERATURY I WSPÓŁCZYNNIKU α

Zmiana temperatury roztworu powoduje zmianę jego przewodności. W celu uzyskania porównywalności wyników konieczne jest dokonywanie pomiarów w tej samej temperaturze lub przeliczenie uzyskanego wyniku do temperatury odniesienia (najczęściej 25 ^{o}C), co następuje dzięki kompensacji temperatury. Do przeliczenia wartości pomiaru do temperatury odniesienia niezbędna jest znajomość współczynnika kompensacji temperatury α. Współczynnik α informuje, o ile procent zmienia się przewodność przy zmianie temperatury o 1^{o}C. Najczęściej przyjmuje się 2 % / ^{o}C, gdyż wartość ta odpowiada w przybliżeniu współczynnikowi α dla NaCl w zakresie temperatur 20 ÷ 30 ^{o}C. Istnieją roztwory w których zmiana przewodności w zależności od zmiany temperatury wynosi mniej lub więcej niż 2 % / ^{o}C. W przyrządzie można zmienić współczynnik α w zakresie 0 ÷ 2.5% / ^{o}C. Stężenie roztworu ma także wpływ na wartość tego współczynnika. Dokładniejsze pomiary wymagają wyznaczenia współczynnika α dla mierzonego stężenia. Ma to decydujący wpływ na końcowy wynik pomiaru. Poniżej podano wartości współczynnika α w temperaturze 25 ^{o}C kilku związków chemicznych o określonym stężeniu wagowym.

Substancja	Stężenie wagowe	Współczynnik α
HCl	10 %	1.56
KCl	10 %	1.88
H_2SO_4	50 %	1.93
NaCl	10%	2.14
HF	1.5 %	7.20
HNO_3	31 %	31.0

Przy pomiarach soli wartość 2 % / ^{o}C została przyjęta jako standard, a błąd wynikający z tego przybliżenia nie jest wysoki. Niewłaściwa wartość współczynnika α może całkowicie wypaczyć wynik. **Przeprowadzanie dokładnych pomiarów wymaga rezygnacji z kompensacji temperatury i dokonywania ich w roztworach o temperaturze 25 ^{o}C,** współczynnik α nie wpływa wtedy na wynik.

Jeżeli po kalibracji przyrząd nie będzie mierzył (wskazywana jest wartość 0.00 pH), może to być następstwem przeglądania wyników w trybie kalibracji. Przyrząd dokonuje wtedy pomiarów w punktach C1, C2 i C3, a ponieważ elektroda nie jest wkładana do roztworów buforowych, zapamiętane są przypadkowe wyniki o bardzo podobnych wartościach cyfrowych we wszystkich trzech punktach. Podobna sytuacja może mieć miejsce przy całkowitym uszkodzeniu elektrody. Wyniki kalibracji sprawdza się po wyjściu z trybu kalibracji w trybie odczytu wyników kalibracji opisanym w pkt 9.2.1. W przypadku stosowania roztworów o wartościach 4.00 pH, 7.00 pH i 9.00 pH, bezwymiarowe wartości mogą wynosić odpowiednio: –160, 0, +220. W zależności od elektrody wartości te mogą się różnić od podanych o kilkanaście lub więcej jednostek.

9.1.2. Kalibracja z ręczną kompensacją temperatury

W celu wykonania kalibracji z ręczną kompensacją temperatury należy:
- odłączyć czujnik temperatury;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- do naczynia z mierzonym roztworem buforowym włożyć elektrodę;
- termometrem laboratoryjnym zmierzyć temperaturę roztworu;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić na prawym wyświetlaczu wartość zmierzonej temperatury;
- nacisnąć i przytrzymać klawisz **pH** do momentu pojawienia się symbolu *CAL*;

Wszystkie pozostałe czynności opisano w pkt 9.2.1

Odłączenie czujnika temperatury przełącza przyrząd na ręczną kompensację. Na prawym wyświetlaczu podana jest wtedy wartość wprowadzonej temperatury, a nie jak podczas pomiarów z czujnikiem, wartość mierzonej temperatury.

9.1.3. Dokalibrowanie wybranego punktu kalibracji.

Przyrząd umożliwia dokalibrowanie dowolnego punktu bez zmiany pozostałych punktów kalibracji. Należy postąpić zgodnie z pkt 9.1.1 lub pkt 9.1.2 do momentu pojawienia się symbolu **P1** odpowiadającemu pierwszemu punktowi kalibracji, **następnie klawiszami ⊖ lub ⊕ zmienić punkt na P2 lub P3** i wykonać kalibrację w tym punkcie zgodnie z wyżej podanym opisem. Po zatwierdzeniu pomiaru w wybranym punkcie klawiszem **NEXT**, co jest sygnalizowane zapulsowaniem wyniku, można przejść do kalibracji następnego punktu lub wyjść z trybu kalibracji naciskając dowolny klawisz funkcyjny. Wyniki w pozostałych punktach kalibracji nie ulegną zmianie.

9.2. Kalibracja bez roztworów buforowych

CPC-551 posiada możliwość szybkiej kalibracji bez roztworów buforowych. Funkcje tą można wykorzystać w przypadku potrzeby pomiaru kilkoma elektrodami lub po stłuczeniu stosowanej elektrody. Warunkiem jest wcześniejsze wykalibrowanie stosowanych elektrod, odczytanie parametrów kalibracji z pamięci przyrządu i zanotowanie tych wartości. Przed wymianą elektrody należy je wprowadzić klawiaturą wg niżej podanych wskazówek.

9.2.1. Odczyt danych elektrody

Po wykalibrowaniu elektrody na roztworami buforowymi można odczytać wartości punktów kalibracji. **Po wejściu w tryb pomiarowy przez krótkie naciśnięcie klawisza pH, należy odczytać wartości kalibracji przez kolejne naciskanie klawisza NEXT.** Nie wolno dokonywać odczytu w trybie kalibracji, gdyż skasuje się zapamiętane wyniki.
W trybie odczytu pojawia się migający symbol *CAL* i zamiast symboli **C1**, **C2** i **C3**, pojawiają się symbole **F1**, **F2** i **F3**. Wartości umowne pojawiające się po tych symbolach są wynikami uprzednio przeprowadzonej kalibracji.
Kolejność postępowania opisano poniżej:

- nacisnąć klawisz **pH**
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **P1**,
- nacisnąć klawisz **NEXT** pojawi się wartość pierwszego roztworu buforowego, jaki stosowano do kalibracji;
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **F1** (odczyt wyniku pomiaru pierwszego roztworu buforowego);

14.2.1. *Kalibracja z automatyczną kompensacją temperatury*

- podłączyć czujnik konduktometryczny i czujnik temperatury;
- włożyć obydwa czujniki do roztworu kontrolnego;
- zmierzyć czujnikiem temperaturę roztworu kontrolnego i doprowadzić ją do 25 ^{o}C;
- nacisnąć i przytrzymać klawisz **cond** do momentu pojawienia się symbolu ***CAL****;*
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **P1***;*
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się wartość roztworu kontrolnego;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić wartość stosowanego roztworu kontrolnego
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **C1** (pomiar przewodności roztworu kontrolnego);
- nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru w roztworze kontrolnym;
- po ustabilizowaniu wyniku nacisnąć klawisz **NEXT** (zapulsowanie wyniku jest potwierdzeniem zapisu do pamięci).

Po zapamiętaniu wartości punktu kalibracji przyrząd automatycznie wraca do trybu pomiarowego.

14.2.2. *Kalibracja z ręczną kompensacją temperatury*

Podczas kalibracji z ręczną kompensacją temperatury należy:

- odłączyć czujnik temperatury;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- do naczynia z mierzonym roztworem kontrolnym włożyć czujnik konduktometryczny;
- termometrem laboratoryjnym zmierzyć temperaturę roztworu i doprowadzić do 25 ^{o}C;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić na prawym wyświetlaczu wartość 25 ^{o}C;
- nacisnąć i przytrzymać klawisz **cond** do momentu pojawienia się symbolu ***CAL***.

Wszystkie pozostałe czynności opisano w pkt 8.2.1.
Odłączenie czujnika temperatury automatycznie przełącza przyrząd na ręczną kompensację. Na prawym wyświetlaczu wyświetlana jest wtedy wartość wprowadzonej temperatury klawiaturą.

14. KALIBRACJA KONDUKTOMETRU

Kalibracja polega na dostosowaniu wartości K przyrządu do stosowanego czujnika konduktometrycznego i jest niezbędnym warunkiem dla uzyskania dokładnych wyników. Kalibrację można przeprowadzić na podstawie danych czujnika lub z użyciem roztworu kontrolnego. Zastosowanie mikrokomputera pozwala na precyzyjne przystosowanie przyrządu do znanej wielkości stałej K czujnika konduktometrycznego. Wysoką dokładność można również uzyskać stosując roztwór kontrolny o znanej przewodności. Praktycznie stała K ulega pewnym zmianom dopiero po długotrwałej eksploatacji dlatego nie jest konieczne przeprowadzanie częstej kalibracji.

14.1. Kalibracja na podstawie danych czujnika

Konduktometr posiada możliwość dokładnej kalibracji bez roztworu kontrolnego. Wymagana jest znajomość wartości stałej K czujnika konduktometrycznego. Wartość ta może być podana przez producenta lub można ją określić za pomocą pH/konduktometru **CPC-551** po dokonaniu kalibracji z użyciem roztworu kontrolnego.
Należy kolejno:

- przejść do trybu pomiaru przewodności naciskając klawisz **cond**;
- nacisnąć klawisz **MODE**, na lewym ekranie pojawi się mały symbol K i wartość wprowadzonej stałej K;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ skorygować wskazanie do wartości stałej K stosowanego czujnika;
- wyjść z trybu wprowadzania stałej K naciskając klawisz **cond.**

Jeżeli stała K czujnika nie jest znana, po wykonaniu kalibracji w roztworze kontrolnym można w wyżej podany sposób odczytać wartość stałej K czujnika.

14.2. Kalibracja za pomocą roztworu kontrolnego

Przyrząd umożliwia jednopunktową kalibrację. Zastosowanie mikrokomputera w **CPC-551** pozwoliło na wyeliminowanie ściśle określonych punktów kalibracji, co pozwala na stosowanie roztworu o wartości przewodności bliskiej wartościom mierzonym. Do kalibracji wymagany jest roztwór kontrolny dobrej jakości.

nacisnąć klawisz **NEXT** pojawi się wartość umowna pomiaru w pierwszym roztworze buforowym;
- nacisnąć ponownie klawisz **NEXT**, pojawi się symbol **P2**, nacisnąć klawisz **NEXT**, pojawi się wartość drugiego roztworu buforowego, jaki stosowano podczas kalibracji;

Odczyty kolejnych punktów dokonuje się w analogiczny sposób.

Z trybu odczytu danych elektrody można wyjść w każdej chwili przez naciśnięcie klawisza dowolnej funkcji pomiarowej.

9.2.2. Kalibracja na podstawie danych elektrody

Kalibrację rozpoczynamy od ustawienia ilości punktów kalibracji wg pkt 9.1.1. Następnie postępując zgodnie z pkt 9.2.1, podczas pojawiania się kolejnych wartości, klawiszami ⊖ lub ⊕ należy wprowadzić dane kalibracji elektrody.

10. POMIAR pH

Przed przystąpieniem do pomiaru należy przygotować do pracy przyrząd (str. 9) oraz wykalibrowaną elektrodę pH-metryczną (str. 11 ÷ 16). Dobry stan elektrody jest podstawowym warunkiem prawidłowych pomiarów.

10.1. Pomiar z automatyczną kompensacją temperatury

W przypadku pomiaru z automatyczną kompensacją temperatury należy:

- podłączyć elektrodę (lub elektrody pomiarową i odniesienia) oraz czujnik temperatury do odpowiednich gniazd z tyłu przyrządu (**pH/mV**, **GND** i **temp**);
- jeżeli elektroda nie była kalibrowana lub pracowano z nią pewien okres, dokonać kalibracji (str. 11);
- do naczynia z mierzonym roztworem włożyć elektrodę (lub elektrody pomiarową i odniesienia) oraz czujnik temperatury nie dotykając brzegów naczynia i jego dna, najlepiej stosować statyw;
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- nacisnąć klawisz **pH**;
- odczekać do ustabilizowania się wartości na lewym wyświetlaczu i odczytać wynik.

Dokładne pomiary wymagają stosowania mieszadła elektromagnetycznego.

Wynik wartości temperatury mierzonej podczas pomiaru pH wskazuje prawy wyświetlacz. Przekroczenie zakresu pomiarowego jest sygnalizowane miganiem cyfr na wyświetlaczu. W przypadku przekroczenia granicznej wartości temperatury uwzględnianej podczas kompensacji, migają cyfry wyniku pH mimo, że nie zostały przekroczone jego wartości graniczne.

10.2. Pomiar z ręczną kompensacją temperatury

Pomiar z ręczną kompensacją temperatury przebiega w ten sam sposób jak z automatyczną, różnica polega na wprowadzaniu klawiaturą wartości temperatury roztworu zmierzonej termometrem. Kompensację ręczną można stosować podczas stabilnych warunków pracy, np. przy pomiarach pH przeprowadzanych w warunkach laboratoryjnych, zwłaszcza z użyciem termostatu. Odłączenie czujnika temperatury przełącza przyrząd na ręczną kompensację temperatury (miga symbol ^{o}C). Wartość wprowadzonej temperatury podczas ręcznej kompensacji wyświetlana jest wtedy na prawym wyświetlaczu przyrządu.

W czasie pomiaru z ręczną kompensacja temperatury należy:

- jeżeli elektroda nie była kalibrowana lub pracowano z nią pewien okres, wykalibrować ją (str. 14);
- do naczynia z roztworem mierzonym włożyć elektrodę, należy zwracać uwagę na to by podczas pomiarów elektroda nie dotykała brzegów naczynia i jego dna, najlepiej stosować statyw;
- termometrem laboratoryjnym zmierzyć temperaturę roztworu,
- włączyć przyrząd klawiszem **ON/OFF**;
- nacisnąć klawisz **pH**;
- klawiszami ⊖ lub ⊕ wprowadzić na prawym wyświetlaczu wartość zmierzonej temperatury;
- odczekać do ustabilizowania się wartości na lewym wyświetlaczu i odczytać wynik.

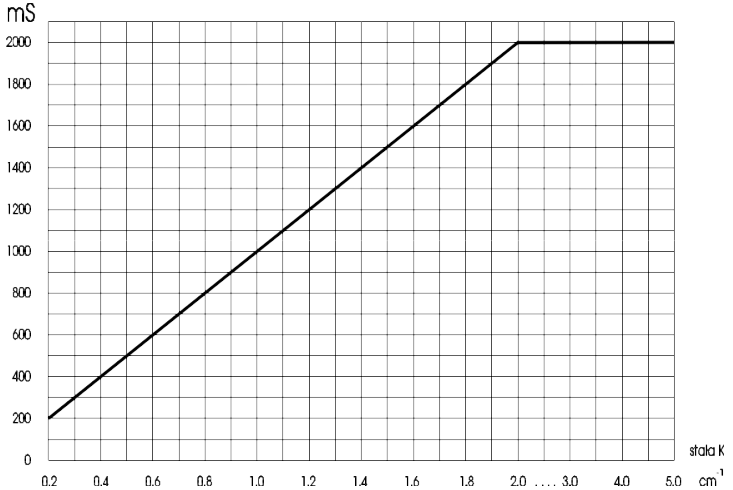
13. POMIARY KONDUKTOMETRYCZNE

13.1. Wybór oraz obsługa czujnika konduktometyrycznego

Przyrząd jest przystosowany do współpracy z czujnikami konduktometrycznymi z wtykiem BNC-50 i stałej K w zakresie $0.20 \div 5.00\ cm^{-1}$. Maksymalny zakres pomiarowy G_{MAX} w [S] zależy od stałej K wg poniższej zależności:

$$G_{MAX} = K$$

np. dla stałej $K = 0.2\ cm^{-1}$ wyniesie 0.2 S (200 mS), a dla stałej $K = 0.8\ cm^{-1}$ wyniesie 0.8 S (800 mS). Powyższą zależność pokazuje rys. 2. Dla stałych K w zakresie $2.00 \div 5.00\ cm^{-1}$ maksymalny zakres pomiarowy wynosi 2 S. Przy wartościach mierzonych poniżej 200 μS ze względu na stabilność pomiaru zaleca się stosowanie czujników o stałej K nie większej niż $0.90\ cm^{-1}$.



Rys. 2. Zależność między maksymalnym zakresem pomiarowym a stałą K.

W przypadku korzystania z pełnego zakresu pomiarowego należy stosować dwa czujniki o odpowiednich stałych K. Obsługa czujnika polega na dokładnym opłukaniu wnętrza celi pomiarowej wodą destylowaną. Moczenie czujnika przed pomiarem nie jest wymagane. Nie należy czyścić w sposób mechaniczny elektrod pokrytych czernią platynową, gdyż można ją zetrzeć, obniżyć stabilność pomiaru i zmienić stałą K. Stłuczona cela pomiarowa uniemożliwia dokładny pomiar. Pomiary cieczy o dużej zawartości oleju lub gęstych osadów mogą spowodować zanieczyszczenie czerni platynowej uniemożliwić pomiar i uszkodzić elektrodę.

11. UWAGI O KOMPENSACJI TEMPERATURY I INTERPRETACJI WYNIKÓW W POMIARACH pH

pH/konduktometr **CPC-551** posiada ręczną i automatyczną kompensację temperatury, która umożliwia wyeliminowanie błędów wynikających ze zmiany sprawności elektrody pod wpływem zmiany temperatury. Dla wyjaśnienia roli kompensacji temperatury należy przypomnieć, że pH-metr jest miliwoltomierzem wyświetlającym napięcie przeliczone na jednostki pH. W stałej temperaturze na jedną jednostkę pH przypada stała ilość mV. W temperaturze 20 ^{O}C wynosi ona 58.168 mV. Ilość miliwoltów odpowiadających jednostce pH **zmienia się wraz z temperaturą**. Uwzględnienie tych zmian w obliczeniach pH nazywamy kompensacją temperatury, którą określa wzór na "współczynnik k" elektrody:

k = 0.198423 T

Kompensacja temperatury jest związana ze zmianą sprawności elektrody, a nie ze zmianą pH badanego roztworu, która nie jest uwzględniana w przyrządach pomiarowych. W większości roztworów zmiany takie są niewielkie, ale np. w czystej wodzie bardzo duże.

Stabilność wyniku jest parametrem w znacznym stopniu związanym z jakością elektrody. Większość elektrod średniej klasy cechuje się niewielką niestabilnością, co nie dyskredytuje ich nawet w pomiarach laboratoryjnych.

Na ogół przyczyną niestabilności pomiaru, długotrwałego, powolnego "płynięcia" wyniku lub zwiększenia czasu oczekiwania do pełnego ustabilizowania jest niesprawna albo zanieczyszczona elektroda. Przyczyną może być częściowe lub całkowite zatkanie łącznika elektrody. Sytuacja taka może się częściej zdarzyć w przypadku dobrania niewłaściwego typu elektrody do rodzaju badanego roztworu. Można próbować oczyścić łącznik pozostawiając elektrodę w wodzie destylowanej na kilkanaście godzin, lub mocząc ją w detergencie. Długotrwałe nieużywanie elektrody czasem powoduje zatkanie jej łącznika przez wykrystalizowany KCl. Można próbować go usunąć przez moczenie w wodzie destylowanej, a jeżeli nie daje to rezultatu, w roztworze tiomocznika w kwasie solnym. Silnie zanieczyszczoną osadami elektrodę można oczyścić w chloroformie. Tłuste osady usuwa się przez zanurzenie w detergencie.

W zależności od rodzaju badanych roztworów lub substancji należy dobrać odpowiedni typ elektrody. Różnią się one od siebie kształtem, wyglądem membrany, rodzajem łącznika elektrolitycznego i obudową. Elektroda do mocno zanieczyszczonych ścieków jest inna niż do czystej wody, mięs lub gleby. Stosowanie nieodpowiedniej elektrody może spowodować jej uszkodzenie, czasem po bardzo krótkim okresie użytkowania.

Dwukrotny pomiar pH tego samego roztworu w tej samej temperaturze może w niektórych przypadkach dać wyniki w różniące się od siebie. Przy analizie tej sytuacji należy wziąć pod uwagę kilka niżej opisanych czynników:

- różnice mogą powstać z powodu stosowania elektrody nienajlepszej jakości;
- nie odczekano wystarczającego okresu czasu do uznania wyniku za ustalony. Średniej klasy elektroda wymaga odczekania przez ok. 40 s;
- badany roztwór może być niejednorodny i brak mieszadła elektromagnetycznego nie pozwala na uzyskanie jednakowych wyników.
- podczas pomiaru pH ścieków mogą w nich zachodzić reakcje chemiczne zmieniające wynik.

Stosowanie buforów przeterminowanych lub zawierających kolonie bakterii wpływa również na wyniki kalibracji, a w efekcie wprowadza dodatkowy błąd pomiaru. Jeżeli przeprowadza się dwupunktową kalibrację np. w roztworach buforowych 7.00 pH i 4.00 pH (odczyn kwaśny), a wskazania sprawdza się w roztworze buforowym o wartości 9.00 pH (odczyn zasadowy), to wynik może wynosić 8.90 lub 9.10 pH. Sytuacja taka ma miejsce w przypadku stosowania elektrody, której charakterystyka nie jest symetryczna względem 7 pH. Zastosowanie trzypunktowej kalibracji i odpowiednich roztworów buforowych może zapobiec powstawaniu takiego błędu.

Niewielkie różnice wyników są związane z klasą dokładności przyrządu. **CPC-551** ma dokładność ±0.01 pH, co praktycznie oznacza, że wyniki dwóch pomiarów tego samego roztworu mogą się różnić o 0.02 pH i będzie to dopuszczalny błąd (jeden pomiar będzie się różnił od idealnego o + 0.01 pH, a drugi o -0.01 pH). Sformułowanie w danych technicznych ±1 cyfra uwzględnia dalszą możliwą różnicę wyniku o jedną jednostkę na ostatnim miejscu widocznym na wyświetlaczu, wynikającą z ilości wyświetlanych cyfr (błąd dyskretyzacji).

12. POMIAR NAPIĘCIA

pH/konduktometr **CPC-551** jest dokładnym miernikiem napięcia. Pomiaru można dokonać za pomocą elektrod redox lub podczas miareczkowania. Podczas pomiarów wielkości elektrycznych można stosować końcówki pomiarowe podłączone do gniazda **BNC** i gniazda masy oznaczonego symbolem "**GND**". Przewód masy może być także podłączony do masy wtyku **BNC**, wtedy można korzystać tylko z tego wtyku. Odczyt następuje po naciśnięciu klawisza **mV**.