

URZĄDZENIA AUTOMATYKI KLIMATYZACYJNEJ SYSTEMU POLMATIK, OPRACOWANE W MERA-PIAP

1. Wstęp

Od kilku lat daje się zauważyć stały wzrost zapotrzebowania gospodarki narodowej na obiekty klimatyzowane. Pomieszczeń klimatyzowanych wymaga dziś technologia produkcji wielu gałęzi przemysłu maszynowego, lekkiego, spożywczego i innych. Poza tym klimatyzacji wymagają pomieszczenia z elektroniczną aparaturą obliczeniową oraz, w coraz większym stopniu, pomieszczenia użyteczności publicznej. We wszystkich instalacjach klimatyzacyjnych występuje regulacja temperatury i regulacja wilgotności. Regulację tych dwóch parametrów powietrza przeprowadza się w komorach klimatyzacyjnych, w kanałach lub w samych pomieszczeniach klimatyzowanych. Zależnie od miejsca obróbki powietrza oraz zaprojektowanego układu regulacji są stawiane odpowiednie wymagania dla regulatorów, które mają kierować tymi procesami regulacji. Z tych względów większość znanych firm światowych tej branży oferuje w swych katalogach szereg typów regulatorów tak temperatury jak i wilgotności. Aby spełnić różne wymagania stawiane dla regulatorów przez klimatyzację, podobnie postąpił również Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów opracowując grupę regulatorów temperatury i wilgotności, które mogą pracować w różnych układach automatyki klimatyzacyjnej. Regulatory są budowane zgodnie z wymaganiami polskich norm na urządzenia tego typu i tworzą grupę urządzeń Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów POLMATIK, podsystem INTELBISTAT.

2. Czujniki wilgotności i temperatury

Wszystkie regulatory wilgotności są przystosowane do współpracy z oporowym czujnikiem elektrolitycznym wilgotności względnej typ WH-01, również opracowanym w MERA-PIAP. Natomiast regulatory temperatury są przystosowane do współpracy z oporowymi czujnikami termometrycznymi typu Ni 100 Ω /0°C.

Elektrolityczne czujniki wilgotności względnej mają szereg zalet, które w wielu zastosowaniach stawiają je przed czujnikami chlorolitowymi lub czujnikami o działaniu mechanicznym. Do zalet tych należy zaliczyć: krótki czas odpowiedzi, niską cenę (800–1 000 zł), stabilność sygnału oraz to, że nie wymagają żadnej kontroli czy konserwacji. Czas odpowiedzi czujnika przy zmianie wilgotności względnej o 10% wynosi średnio 25 s, przy szybkości przepływu powietrza 5 m/s. Błąd przetwarzania czujnika w stosunku do wartości nastawionej w regulatorze wynosi 1% wilgotności względnej. Uzyskana stabilność w ciągu 6–ciu miesięcy nieprzerwanej pracy w normalnych warunkach, przy stałej wilgotności względnej jest lepsza niż 2% w zakresie dużych wilgotności i 3% w zakresie mniejszych wilgotności.

Do wad czujników elektrolitycznych należy zaliczyć wpływ temperatury na impedancję czujnika oraz ograniczoną trwałość czujnika pracującego. Poza tym czujniki te nie mogą być stosowane w atmosferze zawierającej gazy lub pary o charakterze kwaśnym (SO_2 , HCl , H_2S – o dużym stężeniu) lub alkalicznym (NH_3).

Czujnik WH-01 jest zbudowany z płytki wykonanej z tworzywa sztucznego, nawiniętych na nią dwóch elektrod z drutu srebrowego oraz nałożonej na powierzchnię (w miejscu nawinięcia elektrod) elektrolitycznej warstwy oporowej. Warstwa ta posiada właściwości pochłaniania pary wodnej i przewodzenia prądu elektrycznego, przy czym impedancja warstwy w stałej temperaturze jest stała dla określonej wilgotności.

Ze względu na wykładniczy charakter krzywych zależności impedancji od zmiany wilgotności, czujniki są wykonywane w kilku podzakresach. Zakres od 40 do 95 % wilgotności względnej obejmują trzy czujniki dla podzakresów: 40...65 % ; 60...85 % i 75...95 % .

Czujniki te mogą pracować w temperaturze otoczenia od 0 do 45°C. Powyżej 45°C następuje powolny lecz stały rozkład warstwy oporowej, który doprowadzi do zniszczenia czujnika.

W czujniku temperatury zastosowano opornik termometryczny Ni 100 $\Omega/0^{\circ}\text{C}$, o charakterystyce wg PN-59/M-53852, produkowany przemysłowo od wielu lat przez Krakowską Fabrykę Aparatów Pomiarowych. Czujniki te są produkowane w różnych odmianach, a między innymi typu pomieszczeniowego i typu kanałowego, jakie znajdują zastosowanie w układach klimatyzacji.

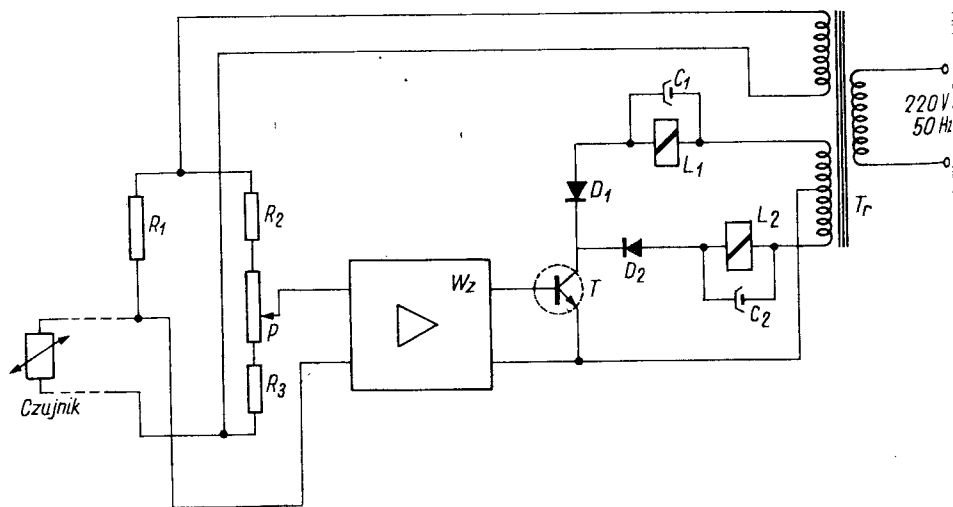
Prowadzone przez producenta ciągłe badania i modernizacje czujników, zapewniają im nowoczesną konstrukcję i odpowiednią charakterystykę dynamiczną.

Do współpracy z regulatorami czujniki tak temperatury jak i wilgotności są mocowane we wspólnej lub oddzielnej, estetycznej obudowie.

3. Regulatory wilgotności

Podstawą opracowania regulatorów wilgotności jest przedstawiony powyżej elektrolityczny czujnik oporowy wilgotności względnej typ WH-01. Na jego bazie opracowano: dwa trójstańne regulatory bez sprzężenia zwrotnego typ Ww-3s i Ww-3 sm oraz typ RW-30 z nastawioną charakterystyką dynamiczną typ PI.

W regulatorach Ww-3s i Ww-3sm (rys.1) czujnik tworzy jedną z gałęzi mostka Wheatstone'a, zasilane go prądem przemiennym 50 Hz o napięciu skutecznym 24 V. Mostek jest układem porównującym wilgotność względną powietrza z wartością wilgotności, zadaną w regulatorze.



rys.1. Schemat ideowo-blokowy regulatorów wilgotności typ Ww-3s i Ww-3sm

Potencjometr do nastawienia wartości zadanej, którego pokrętło jest umieszczone na płycie czołowej regulatora, stanowi dwie gałęzie mostka pomiarowego. Jeżeli istnieje różnica między wartością zadaną a wilgotnością otaczającego czujnik, wówczas mostek jest niezerównoważony i na wejściu regulatora pojawia się sygnał błędny proporcjonalny do różnicy wilgotności zadanej i rzeczywistej. Sygnał błędny jest podawany do elektronicznego wzmacniacza prądu zmiennego z wyjściem fazoczułym. Stopień fazoczuły zbudowano na jednym tranzystorze — zasilanym napięciem przemiennym. Zależnie od fazy sygnału błędny, na wyjściu regulatora jest wysterowany jeden z dwóch przekaźników elektromagnetycznych serii „15”. Faza sygnału błędny, a więc i wysterowanie odpowiedniego przekaźnika zależy od tego czy regulowana wilgotność jest mniejsza czy większa od wilgotności zadanej w regulatorze. Zestyki przekaźników wyjściowych sterują układem nawilżania bądź osuszania powietrza zmniejszając różnicę wartości rzeczywistej i zadanej aż do wyeliminowania sygnału błędny.

Regulator Ww-3s jest montowany w obudowie z tworzyw sztucznych umożliwiającej mocowanie go na ścianie. Współpracujący z nim czujnik wilgotności może być mocowany bezpośrednio na obudowie regulatora bądź w specjalnej obudowie, instalowany w odległości do 100 m od regulatora.

Regulator Ww-3sm jest montowany w metalowej obudowie przystosowanej do instalowania w pulpitach i szafach sterowniczych, znajduje się jeszcze pokrętło regulacji wzmocnienia sygnału błędny, ustalające wielkość strefy nieczułości regulatora oraz 3 lampki sygnalizujące 3 stany działania regulatora. Oprócz przedstawionych różnic, wszystkie pozostałe niżej podane parametry techniczno-eksploatacyjne obu regulatorów są jednakowe.

Dane techniczne regulatorów Ww-3s i Ww-3sm

Zakres nastaw wielkości regulowanej: 40...65 % Ww, 60...85 % Ww, 75...95 % Ww

Działanie: trójstanowe bez sprzężenia zwrotnego

Niedokładność regulacji: ± 2 % Ww

Niedokładność ustawienia wartości zadanej: $\pm 0,5$ % Ww

Temperaturowy zakres pracy czujnika: 0...45°C

Czas zadziałania regulatora dla małych zmian wilgotności: ok. 1 s

Wyjście: przekaźnikowe

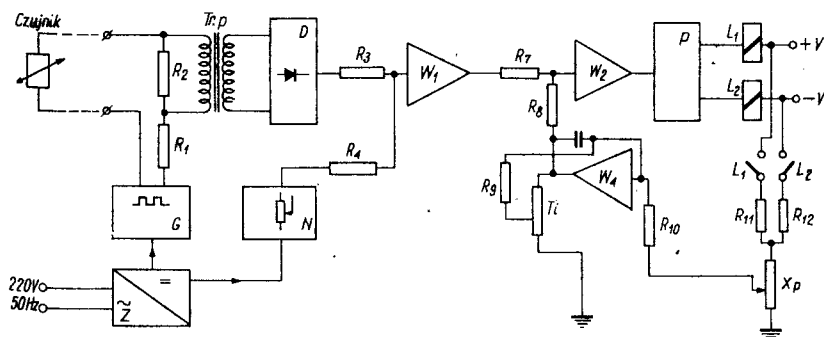
Obciążalność sytów przekaźników przy obciążeniu bezindukcyjnym $\cos \varphi = 1$: 2 kVA przy $I \leq 10$ A;

Napięcie zasilania: 220 V ± 10 % ; 50 Hz

$U \leq 250$ V

Pobór mocy: 2,5 V · A

Innym rozwiązaniem regulatora wilgotności jest regulator RW-30, którego schemat ideowo-blokowy przedstawiono na rys.2.



Rys.2. Schemat ideowo-blokowy regulatora wilgotności typ RW-30

Układ elektroniczny zbudowano techniką półprzewodnikową z zastosowaniem monolitycznych obwodów scalonych. Czujnik pracuje tutaj również w obwodzie prądu przemiennego, ale o częstotliwości nie 50 Hz a 1 kHz i nie w układzie mostka lecz w szeregowym obwodzie zamkniętym. W szeregu z czujnikiem dołączone jest pierwotne uzwojenie specjalnego transformatora pomiarowego, przez które płynie prąd będący funkcją impedancji czujnika, a więc również i wilgotności powietrza. Prąd, przetransformowany i podany do detektora napięciowego, daje na wyjściu napięcie stałe, będące funkcją wilgotności względnej powietrza. Napięcie to jest sumowane w układzie mostka z napięciem odniesienia wartości zadanej. Różnica tych napięć stanowi sygnał błędny, który steruje dwoma wzmacniaczami scalonymi z wyjściem przekaźnikowym o sygnale trójwartościowym. Sygnał taki steruje członem wykonawczym układu regulacji oraz układem dynamicznego sprzężenia zwrotnego, zapewniając regulatorowi działanie proporcjonalne i całkowe o szerokim zakresie nastaw.

Dane techniczne regulatora RW-30

Zakres nastaw wielkości regulowanej: 40...65 %, , 60...85 %, 75...95 %

Działanie: trójstawne o charakterystyce PI

Zakres proporcjonalności: 1...10 %

Czas całkowania: 1...20 min

Niedokładność regulacji: ± 1 %

Wyjście regulatora: przekaźnikowe

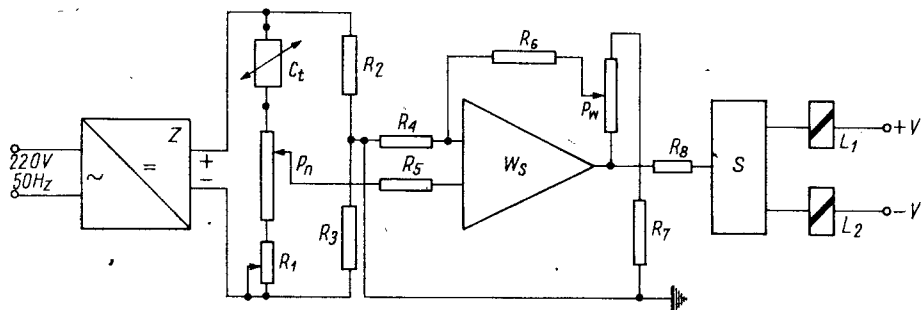
Obciążalność styków przekaźników przy obciążeniu bezindukcyjnym: 500 V · A przy $I \leq 3$ A; $U \leq 250$ V

Napięcie zasilania: 220 ± 10 %; 50 Hz

4. Regulatory temperatury

Z prostych regulatorów temperatury, przewidzianych do stosowania w ogrzewnictwie i automatyce klimatyzacyjnej, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów opracowano dwustawny regulator typ KT-2s oraz trójstawny regulator typ KT-3s.

Regulatory te są montowane w jednakowej osłudowie z blachy stalowej o wymiarze płyty czołowej 72 x 144 mm, przystosowanej do mocowania w pulpitych i szafach.



Rys.3. Schemat ideowo-blokowy regulatora typ KT-3s

Układ elektroniczny regulatora KT-3s przedstawiony na rys.3 jest montowany techniką obwodów drukowanych z zastosowaniem monolitycznego wzmacniacza scalonego i krzemowych elementów półprzewodnikowych. Obwód wejściowy regulatorów stanowi mostek Wheatstone'a, zasilany prądem stałym o stabilizowanym napięciu. Sygnał błędny regulacji, wzmacniony we wzmacniaczu scalonym, steruje jednym przerzutnikiem w regulatorze KT-2s lub dwoma przerzutnikami w regulatorze KT-3s. Prze-

Przetworniki skokowo wzbudzą elektromagnetyczne przekaźniki wyjściowe. Stan wzbudzenia każdego przekaźnika jest sygnalizowany na płycie czołowej przez zapalenie się lampki. Dla lepszego dopasowania regulatorów do obiektu, wzmocnienie sygnału błęd jest regulowane w stosunku 1:5, pokrętką nieczułości, oznaczonym na płycie czołowej literą N. Dla kompensacji oporu linii, czujnik z regulatorem jest łączy kablem trójprzewodowym. Oprócz różnicy, w działaniu (dwustawnym i trójstawnym), oba regulatory mają jednakowe parametry techniczne.

Dane techniczne regulatora KT-3s

Zakres nastawy wielkości regulowanej: 0...35°C

Najmniejsza nieczułość działania: 0,2°C

Niedokładność nastawienia wartości zadanej: $\pm 1\%$

Dopuszczalna temperatura otoczenia: 0...50°C

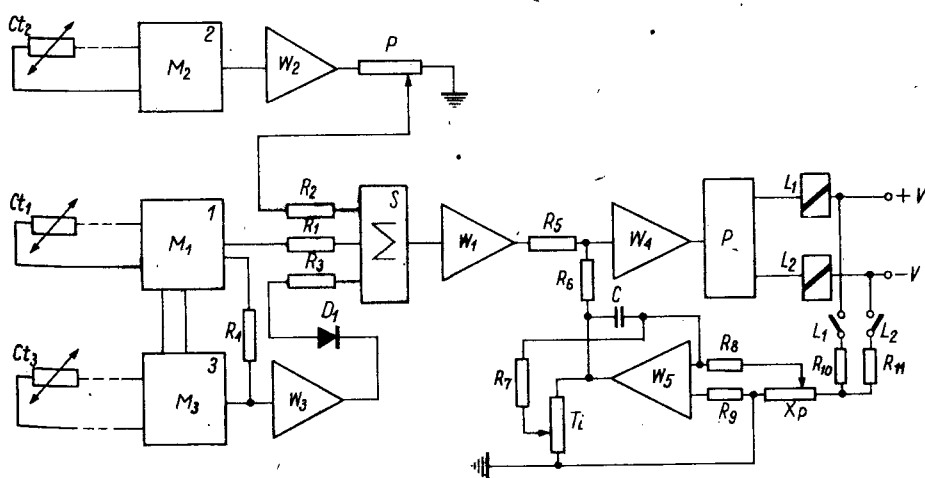
Wyjście: przekaźnikowe

Obciążalność styków przekaźników (obciążenie o $\cos \varphi = 1$): 500V·A przy $I \leq 3$ A; $U \leq 250$ V

Zasilanie: 220 V $\pm 10\%$; 50 Hz

Innym rozwiązaniem regulatora temperatury jest regulator typ KT-30. Jest to regulator z elektronicznym sprzężeniem zwrotnym o charakterystyce proporcjonalno-całkowej, spełniający wszystkie wymagania stawiane w automatyce klimatyzacyjnej. Przy jego pomocy można realizować następujące rodzaje regulacji: jednostopniowa, kilkustopniowa (kaskadowa), z automatyczną kompensacją „lato–zima”, z ograniczeniem „od dołu” różnicy temperatury powietrza nawiewanego i w pomieszczeniu, z ograniczeniem minimum świeżego powietrza oraz regulacja w funkcji temperatury zewnętrznej.

Regulator zbudowano w obudowie metalowej, przystosowanej do mocowania w szafach i pulpitych. Schemat ideowo-blokowy regulatora jest pokazany na rysunku 4.



Rys. 4 Schemat ideowo-blokowy regulatora temperatury dla klimatyzacji KT-30

Czujnik regulowanej temperatury stanowi jedną z gałęzi mostka głównego (M). Sygnał błęd steruje wzmacniaczem błęd (W1), na wyjściu którego jest dołączony wskaźnik błęd, znajdujący się na pły-

cie czołowej regulatora. Wzmocniony sygnał błędu steruje jednocześnie następnym wzmacniaczem z wyjściem przekaźnikowym (W4) o sygnale trójwartościowym. Sygnał taki steruje członem wykonawczym układu regulacji oraz układem dynamicznego sprzężenia zwrotnego, identycznym jak w regulatorze RW-30.

Dane techniczne regulatora KT-30

Zakres nastaw wielkości regulowanej: $-5 \dots +35^{\circ}\text{C}$

Działanie regulatora: trójstawne o charakterystyce PI

Zakres proporcjonalności: $3 \dots 30\%$

Czas całkowania: $1 \dots 20$ min

Niedokładność regulacji: $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$

Zakres nastawy kompensacji „lato—zima”: $-5 \dots +35^{\circ}\text{C}$

Ograniczenie „od dołu” różnicy temperatury powietrza nawiewanego i temperatury w pomieszczeniu:

$2 \dots 10^{\circ}\text{C}$

Wyjście: przekaźnikowe

5. Zblokowane regulatory wilgotności i temperatury

Regulatory tego rodzaju stanowią kombinację dwóch regulatorów w jednej, wspólnej obudowie i ze wspólnym zasilaniem.

W Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów opracowano dwa typy tego rodzaju regulatorów: typ TW-3 — o działaniu trójstawnym bez sprzężeń zwrotnych, przeznaczony dla prostych układów automatyki klimatyzacyjnej oraz typ K-33 — o działaniu proporcjonalno-całkowym, przystosowany do wymagań klimatyzacji komfortowej.

Regulator TW-3 jest montowany w obudowie metalowej, przystosowanej do instalowania w pulpitych i szafach sterowniczych, identycznej jak regulator RW-30.

Na płycie czołowej o wymiarach 72×144 mm, przedzielonej linią pionową, znajdują się 2 pokrętki nastawy wielkości regulowanych (temperatury i wilgotności) oraz 4 lampki sygnalizacyjne, sygnalizujące stany wzbudzenia przekaźników wyjściowych.

Układ elektroniczny jest połączeniem układów regulatora temperatury typ KT-3s i regulatora wilgotności typ Ww-3sm. Od powyższych różni się tylko brakiem nastawianych stref nieczułości. Również wszystkie parametry techniczno-użytkowe regulatora TW-3 są analogiczne do parametrów wymienionych regulatorów.

Regulator K-33 jest montowany w metalowej, przemysłowej obudowie o wymiarach płyty czołowej 144×144 mm i jest przystosowany do mocowania w tablicach i pulpitych. Regulator posiada dwie płyty z pokrętkami nastaw — płytę czołową z podstawowymi nastawami temperatury i wilgotności oraz płytę górną (dostępną po wysunięciu regulatora z obudowy) z nastawami korekcyjnymi kanału temperatury i kanału wilgotności.

Układ elektroniczny kanału temperatury jest analogiczny do układu regulatora KT-30, natomiast układ kanału wilgotności analogiczny do układu regulatora RW-30. Stąd parametry techniczno-użytkowe obu kanałów są identyczne jak powyższych regulatorów.

6. Urządzenia współpracujące z regulatorami

Przełącznik programowy typ S-10p (S-4p). Przełącznik programowy może być sterowany przez każdy z przedstawionych regulatorów i jest przeznaczony do stopniowego włączania i stopniowego wyłączania obwodów sterowania wielosekcyjnych nagrzewnic elektrycznych lub innych urządzeń wykonawczych, stosowanych w ogrzewnictwie, wentylacji i klimatyzacji.

Na przykład w układzie regulacji temperatury, przełącznik programowy może stopniowo włączać (wyłączać) sekcyjne nagrzewnice, aparaty chłodnicze, zawory magnetyczne, przepustnice itp.

Przełącznik S-10p ma 10 programów nastawianych do sterowania urządzeniami wykonawczymi.

Dane techniczne

Liczba programów: 4 lub 10

Czas trwania programu: 3; 4,5; 7,5; 15 min

Obciążalność styków mikroprzełączników: 3 A; $U \leq 250V$

Przystawka regulacji kaskadowej. W układach automatyki klimatyzacyjnej często stosuje się kaskadową, dwu- lub trzystopniową regulację temperatury, w której może występować np.: ogrzewanie, wentylacja i chłodzenie. Wówczas w każdym stopniu są stosowane oddzielne człony wykonawcze — siłowniki, sterowane tym samym regulatorem. Przystawka regulacji kaskadowej umożliwia przełączanie wyjścia regulatora z jednego siłownika na drugi, w przypadku gdy pierwszy dojdzie do położenia krańcowego, a błąd regulacji występuje w dalszym ciągu.

Miernik wilgotności względnej typ RH-01. Miernik jest wykonany jako przyrząd tablicowy i przeznaczony do kontroli wilgotności powietrza w pomieszczeniach zamkniętych.

Dzięki przełącznikowi klawiszowemu, znajdującemu się na płycie czołowej miernika, istnieje możliwość pomiaru wilgotności względnej w czterech lub ośmiu punktach.

Miernik ma również oddzielne wyjście ze znormalizowanym sygnałem analogowym 0...10 V, które można wykorzystać do dołączenia dodatkowego przyrządu magnetoelektrycznego lub rejestratora. Miernik współpracuje z elektrolitycznym czujnikiem typu WH-01, a do kompensacji wpływów temperaturowych użyto termistoru typu NTC-110.

Dane techniczne

Zakresy pomiarowe: 40...70 %, 60...85 %

Niedokładność pomiaru: $\pm 2,5$ %

Liczba punktów pomiarowych: 4 lub 8

Wyjście (sygnał pomiarowy): 0...10 V

Temperatura otoczenia: 10 ...35°C

Przedstawione regulatory temperatury i wilgotności względnej powietrza oraz przyrządy współpracujące z nimi, swymi parametrami dorównują urządzeniom renomowanych firm zagranicznych. Mogą one pracować w różnych układach automatyki klimatyzacyjnej i z powodzeniem zastępować odpowiednie urządzenia, często jeszcze importowane do kraju. Ze względu na rosnące w naszych zakładach przemysłowych zapotrzebowanie na obiekty klimatyzowane, przedstawione urządzenia powinny znaleźć coraz to większe zastosowanie również w przemyśle maszynowym.