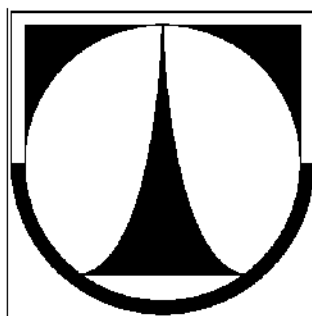


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra aplikované kybernetiky



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Rozšíření regulačního systému klimatizační jednotky

**Extending of the air condition unit's regulation
system**



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Pavel Paickr**
Studijní program: **M2301 Strojní inženýrství**
Obor: **3902T021 Automatizované systémy řízení ve strojírenství**
Zaměření: **Automatizace inženýrských prací**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

Rozšíření regulačního systému klimatizační jednotky

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle diplomové práce doporučené metody pro vypracování)

- 1.) Uveďte popis současného řešení klimatizační jednotky firmy ACSON International.
- 2.) Popište možnosti využití klimatizační jednotky pro regulaci teploty výstupního vzduchu v klimatizovaném prostoru.
- 3.) S využitím univerzálního regulátoru systému ESTRA Controll firmy Labit, a. s. zajistěte plynulé řízení teploty výstupního vzduchu klimatizačních jednotek ACSON v módu chlazení i topení.
- 4.) Navrhněte regulační prvky pro zvolený rozsah.
- 5.) Vytvořte počítačový model regulované soustavy klimatizační jednotky a určete optimální nastavení regulátoru.
- 6.) Regulátor a regulační prvky optimalizujte z hledisek jakosti, stability, spolehlivosti a ceny.

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: cca 40 stran + přílohy
- grafické práce: dle potřeby

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

- [1] BALÁTĚ, J. : Automatické řízení. BEN, Praha 2004
- [2] Manuály a popisy klimatizačních jednotek ACSON International
- [3] Aplikační příručky mikroprocesorů řady PIC 16Fxxx firmy MICROCHIP
- [4] Popis a manuál programovatelných teplotních čidel DS 18 B20 firmy DALLAS
- [5] Interní dokumentace firmy Labit, a. s. k regulátorům ESTRA Controll System

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Miroslav Olehla, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Vladimír Fišera, vedoucí konstrukce – Labit, a. s., Nádražní
472, 543 01 Vrchlabí

L.S.

prof. Ing. Miroslav Olehla, CSc.

prof. Ing. Petr Louda, CSc.

vedoucí katedry

děkan

V Liberci dne

ANOTACE

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra aplikované kybernetiky

Studijní obor :	M2301 Strojní inženýrství - automatizované systémy řízení ve strojírenství
Studijní zaměření :	Automatizace inženýrských prací
Diplomant :	Pavel Paickr
Téma práce :	Rozšíření regulačního systému klimatizační jednotky
Theme of work :	Extending of the air condition unit's regulation system
Rok obhajoby DP :	2006
Vedoucí DP :	prof. Ing. Miroslav Olehla, CSc.
Konzultanti DP :	Ing. Vladimír Fišera, Ing. Petr Mrázek

Stručný výtah :

Cílem diplomové práce je navržení regulačního obvodu pro plynulé řízení klimatizační jednotky s využitím regulátoru ESTRA Controll System. Je zde navržen rozvětvený regulační obvod a v práci jsou vybrány regulační prvky vhodné pro realizaci systému. Je provedena identifikace systému a nastavení hlavního a pomocného regulátoru. Výsledky jsou ověřeny simulací.

Abstract:

The aim of this diploma work is to create a control system for continuous regulation of air – conditioning unit using ESTRA Control System controller. Forked control circuit is designed and suitable control members are chosen for system realization. System identification, main and subsidiary controllers set up are done. Results are verified by simulation.

Poděkování

Na tomto místě je mojí milou povinností poděkovat prof. Ing. Miroslavu Olehlovi, CSc., ing. Vladimíru Fišerovi, ing. Petru Mrázkovi za odborné vedení, cenné rady, poskytnuté informace a za pomoc při zpracování diplomové práce.

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci 23. 5. 2006

.....

Pavel Paickr

Obsah

	Obsah.....	7
	Seznam zkratk a symbolů.....	9
1	Úvod	11
2	Možnosti využití klimatizačních jednotek	12
2.1	Proč klimatizovat	12
2.2	Klima, tepelná pohoda	12
2.3	Druhy klimatizačních jednotek.....	13
3	Popis dynamického systému	15
3.1	Charakteristika dynamického systému.....	15
3.2	Popis statických a dynamických vlastností systému	15
3.2.1	Vnitřní popis systému.....	15
3.2.2	Vnější popis systému	15
4	Identifikace systému.....	19
4.1	Analytická identifikace	19
4.2	Experimentální identifikace	19
4.2.1	Vstupní a výstupní signály.....	20
4.2.2	Statická charakteristika	21
4.2.3	Matlab System Identification Toolbox.....	21
5	Regulační obvody	23
5.1	Jednoduchý regulační obvod	23
5.2	Rozvětvený regulační obvod.....	23
5.2.1	Rozvětvený regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou	24
5.3	Stabilita regulačního obvodu.....	26
5.3.1	Hurwitzovo kritérium stability.....	26

6	Regulátory	28
6.1	Seřízení regulátoru.....	30
6.1.1	Metoda kritického zesílení regulátoru (metoda Ziegler-Nicholsova).....	30
6.1.2	Seřízení regulátoru podle lineární regulační plochy	30
6.1.3	Seřízení regulátoru podle optimálního modulu.....	32
7	Popis řešení.....	34
7.1	Koncepce řešení	34
7.2	Popis současného systému.....	34
7.3	Rozšíření systému pro vyřešení problému plynulého řízení, volba a optimalizace regulačních prvků	37
7.3.1	Optimalizace zvolených součástí z hlediska jakosti a ceny	40
7.4	Identifikace soustavy	41
7.5	Nastavení P a PI regulátoru	47
7.5.1	Nastavení pomocného P regulátoru	47
7.5.2	Nastavení hlavního PI regulátoru	51
7.6	Simulace regulačního obvodu	56
8	Závěr	60
	Seznam použité literatury.....	61
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam příloh.....	63

Seznam použitých zkratek a symbolů:

D	derivační složka regulátoru
$e(t)$	regulační odchylka
$E(s)$	Laplaceův obraz regulační odchylky
$G_R(s)$	přenos regulátoru
$G_{RH}(s)$	přenos hlavního regulátoru
$G_{RP}(s)$	přenos pomocného regulátoru
$G_S(s)$	spojitý přenos soustavy
$G_{SH}(s)$	přenos hlavní regulované soustavy
$G_{SP}(s)$	přenos pomocné regulované soustavy
$G_V(s)$	přenos poruchy
$G_W(s)$	přenos řízení
$h(t)$	přechodová funkce
H	Hurwitzova matice
$H(s)$	Laplaceův obraz přechodové funkce
I	integrační složka regulátoru
k_0	zesílení soustavy
K_R	proporcionální zesílení regulátoru
K_{vs}	průtokový součinitel
P	proporcionální složka regulátoru
pp	pásma proporcionality
r_0	proporcionální konstanta regulátoru
r_{-1}	integrační konstanta regulátoru
r_1	derivační konstanta regulátoru
T_D	derivační časová konstanta
T_I	integrační časová konstanta
T_k	kritická perioda
$u(t)$	vstupní veličina
$U(s)$	Laplaceův obraz vstupní veličiny
$V(s)$	Laplaceův obraz poruchy
$w(t)$	žádaná hodnota

$W(s)$	Laplaceův obraz žádané hodnoty
$x(t)$	stavová (vnitřní) veličina
$y(t)$	výstupní veličina
$Y(s)$	Laplaceův obraz výstupní veličiny
$\delta(t)$	jednotkový (Diracův) impuls
$\eta(t)$	jednotkový skok
τ	časová konstanta obrazového přenosu
ω_k	kritický úhlový kmitočet

1 Úvod

Cílem této diplomové práce je navržení regulačního obvodu pro zajištění plynulé regulace teploty v klimatizovaném prostoru pomocí klimatizační jednotky firmy ACSON International. Pro regulaci bude využit univerzální regulátor ESTRA Controll system firmy Labit a.s. obsahující 2 PID regulátory a který byl přizpůsoben pro komunikační protokol firmy ACSON International. V současné době je regulace řešena systémem „tvrdé regulace“, tedy úplným otevřením či zavřením ventilu chladicího (topného) média. Tento způsob regulace způsobuje, že teplota výstupního vzduchu silně kolísá a v klimatizovaném prostoru není dosaženo optimální tepelné pohody prostředí.

Pro zajištění odpovídající dynamiky a kvality regulačního pochodu bude nutné použít rozvětvený regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou. Pro výpočet a správné nastavení parametrů PID regulátorů potom provést identifikaci soustavy a zjištění matematického modelu. V našem případě se úloha identifikace soustavy rozkládá na dvě sub-úlohy, a sice na identifikaci vlastní klimatizační jednotky a na identifikaci klimatizované místnosti. V teoretické části práce jsou tedy stručně popsány možnosti využití klimatizačních jednotek a jejich rozdělení. Dále pak teorie identifikace systémů, teorie rozvětvených regulačních obvodů a způsoby výpočtu parametrů nastavení PID regulátorů.

V praktické části je stručně popsán současný systém a rozšíření systému, potřebné pro zajištění plynulého řízení. Je provedena volba regulačních prvků a jejich optimalizace. Hlavním bodem praktické části je nastavení regulátorů v rozvětveném regulačním obvodu. Soustava je identifikována a je zjištěn její matematický model ve formě spojitých obrazových přenosů vlastní klimatizační jednotky a klimatizované místnosti. Obojí v režimu chlazení i topení. Nejprve je proveden výpočet nastavení pomocného regulátoru pomocí tří metod. Takto nastavený pomocný regulátor je zařazen do rozvětveného regulačního obvodu a opět pomocí tří různých metod je nastaven regulátor hlavní. Řešení je poté ověřeno pomocí simulace v prostředí Matlab Simulink.

2 Možnosti využití klimatizačních jednotek

2.1 Proč klimatizovat

Pomocí klimatizace můžete vytvořit takové komfortní prostředí, ve kterém se budete cítit nejlépe a které bude mít správnou teplotou a příjemnou vlhkost. Moderní klimatizační jednotky produkují čistý, zdravý, čerstvý vzduch, odvlhčují vzduch a vytváří prevenci proti plísním. Toto všechno zajišťují, aniž by vznikala průvan nebo hluk.

- **Vliv na výkon osob** - Existuje úzký vztah mezi výkonem osob a teplotou jejich bezprostředního okolí. Prostor, který je příliš horký, příliš chladný nebo příliš vlhký určitě nepodněcuje k vyšším pracovním výkonům.
- **Vliv na lidské zdraví** - Klimatizace není jen řízení teploty, ale jedná se i o řízení vlhkosti, ventilaci a filtraci. Rozumné řízení těchto faktorů má vliv na lidské zdraví
- **Vliv na vnitřní prostředí** - Díky lepším podmínkám vnitřního prostředí se prodlužuje životnost vybavení a zařízení. [6]

2.2 Klima, tepelná pohoda

Pod pojmem "klima" budeme dále rozumět vzájemné působení teploty, tlaku, vlhkosti a pohybu vzduchu v našem okolí. Rozlišujeme venkovní klima, závislé na poměrech v atmosféře a vnitřní klima, tj. stav vzduchu v místnosti, na který působí vnitřní a vnější vlivy.

Tepelnou pohodou nazýváme stav, kdy prostředí odnímá člověku jeho tepelnou produkci bez výrazného pocení. Vzhledem k individuálním odchylkám fyziologických funkcí lidí nelze zajistit pocit pohody všem lidem v daném prostoru. Vždy je asi 5% nespokojených, kteří pociťují tepelnou nepohodu - diskomfort. Doporučené podmínky tepelné pohody se udávají pomocí stupnice předpokládaného tepelného pocitu (PMV).

+3	+2	+1	0	-1	-2	-3
horko	teple	mírně teple	neutrálně	mírně chladno	chladno	zima

Obr. 1.: Stupnice tepelných pocitů PMV

Vlivy prostředí na pocit pohody jsou teplota vzduchu v místnosti, teplota stěn, stropu, podlahy, oken, rychlost proudění vzduchu, vlhkost vzduchu a hluk.

2.3 Druhy klimatizačních jednotek

Klimatizační jednotky se vyrábějí v podstatě ve dvou variantách: mobilní a dělené.

- **MOBILNÍ :** Mobilní klimatizační jednotky jsou vhodné především pro malé a středně velké místnosti, střešní byty a pronajaté byty, ve kterých podnájemník nesmí dělat žádné stavební úpravy. Vývod teplého vzduchu (ohřátého o teplo odebrané kondenzátoru) z klimatizační jednotky ven z místnosti je řešen pomocí plastové ohebné trubky o průměru cca 10 cm, kterou se pootevřeným oknem odvádí ven do volného prostoru. Chladicí výkon mobilních jednotek se pohybuje kolem 2 kW, přičemž elektrický příkon je méně než poloviční. Mobilní klimatizační jednotky dokáží kromě chlazení i topit (cca 1,9 kW – el. spirála), odvlhčovat nebo působit jako účinný ventilátor spojený s čističkou vzduchu.
- **DĚLENÉ :** Dělená klimatizační jednotka se skládá ze dvou hlavních částí (vnitřní a vnější) a pevného propojovacího vedení. Vnitřní, chladná část (výparník) je umístěna v bytové jednotce v ochlazované místnosti a pevným měděným potrubím je propojena s vnější jednotkou (kompresor + kondenzátor) umístěnou vně objektu na místě, kde nevádí určitá hlučnost kompresoru (cca 50 - 60 dB) a zvýšená teplota odcházejícího vzduchu. Chladicí výkon dělených klimatizačních jednotek se pohybuje cca od 2,5 kW. El. příkon je opět méně než poloviční. Určité dělené klimatizační jednotky mohou pracovat i v obráceném režimu, a pak fungují jako klasické **tepelné čerpadlo**, kdy např. pro tepelný výkon 3 kW potřebujeme pouze 850 W elektrického příkonu. Dělené klimatizační jednotky samozřejmě rovněž dokáží účinně větrat, čistit vzduch a odvlhčovat.



Obr 2 : Schéma dělené klimatizační jednotky [14]

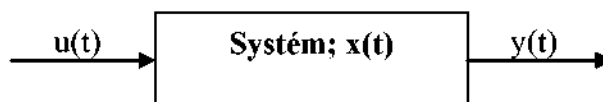
Dělený vodní systém

Je alternativou přímých expanzních systémů. Vzhledem k malému množství chladiva, které k provozu potřebuje, je dané řešení z ekologického hlediska výhodné. Přítomnost chladiva je omezena pouze na venku umístěnou kondenzační jednotku - chiller, kde je tepelná energie odebírána (předávána v režimu topení) transportnímu médiu (voda).

3 Popis dynamického systému

3.1 Charakteristika dynamického systému

Uvažujeme-li systém s jedním vstupem a jedním výstupem, znázorňujeme jej obdélníkovým blokem, v němž si představujeme soustředěny jeho dynamické vlastnosti. [2]



Obr. 3 .: Schéma systému

Kde $u(t)$ vstupní veličina

$y(t)$ výstupní veličina

$x(t)$ stavová (vnitřní) veličina

3.2 Popis statických a dynamických vlastností systému

Dynamické vlastnosti lineárního systému popisujeme několika způsoby, které můžeme rozdělit do dvou skupin – vnější a vnitřní.

3.2.1 Vnitřní popis systému

Vyjadřuje dynamické vlastnosti reakcí mezi vstupem, vnitřním stavem a výstupem systému.

3.2.2 Vnější popis systému

Vnější popis systému vyjadřuje dynamické vlastnosti relací mezi vstupem a výstupem systému. Při vnějším popisu systému považujeme systém za černou skříňku se vstupem a výstupem. Nevíme, co se děje uvnitř, nemusíme znát strukturu analyzovaného systému a analyzujeme pouze reakci výstupu na vstupní signály [1].

Může být prezentován ve tvaru:

- Lineární diferenciální rovnice
- Přechodové funkce a přechodové charakteristiky systému

- Impulsní funkce a impulsní charakteristiky systému
- Přenosu systému (v Laplaceově transformaci)
- Frekvenčního přenosu a frekvenční charakteristiky (v komplexní rovině nebo v logaritmických souřadnicích)
- Polohy pólů a nul přenosu systému

Zvláštním případem vnějšího popisu systému je *statická charakteristika*, což je grafická závislost výstupní veličiny systému na vstupní veličině v ustáleném stavu. [1, 2]

3.2.2.1 Popis systému pomocí lineární diferenciální rovnice

Lineární diferenciální rovnicí s konstantními koeficienty lze popsat chování spojitého systému s jednou vstupní a jednou výstupní veličinou, rovnice je ve tvaru

$$a_n y^{(n)}(t) + \dots + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_m u^{(m)}(t) + \dots + b_1 u'(t) + b_0 u(t) \quad (3.1)$$

kde je a_i, b_j ... konstantní koeficienty,

$u(t)$... vstupní veličina,

$y(t)$... výstupní veličina.

Z podmínky fyzikální realizovatelnosti musí platit, že $m \leq n$, tedy že stupeň nejvyšší derivace výstupní veličiny musí být větší nebo roven nejvyššímu stupni derivace veličiny vstupní [2].

3.2.2.2 Přenos systému

Přenos systému je definován jako poměr Laplaceova obrazu výstupní veličiny k Laplaceově obrazu vstupní veličiny při nulových počátečních podmínkách systému $y(0)=y'(0)=\dots y^{(m-1)}(0)=0$ a vstupního signálu $u(0) = u'(0) = \dots u^{(m-1)}(0) = 0$. Použitím Laplaceovy transformace při splnění výše uvedených podmínek, můžeme psát rovnici (1) ve tvaru

$$[a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0] Y(s) = [b_m s^m + \dots + b_1 s + b_0] U(s) \quad (3.2)$$

z této rovnice sestavíme na základě definice o přenosu systému tvar :

$$G_s(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_ms^m + \dots + b_1s + b_0}{a_ns^n + \dots + a_1s + a_0} \quad (3.3)$$

Přenos systému můžeme také vyjádřit pomocí nul (kořeny čitatele) a pólů (kořeny jmenovatele) ve tvaru :

$$G_s(s) = \frac{b_m}{a_n} \cdot \frac{(s - n_1) \dots (s - n_m)}{(s - p_1) \dots (s - p_n)} \quad (3.4)$$

Záporně vzatým převráceným hodnotám reálných pólů a nul říkáme časové konstanty systému. Jsou-li nulové body i póly systému reálné, můžeme přenos systému vyjádřit pomocí časových konstant ve tvaru :

$$G_s(s) = \frac{b_0}{a_0} \cdot \frac{(1 + s\tau_1) \dots (1 + s\tau_m)}{(1 + sT_1) \dots (1 + sT_n)} \quad (3.5)$$

Poměr $k_0 = \frac{b_0}{a_0}$ se nazývá zesílení systému. [1, 2]

3.2.2.3 Přechodová funkce a přechodová charakteristika systému

Přechodová funkce $h(t)$ je odezva systému na jednotkový skok při nulových počátečních podmínkách.

Přechodová charakteristika je grafické znázornění přechodové funkce. [2]

Jednotkový (Heavisideův) skok je definován vztahem:

$$u(t) = \eta(t) = 1 \text{ pro } t \geq 0,$$

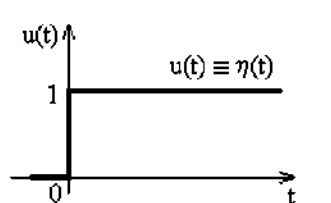
$$u(t) = \eta(t) = 0 \text{ pro } t < 0.$$

Laplaceův obraz jednotkového skoku je

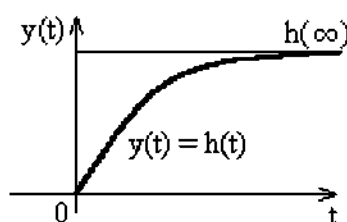
$$L\{\eta(t)\} = \frac{1}{s} \quad (3.6)$$

Obraz přechodové funkce

$$L\{h(t)\} = H(s) = G_s(s)U(s) = \frac{G_s(s)}{s} \quad (3.7)$$



Obr. 4.: Jednotkový (Heavisideův) skok [1]



Obr. 5.: Přejchodová charakteristika [1]

Hodnota přechodové funkce pro $t \rightarrow \infty$ je rovna

$$h(\infty) = \lim_{s \rightarrow \infty} sH(s) = \lim_{s \rightarrow \infty} s \frac{G_s(s)}{s} = \lim_{s \rightarrow \infty} G_s(s) \quad (3.8)$$

Z tohoto hlediska rozpoznáváme tři základní skupiny dynamických členů

- proporcionální (statické) .. $h(\infty) = b_0/a_0$,
- derivační .. $h(\infty) = 0$,
- integrační (astatické) .. $h(\infty) = \infty$ [2].

4 Identifikace systému

Identifikací soustav chápeme obecně zjištění vlastností těchto soustav. Výsledkem identifikace jsou statické a dynamické charakteristiky nebo matematický či logický popis chování soustavy apod. Na základě výsledků identifikace je možno stanovit model soustav a řešit potřebné problémy mimo vlastní zařízení . [3].

Úlohu definování systému, tzn. nalezení matematického modelu systému můžeme při identifikaci řešit dvěma způsoby :

- 1) analyticky – fyzikálně-matematickou analýzou objektu,
- 2) experimentálně – na základě experimentálně získaných údajů z procesu.

4.1 Analytická identifikace

Při sestavení matematického popisu systému vycházíme ze známých fyzikálních (např. zákon zachování mechanické energie,...) a chemických zákonů (např chemické reakce způsobené pohybem). Pomocí analytické identifikace zpravidla získáme přímo stavový popis daný soustavou lineárních rovnic.

Pro složité objekty je však použití této metody obtížné a vhodnější je určení modelu procesu experimentálně. [3]

4.2 Experimentální identifikace

Hlavní charakteristikou přístupu k této metodě identifikace je, že se vychází z údajů získaných o procesu v průběhu jeho pozorování, respektive experimentování. Model procesu je tedy určen na základě souboru vstupních a jím odpovídajících výstupních údajů o procesu. [3]

Experimentální metody dělíme na:

- 1) deterministické – zanedbávají vliv poruchových signálů, k výpočtu například impulsní charakteristiky či diferenční rovnice se využívá jen tolik údajů o vstupu a výstupu, kolik je hledaných parametrů,

- 2) statistické – umožňují kvalitativní zhodnocení chyb podle statistických hledisek, parametry přenosu chápeme jako neznámé konstanty a úkolem je nalézt jejich odhady. [3]

4.2.1 Vstupní a výstupní signály

Vstupní signály do soustavy generujeme vhodnou změnou akční veličiny. Mohou to být :

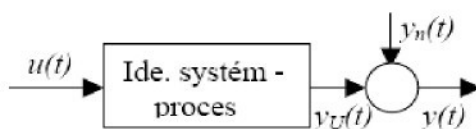
- 1) deterministické signály
 - lze je popsat analyticky
 - skokové změny, impuls, rampa,...
- 2) náhodné (stochastické) signály
- 3) pseudonáhodné signály

Aby bylo možné použít daný vstupní signál pro identifikaci, musí být realizovatelný a jednoduše generovatelný pomocí akčních členů, dále musí být dobře matematicky popsatelný a musí vybudit dostatečnou reakci identifikovaného systému. Nejčastěji se jako budící signál používá skokový signál.

Výstupní signál $y(t)$ může obsahovat kromě užitečného signálu $y_u(t)$, který je reakcí identifikovaného systému na změnu akční veličiny, taky neužitečný – parazitní šumový signál $y_n(t)$ a signál neměřené poruchové veličiny $y_d(t)$. Obecně pak platí

$$y(t) = y_u(t) + y_d(t) + y_n(t) \quad (4.1)$$

Neužitečný (parazitní) šumový signál $y_n(t)$ je náhodný signál, který může vznikat na zesilovačích, převodnících a v dalších členech [5].



Obr. 6.: Identifikace účinku akční veličiny [5]

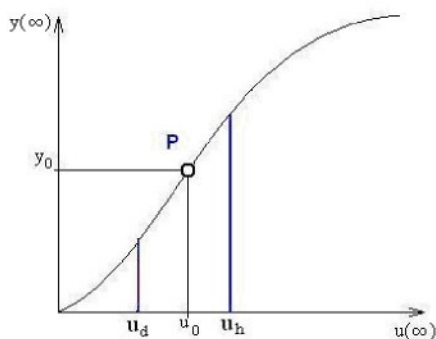
V případě této diplomové práce vzniká šumový signál $y_n(t)$ na čidle měřícím výstupní veličiny, tedy teploty vyfukovaného vzduchu a prostorové teploty.

4.2.2 Statická charakteristika

Naměření statické charakteristiky je prvním bodem při hledání matematického modelu systému. Cílem je zjištění závislosti $y(\infty)$ na ustálených hodnotách akční veličiny $u(\infty)$. Z průběhu statické charakteristiky je potom možné určit, zda je statické zesílení soustavy konstantní na celém měřeném rozsahu a je-li tedy soustava lineární.

Na základě měření statické charakteristiky se volí **pracovní bod**. Pracovnímu bodu odpovídá ustálená hodnota akční veličiny $u_0 = u_0(\infty)$, která se má nacházet pokud možno v lineární části statické charakteristiky a této akční veličině pak odpovídá ustálená hodnota výstupní veličiny $y_0(\infty)$ [5].

Aby byla zachována podmínka linearity, realizují se změny akční veličiny kolem pracovního bodu u_0 , maximálně však po vyznačené meze (u_d , u_h).



Obr. 7.: Statická charakteristika se zvoleným pracovním bodem v lineární oblasti

4.2.3 Matlab System Identification Toolbox

Matlab System Identification Toolbox je nástroj pro vytváření lineárních dynamických modelů z naměřených vstupních a výstupních dat. Podstatou je stanovení parametru modelu statistickými metodami, přičemž strukturu modelu si volíme.

Vstupní data

Jako vstupní data je možno importovat data naměřená v časové nebo frekvenční oblasti. Před vlastním zpracováním dat je možné importovaná data upravit (změnou vzorkovací frekvence, odfiltrováním šumů a odstraněním trendu).

Určení parametrů přenosu

Je možné vybrat ze tří metod odhadu modelu přenosu :

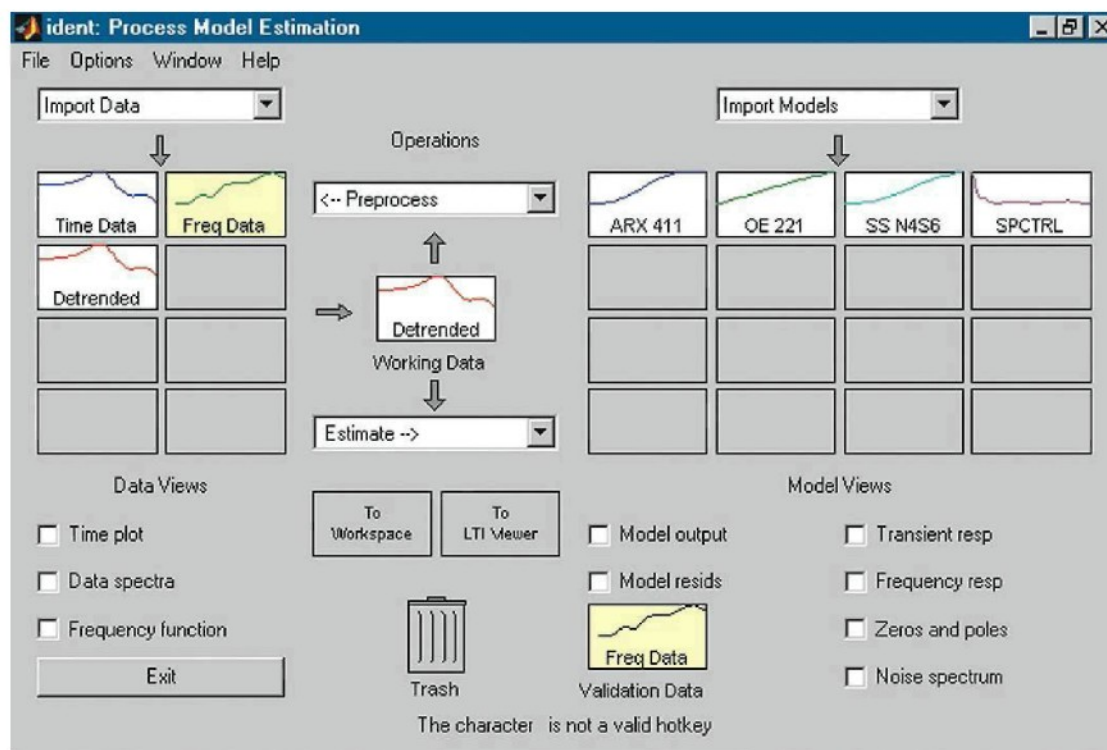
- Odhad spojitého model
- Odhad parametrického modelu
- Odhad neparametrického model

Pro každou metodu je potom možné nastavení dalších parametrů. U spojitého modelu je to 1 až 3 časové konstanty, jestli je soustava statická nebo integrační a případně nulu přenosu). Pokud je některý parametr předem známý, může být nastaven ještě před vlastním odhadem.

Ověření odhadnutého modelu

Můžeme použít několik metod ověření správnosti odhadnutého modelu :

- Vykreslení grafu výstupu modelu a porovnání s ověřovacími daty
- Reziduální analýza – zobrazí autokorelační funkce
- Frekvenční odezva – zobrazí úroveň útlumu a rezonační frevence
- Zobrazení pólů a nul odhadnutého modelu

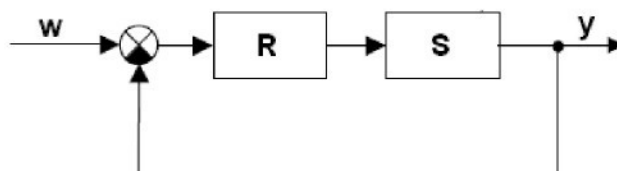


Obr. 8.: Náhled na uživatelské prostředí System Identification Toolboxu

5 Regulační obvody

5.1 Jednoduchý regulační obvod

Zpětnovazební zapojení PID regulátoru je v praxi stále nejpoužívanější způsob zapojení. U snadno regulovatelných soustav, tedy u soustav nižšího řádu bez dopravního zpoždění přináší tento regulační obvod uspokojivé výsledky.



Obr. 9.: Jednoduchý regulační obvod

Přenos řízení jednoduchého regulačního obvodu

$$G_w(s) = \frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G_R(s) \cdot G_S(s)}{1 + G_S(s) \cdot G_R(s)} \quad (5.1)$$

Přenos poruchy jednoduchého regulačního obvodu

$$G_v(s) = \frac{Y(s)}{V(s)} = \frac{G_S(s)}{1 + G_S(s) \cdot G_R(s)} \quad (5.2)$$

5.2 Rozvětvený regulační obvod

Ke zlepšení kvality regulace volíme často složitější uspořádání regulačního obvodu s větším počtem regulačních smyček. Regulovaná soustava a regulátor jsou pak propojeny větším počtem vazeb a takovým regulačním obvodům pak říkáme **rozvětvené regulační obvody**. U nich se k původnímu (hlavnímu) regulátoru přidává druhý (pomocný), případně další regulátor, přibývají další veličiny a obvod se zákonitě větví. Úkolem rozvětvených regulačních obvodů je zlepšit kvalitu regulace a někdy i stabilitu regulace (např. u regulovaných soustav s dopravním zpožděním), kdy v jednoduchém regulačním obvodu už se sebelepším nastavením parametrů regulátoru tato kvalita či stabilita zlepšit nedá.

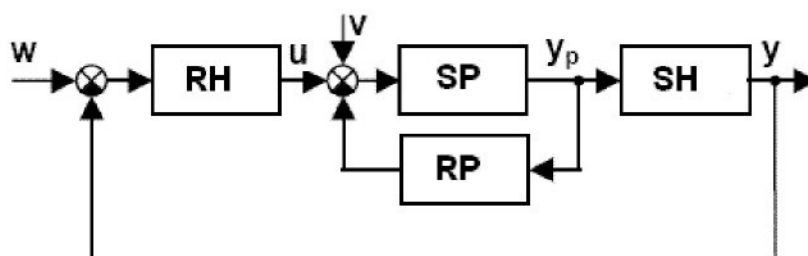
Rozlišujeme čtyři základní typy rozvětvených regulačních obvodů

- obvody s pomocnou regulovanou veličinou
- obvody s pomocnou akční veličinou
- obvody s měřením poruchy
- obvody s modelem regulované soustavy. [4]

Dále bude detailně rozebrán pouze rozvětvený regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou použitý v této diplomové práci.

5.2.1 Rozvětvený regulační obvod s pomocnou regulovanou veličinou

Tento regulační obvod vznikne, pokud ve vhodném místě zavedeme **pomocnou regulovanou veličinu y_p** . Podmínkou je, že se dá měřit. Je to veličina, kterou nemusíme z technologického hlediska regulovat, ale co je důležité, musí reagovat na vstupy poruchové veličiny **podstatně rychleji (s menším zpožděním), než vlastní regulovaná veličina y** . Tuto veličinu přivádíme do **pomocného regulátoru, jehož přenos budeme značit $G_{RP}(s)$** na rozdíl od přenosu původního (hlavního) regulátoru, jehož přenos bude v dalším textu označen **$G_{RH}(s)$** . Pomocná regulovaná veličina nám svým způsobem rozdělí regulovanou soustavu na dvě sériově zapojené části o přenosech $G_{SP}(s)$ a $G_{SH}(s)$, přičemž pochopitelně platí $G_S(s) = G_{SP}(s) \cdot G_{SH}(s)$ a předpokládá se znalost obou přenosů $G_{SP}(s)$ i $G_{SH}(s)$. [4]



Obr. 10.: Blokové schéma rozvětveného regulačního obvodu s pomocnou regulovanou veličinou [4]

Odvození přenosu řízení

$$\begin{aligned}
 G_W(s) &= \frac{Y(s)}{W(s)} = \frac{G_{RH}(s) \cdot \frac{G_{SP}(s)}{1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s)} \cdot G_{SH}(s)}{1 + G_{RH}(s) \cdot \frac{G_{SP}(s)}{1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s)} \cdot G_{SH}(s)} = \frac{G_{RH}(s) \cdot G_{SP}(s) \cdot G_{SH}(s)}{1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s) + G_{RH}(s) \cdot G_{SP}(s) \cdot G_{SH}(s)} = \\
 &= \frac{G_{RH}(s) \cdot G_S(s)}{1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s) + G_{RH}(s) \cdot G_S(s)} \quad (5.3)
 \end{aligned}$$

Charakteristická rovnice jednoduchého obvodu je :

$$1 + G_S(s) \cdot G_R(s) = 0 \quad (5.4)$$

A charakteristická rovnice rozvětveného regulačního obvodu s pomocnou regulovanou veličinou je :

$$1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s) + G_{RH}(s) \cdot G_S(s) = 0 \quad (5.5)$$

Charakteristická rovnice rozvětveného regulačního obvodu se liší od jednoduchého tím že obsahuje navíc člen $G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s)$. Vhodnou volbou nastavení pomocného regulátoru tedy můžeme dosáhnout značného zlepšení kvality a stability regulačního obvodu. Při realizaci obvodu se musíme snažit snímat pomocnou regulovanou veličinu co nejbližší vstupu do regulované soustavy $G_S(s)$.

Určení typu pomocného regulátoru

Pro žádný typ hlavního regulátoru nelze použít pomocný I regulátor. Pokud se v hlavním regulátoru vyskytuje integrační složka, nehodí se použít jako pomocný PI regulátor. Na základě získaných výsledků ve formě grafů jsme doporučili vhodné typy pomocného regulátoru k danému typu hlavního regulátoru, které jsou uvedeny v tab. 3. Tyto kombinace vedou ke zlepšení kvality regulace.

Hlavní regulátor	Pomocný regulátor
PI	P, PD, PID
PD	PI, PID
PID	P, PD, PID

Tab. 1. Doporučené kombinace hlavního a pomocného regulátoru

5.3 Stabilita regulačního obvodu

Kritéria stability

Kritéria stability lineárních stacionárních spojitéch systémů umožní rozhodnout o stabilitě uzavřeného regulačního obvodu bez výpočtu jeho pólů, respektive charakteristických čísel.

Algebraická kritéria stability

Tato kritéria vychází z charakteristické rovnice uzavřeného regulačního obvodu

$$a_n y^{(n)}(t) + a_{n-1} y^{(n-1)}(t) + \dots + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = 0 \quad (5.6)$$

respektive z charakteristického polynomu uzavřeného obvodu, který se rovná jmenovateli přenosu řízení (4.2), nebo poruch (4.3) a má tvar :

$$f(s) = a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0 \quad (5.7)$$

5.3.1 Hurwitzovo kritérium stability

Vychází z charakteristického polynomu uzavřeného regulačního obvodu (4.8) a požaduje splnění předpokladu, že $a_0, a_1, \dots, a_n > 0$. Z kořenů charakteristického polynomu sestavíme Hurwitzovu matici :

$$\mathbf{H} = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} & \dots & 0 \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} & \dots & 0 \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & a_4 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} \quad (5.8)$$

Hurwitzova matice je stejného řádu jako je stupeň charakteristického polynomu.

Z Hurwitzovi matice určíme $\det |\mathbf{H}|$ a z něj sestavíme jeho subdeterminanty H_i , které jsou rovny hlavním minorům matice $\mathbf{H}$. Platí tedy :

$$\mathbf{H}_1 = a_{n-1}, \mathbf{H}_2 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} \\ a_n & a_{n-2} \end{vmatrix}, \text{ až } \mathbf{H}_n = \det |\mathbf{H}| = a_0 \cdot \mathbf{H}_{n-1}$$

O stabilitě regulačního obvodu můžeme rozhodnout takto :

- Regulační obvod je stabilní, když je subdeterminant $\mathbf{H}_{n-1} > 0$, a další subdeterminanty jsou kladné, tj. $\mathbf{H}_{n-2} > 0 \quad \dots \quad \mathbf{H}_2 > 0$.

- Pokud je některý z Hurwitzových subdeterminantů rovný nule, potom je regulační obvod na **mezi stability**. V případě, že $a_0 = 0$, je jeden kořen v počátku souřadnic komplexní roviny „s“. Jde o tzv. **nekmitavou** mez stability. Když $H_{n-1} = 0$, pak jsou dva kořeny ryze imaginární. V tomto případě jde o **kmitavou** mez stability.[2]

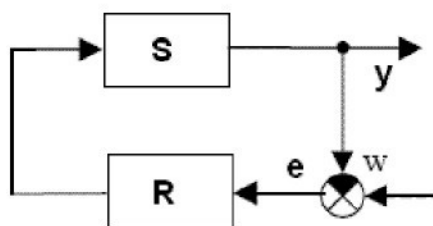
6 Regulátory

Regulátorem je nazýváno zařízení v regulačním obvodu, kterým se uskutečňuje proces automatické regulace [2].

Vstupem do regulátoru je regulační odchylka $e(t)$, což je rozdíl žádané hodnoty $w(t)$ a výstupní veličiny $y(t)$. Cílem regulátoru je generování akční veličiny, která tuto regulační odchylku minimalizuje, případně úplně odstraní.

Regulační odchylka :

$$e(t) = w(t) - y(t) \quad (6.1)$$



Obr. 11.: Blokové schéma regulačního obvodu

Nejčastěji používaným regulátorem je regulátor typu PID, jehož vstupem je regulační odchylka a výstup tvoří vážený součet z regulační odchylky, jejího integrálu a derivace.

Obrazový přenos regulátoru je možno vyjádřit ve tvaru :

$$G_R(s) = K_R \left[1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right] = r_0 + \frac{r_{-1}}{s} + r_1 s, \quad (6.2)$$

kde je K_R ... zesílení analogového regulátoru,

$$T_I = r_0 / r_{-1} \quad \dots \text{integrační časová konstanta regulátoru,} \quad (6.3)$$

$$T_D = r_1 / r_0 \quad \dots \text{derivační časová konstanta regulátoru,} \quad (6.4)$$

r_0 ... proporcionální konstanta regulátoru,

r_{-1} ... integrační konstanta regulátoru,

r_1 ... derivační konstanta regulátoru.

U skutečných regulátorů se setkáváme navíc ještě s parametrem pp – pásmo proporcionality

$$pp[\%] = (1/r_0) \cdot 100 \quad (6.5)$$

Pásmo proporcionality určuje o jakou hodnotu, vyjádřenou v procentech se musí změnit vstupní signál regulátoru, aby se regulační orgán přestavil z jedné krajní polohy do druhé[1].

Pro spojitou regulaci se nejčastěji používá regulátor typu P, PI a PID.

P-regulátor

Proporcionální regulátor je velmi jednoduchý, levný a stabilní. Je však nevýhodný tím, že pracuje s trvalou regulační odchylkou [2].

PI-regulátor

V uzavřeném regulačním obvodu odstraňuje trvalou regulační odchylku, kterou bychom měli při použití P-regulátoru. Zlepšuje stabilitu vzhledem k použití čistého I-regulátoru. Pro určitá nastavení parametrů regulátoru vyhovuje z hlediska stability i pro astatické regulované soustavy. V počátku regulačního pochodu převládá vliv proporcionální složky, s narůstajícím časem převládá vliv integrační složky [2].

PID-regulátor

V uzavřeném regulačním obvodu odstraňuje vlivem I složky trvalou regulační odchylku a vlivem D složky zlepšuje stabilitu regulačního obvodu. V počátku přechodového děje převládá derivační složka regulátoru, s narůstajícím časem převládá integrační složka regulátoru [2].

6.1 Seřízení regulátoru

6.1.1 Metoda kritického zesílení regulátoru (metoda Ziegler-Nicholsova)

Základní myšlenkou metody je přivést regulační obvod do tzv. kritického stavu, tj. na hranici stability, přičemž regulátor pracuje pouze s proporcionální složkou, integrační a derivační složka jsou vyřazeny nastavením.

$$T_I = \infty \text{ a } T_D = 0, \text{ resp. } r_{-1} = 0 \text{ a } r_1 = 0.$$

Do kritického stavu obvod přivedeme postupným zvyšováním zesílení regulátoru k_R . Zesílení regulátoru, při kterém došlo ke vzniku netlumených kmitů, nazýváme kritickým zesílením $k_R = k_{Rk}$, resp. $r_0 = r_{0k}$ a periodu kritických kmitů $T = T_k$. Tyto tzv. kritické hodnoty dosadíme do empirických vztahů pro použitý typ regulátoru a vypočítáme doporučené seřízení (viz tab. 1)[2].

Tab. 1. Seřízení PID regulátoru z kritických hodnot regulátoru[2].

	k_R	T_I	T_D	r_0	r_{-1}	r_1
P	$0,5 k_{Rk}$	-	-	$0,5 r_{0k}$	-	-
PI	$0,45 k_{Rk}$	$T_k/1,2$	-	$0,45 r_{0k}$	$0,54 r_{0k}/T_k$	-
PD	$0,4 k_{Rk}$	-	$0,05 T_k$	$0,4 r_{0k}$	-	$0,02 r_{0k} T_k$
PID	$0,6 k_{Rk}$		$0,12 T_k$	$0,6 r_{0k}$	$1,2 r_{0k}/T_k$	$0,075 r_{0k} T_k$
I*	-	$2 T_{Ik}$	-	-	$0,5 r_{-1k}$	-

*) V případě čistě integračního regulátoru přivedeme regulační obvod do kritického stavu $T_I \rightarrow T_{Ik}$ resp. $r_1 \rightarrow r_{1k}$

6.1.2 Seřízení regulátoru podle lineární regulační plochy

Metoda lineární regulační plochy je vhodná pro návrh nastavení regulátoru zejména v procesech, kde je požadován z technologických, nebo provozních důvodů aperiodický průběh regulované veličiny. Metoda vychází z minimalizace kritéria lineární regulační plochy ($J \rightarrow \min$)[5]:

$$J(r_0, r_1, r_2) = \int_0^{\infty} \bar{e}(t) dt = \int_0^{\infty} [e(t) - e(\infty)] dt. \quad (6.6)$$

Předpokládejme, že přenos řízení uzavřeného regulačního obvodu $G_w(s)$ má tvar :

$$G_w(s) = \frac{G_s(s)}{1 + G_s(s) \cdot G_R(s)} = - \frac{Ks}{a_4 s^5 + a_3 s^4 + a_2 s^3 + s^2(a_1 + Kr_1) + s(a_0 + Kr_0) + Kr_{-1}} \quad (6.7)$$

Postup metody je možné shrnout do sedmi bodů :

1. Nalezení charakteristické rovnice uzavřeného obvodu

$$a_4 s^5 + a_3 s^4 + a_2 s^3 + s^2(a_1 + Kr_1) + s(a_0 + Kr_0) + Kr_{-1} = 0 \quad (6.8)$$

2. Dělením koeficientů koeficientem a_0 se převede charakteristická rovnice na normovaný tvar :

$$s^5 + \frac{a_3}{a_4} s^4 + \frac{a_2}{a_4} s^3 + s^2 \frac{(a_1 + Kr_1)}{a_4} + s \frac{(a_0 + Kr_0)}{a_4} + \frac{Kr_{-1}}{a_4} = 0 \quad (6.9)$$

3. Určí se počet koeficientů δ , které není možno ovlivnit seřízením (parametry) regulátoru
Koeficienty charakteristického polynomu je možno rozdělit do dvou skupin:

- I. skupina koeficientů závisí na parametrech regulátoru

$$A_0 = \frac{Kr_{-1}}{a_4}, \quad A_1 = \frac{(a_0 + Kr_0)}{a_4}, \quad A_2 = \frac{(a_1 + Kr_1)}{a_4}, \quad (6.10)$$

- II. skupina koeficientů nezávisí na parametrech regulátoru

$$A_3 = \frac{a_2}{a_4}, \quad A_4 = \frac{a_3}{a_4}. \quad (6.11)$$

4. Aplikací věty o násobnosti pólů se určí požadovaná násobnost pólů

Nechť n je stupeň charakteristického polynomu uzavřeného obvodu a δ je počet koeficientů tohoto polynomu, které není možno ovlivnit seřízením regulátoru. Pak velikost lineární regulační plochy $J(r_0, r_1, r_2)$ bude minimální, jestliže charakteristická rovnice má póly násobnosti

$$p_n = n - \delta + 1 \quad (6.12)$$

Zbývající póly jsou násobnosti jedna. Jeden kořen maximální násobnosti dává menší hodnotu kritéria $J(r_0, r_1, r_2)$, než varianta s větším počtem pólů, jejichž násobnost je menší než p_n . [mod]

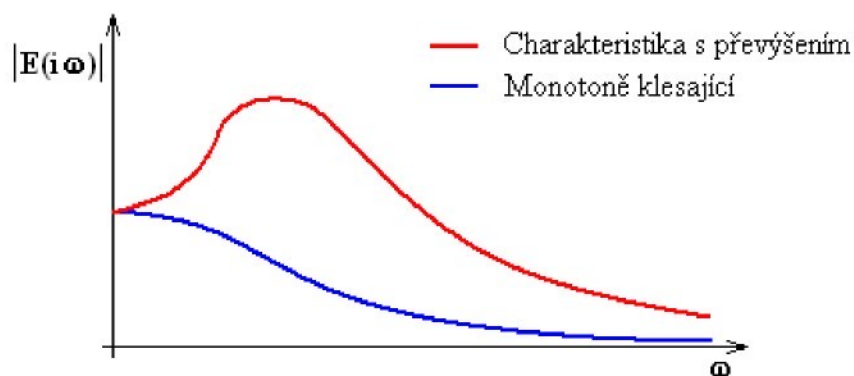
5. Pro δ -koeficientů, které není možno ovlivnit parametry regulátorů, se sestaví vazební podmínky z Vietových rovnic

$$\begin{aligned} -A_{n-1} &= s_1 + s_2 + \dots + s_{n-1} + s_n \\ +A_{n-2} &= s_1s_2 + \dots + s_1s_{n-1} + s_1s_n + s_2s_3 + \dots + s_{n-1}s_n \\ -A_{n-3} &= s_1s_2s_3 + s_1s_2s_4 + \dots + s_1s_2s_n + s_2s_3s_4 + \dots + s_{n-2}s_{n-1}s_n \\ &\dots \\ (-1)^\delta A_{n-\delta} &= s_1s_2\dots s_\delta + s_1s_2\dots s_{\delta+1} + \dots \end{aligned} \quad (6.13)$$

6. Z dané násobnosti a řešením vazebních rovnic určíme póly charakteristické rovnice.
7. Výpočet koeficientů charakteristické rovnice a parametrů regulátoru[5].

6.1.3 Seřízení regulátoru podle optimálního modulu

Základem této metody je frekvenční odezva uzavřeného obvodu na zvolenou poruchovou veličinu nebo žádanou hodnotu. Požadavkem je, aby amplitudová charakteristika neobsahovala převýšení, které signalizuje náchylnost obvodu ke kmitání. Požadovaný průběh amplitudové charakteristiky je monotónně klesající [5].



Obr. 12.: Amplitudová charakteristika [5]

Podmínku monotónnosti je možno vyjádřit ve tvaru

$$\frac{d|E_d(i\omega)|}{d\omega} \leq 0, \quad (6.14)$$

kde $E_d(i\omega)$ je obraz regulační odchylky na zvolenou poruchu nebo žádanou hodnotu.

Tuto podmínku lze nahradit podmínkou

$$\frac{d|E_d(i\omega)|^2}{d\omega} \leq 0, \quad (6.15)$$

Kvadrát absolutní hodnoty $|E_d(i\omega)|^2$ je možno vyjádřit ve tvaru

$$|E_d(i\omega)|^2 = E_d(i\omega) \cdot E_d(-i\omega) = \frac{B_m \omega^{2m} + B_{m-1} \omega^{2(m-1)} + \dots + B_1 \omega^2 + B_0}{A_n \omega^{2n} + A_{n-1} \omega^{2(n-1)} + \dots + A_1 \omega^2 + A_0} = G(\omega^2) \quad (6.16)$$

Koeficienty A_i , B_i závisí obecně na parametrech regulátoru, které je možno určit ze vzorců

$$\begin{aligned} A_n &= a_n^2 \\ A_{n-1} &= a_{n-1}^2 - 2a_n a_{n-2} \\ A_{n-2} &= a_{n-2}^2 - 2a_{n-3} a_{n-1} + 2a_n a_{n-4} \\ &\dots \\ A_2 &= a_2^2 - 2a_3 a_1 + 2a_0 a_4 \\ A_1 &= a_1^2 - 2a_0 a_2 \\ A_0 &= a_0^2 \end{aligned} \quad (6.17)$$

Pro výpočet koeficientů B_i se použijí tytéž vzorce s tím, že se za koeficienty a_i dosazují koeficienty b_i .

Pro výpočet parametrů regulátoru r_0 , r_1 , r_2 , pak píšeme podmínky ve tvaru

$$\frac{B_0}{A_0} = \frac{B_1}{A_1}, \frac{B_0}{A_0} = \frac{B_2}{A_2}, \frac{B_0}{A_0} = \frac{B_3}{A_3}. \quad (6.18)$$

Kritérium optimálního modulu v sobě nezahrnuje podmínky stability. Podmínky (6.18) nemusí uvažovat všechny koeficienty charakteristického polynomu. Je proto tedy vždy nutné splnění všech podmínek stability prověřit[1].

7 Popis konkrétního řešení

7.1 Koncepce řešení

Řešení této diplomové práce bude rozděleno do dílčích částí :

- Popis současného systému.
- Rozšíření systému pro vyřešení problému plynulého řízení, volba a optimalizace regulačních prvků.
- Identifikace soustavy a nalezení matematického modelu.
- Výpočet a nastavení PI regulátorů.
- Simulace regulačního obvodu

7.2 Popis současného systému

Základní částí klimatizační jednotky firmy ACSON International je Fan-coil. Toto označení (konvektor s ventilátorem) se vžilo pro jednotky, které obsahují vodní ohříváč nebo chladič vzduchu a ventilátor s filtrem. Zdrojem studené vody je bloková chladicí jednotka (chiller), která se umísťuje mimo chlazenou oblast. Voda se z ní rozvádí do fan-coilů, které se umísťují tam, kde je potřebujeme. Jednotky v létě chladí a pokud se k nim přivede teplá voda z ústředního topení, tak topí. Klimatizace tímto systémem se prosazuje v poslední době. Jednotky mohou chladit nebo ohřívat topnou vodu i při záporných venkovních teplotách. Pokud se fan-coil doplní přímotopným elektrickým vytápěním pro několik nejchladnějších dní v roce, není třeba budovat kotelnou nebo výměňkovou stanici. Fan-coily se dnes regulují individuálně podle potřeby v příslušné místnosti. Pokud místnost není obsazena, přebírá regulaci centrální počítač.

Firma ACSON International vyrábí fan-coily v několika provedeních – nástěnné, mezi-stropní, podstropní, Podrobná technická specifikace klimatizačních jednotek ACSON je v příloze na CD.



Obr. 13.: Nástěnná jednotka AWM-FW

Jako venkovní jednotka je v systému firmy ACON použit mini-chiller (s chladícím výkonem 5-39 kW a topným výkonem 6-36 kW). Několik mini-chillerů je možno spojit a provozovat jako jeden celek.

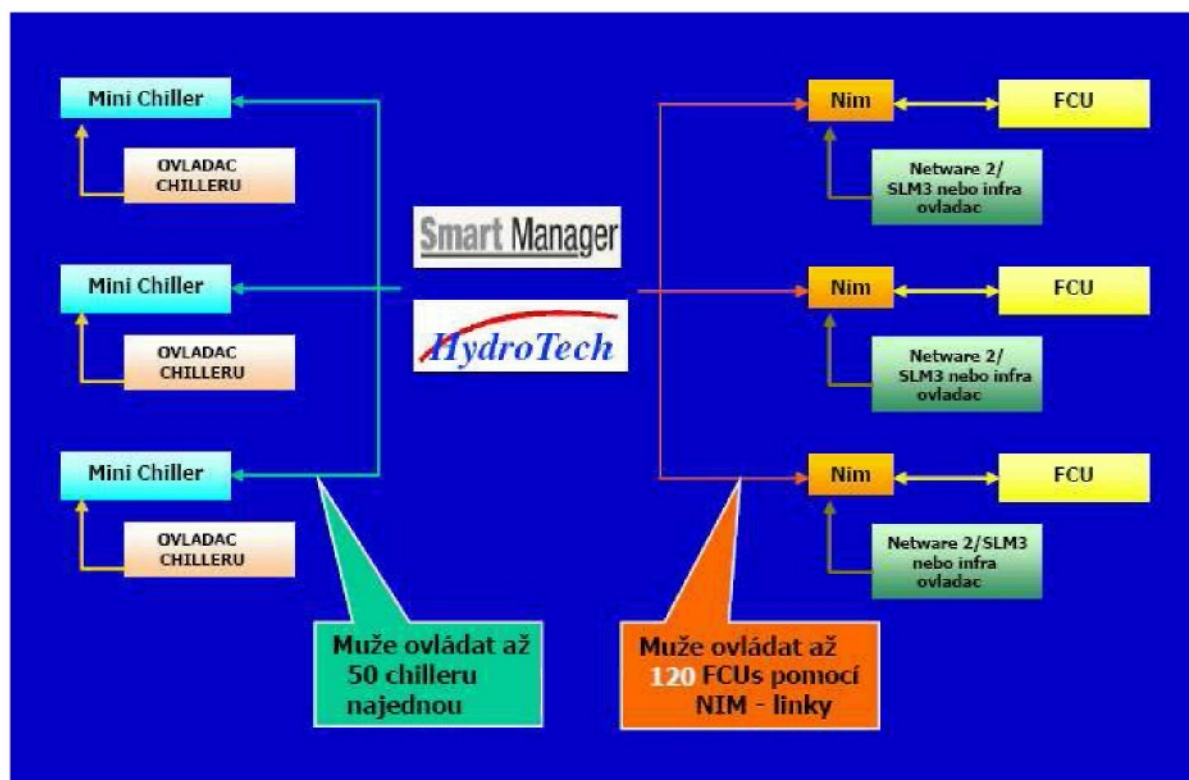


Obr. 14.: Mini-chiller

Jednotlivé jednotky je možné řídit buď jednotlivě infračerveným dálkovým ovladačem, nebo je propojit do regulačního systému v rámci klimatizované budovy a použít centrálního řídicího počítače (Smart Manager).



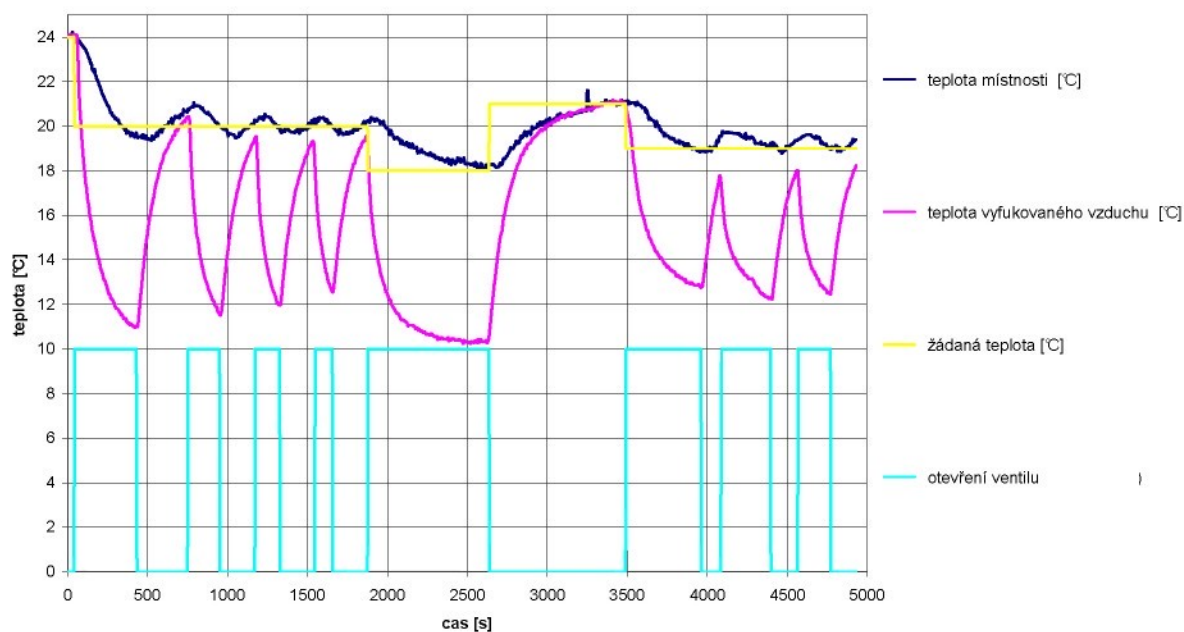
Obr. 15.: Smart manager



Obr. 16.: Ideové schéma řízení klimatizačního systému ACSON

Klimatizační jednotky firmy ACSON International využívají pro regulaci teploty klimatizovaného prostoru takzvanou „tvrdou regulaci“, kdy je buď plně otevřen, nebo plně zavřen ventil chladicího (topného) média. Tento systém regulace je sice schopen zajistit rychlé dosažení žádané teploty, ale v klimatizovaném prostoru není dosaženo optimální tepelné pohody prostředí, neboť teplota vyfukovaného vzduchu velmi kolísá (viz. Graf 1.)

Pro realizaci diplomové práce byla zvolena nástěnná jednotka AWM 10 FW (s chladicím výkonem 3 kW a topným výkonem 5 kW), umístěná v místnosti o rozměrech odpovídajících výkonu jednotky.



Graf 1. : Naměřená odezva klimatizační jednotky ACSO AWM10 FW v módu chlazení

7.3 Rozšíření systému pro vyřešení problému plynulého řízení, volba a optimalizace regulačních prvků

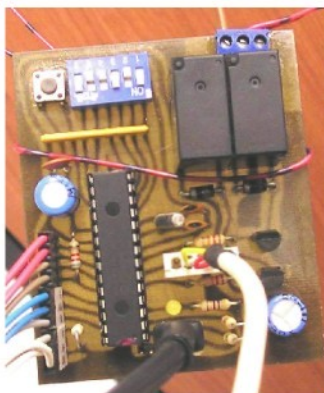
Stávající řídicí systém klimatizační jednotky neumožňuje jakékoli modifikace. Z tohoto důvodu bylo nutné rozšířit regulační systém o trojcestný ventil, servomechanismus pro tento ventil, regulátor, který bude servomechanismus řídit a čidlo teploty vyfukovaného vzduchu. Jako čidlo prostorové teploty bylo využito čidla již obsaženého v Fan-Coilu, protože údaj o prostorové teplotě je součástí komunikačního protokolu klimatizačního systému.

Regulátor

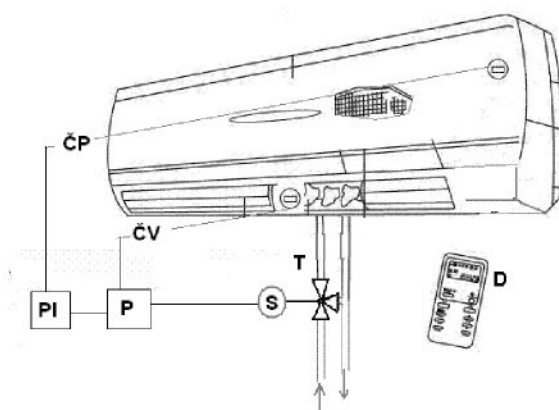
Jako řídicí prvek byl zvolen univerzální regulátor ESTRA Controll firmy Labit, a.s. Jedná se o mikropočítač s procesorem PIC16F88. Řídicí algoritmus byl přizpůsoben komunikačnímu protokolu firmy ACSO International, a obsahuje dva PID regulátory. Přizpůsobení regulačních konstant je možné pomocí jumperů, připojených na vstupy procesoru. Z důvodu předejití možným problémům se šumy, bylo předem rozhodnuto nepoužít derivační složku PID regulátorů. Z důvodů popsaných v teoretické části byl zvolen jako hlavní regulátor typu PI a pomocný regulátor typu P.

Činnosti řídicího algoritmu :

- Povel „Vypnuto“ – nastaví servomechanismus do polohy zavřeno a přejde do vyčkávacího režimu na povel „Zapnuto“.
- Povel „Zapnuto“ + „mód chlazení“ přečte žádanou teplotu a reguluje teplotu v místnosti a teplotu vyfukovaného vzduchu.
- Povel „Zapnuto“ + „mód topení“ je stejný jako mód chlazení, pouze regulační konstanty mají opačné znaménko.
- Povel „Zapnuto“ + „mód odvlhčování“ otevře servomechanismus na 1/3 a přejde do vyčkávacího režimu.
- Povel „Zapnuto“ + „mód větrání“ zavře servomechanismus a přejde do vyčkávacího režimu.



Obr. 17.: Pracovní verze regulátoru ESTRA Controll



Obr. 18.: Klimatizační jednotka, schéma rozšíření systému. D – dálkový ovladač, T – trojcestný ventil, S – servopohon, P- pomocný regulátor typu P, PI – hlavní regulátor PI, ČV- čidlo teploty vyfukovaného vzduchu, ČP – čidlo prostorové teploty

Trojcestný ventil

Byl zvolen trojcestný ventil vyráběný firmou Siemens typové řady VXP 459-10 s průtokovým součinitelem K_{vs} určeným dle výkonu klimatizační jednotky (viz tab.3). Ventil je přednostně určen pro použití ve větracích a klimatizačních zařízeních pro regulaci teplé a studené vody v uzavřených okruzích, např. pro indukční jednotky, fan-coilové jednotky, malé ohřívače a chladiče. Používají se ve:

- 2-trubkových systémech s 1 výměníkem tepla pro topení a chlazení
- 4-trubkových systémech s 2 oddělenými výměníky tepla pro topení a chlazení

Výkon klimatizační jednotky v módu chlazení [kW]	Průtokový součinitel K_{vs} [m ³ /h]
do 3,6 kW	1
3,7 .. 5 kW	1,6
5,1 .. 8,5 kW	2,5
8,6 .. 12,3 kW	4

Tab. 2.: Určení vhodného průtokového součinitele K_{vs} ventilu dle výkonu klimatizační jednotky.



Obr. 19.: Trojcestný ventil VXP 459-10-1,6

Servomechanismus

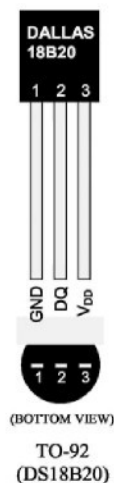
Jak o servomechanismus byl vybrán doporučený typ pro zvolený trojcestný ventil Siemens SSB31, napájecí napětí AC 230 V 3-polohový řídicí signál s dobou přeběhu 150 s. Servomechanismus bude pro všechny výkonové varianty jednotek stejný.



Obr. 20.: Servomechanismus Siemens SSB31

Čidlo teploty vyfukovaného vzduchu

Bylo použito číslicové čidlo teploty DS18B20 vyráběné firmou Dallas. Informace o teplotě je z čidla přenášena v číslicové podobě po rozhraní 1-Wire[®], pro komunikaci mu tedy postačuje pouze jeden vstup procesoru. Efektivní měřitelný rozsah tohoto čidla je $-10..85\text{ }^{\circ}\text{C}$ s maximální chybou $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

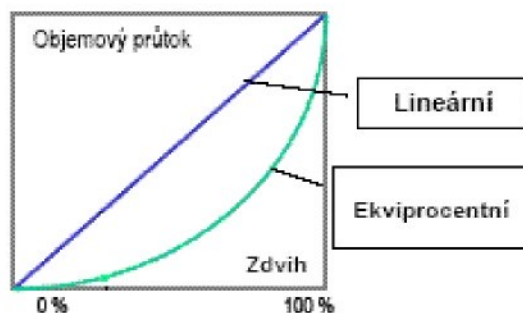


Obr. 21.: schéma čidla teploty Dallas DS18B20

7.3.1 Optimalizace zvolených součástí z hlediska jakosti a ceny

Vzhledem ke skutečnosti, že zadavatel diplomové práce, firma Labit a.s. je dlouhodobým a významným odběratelem výrobků Siemens a nakupuje tedy veškerý sortiment s výraznou slevou, byla úloha výběru vhodných komponentů již od počátku výrazně zjednodušena. Kromě regulátoru, který je vlastním výrobkem zadavatele, je hlavní položkou celého systému servomechanismus a trojcestný ventil. Trojcestný ventil byl vybrán na základě výhodného poměru cena/výkon a vhodnosti pro danou úlohu. Výhodou ventilů Siemens je také dlouhá

životnost a velmi dobrá regulovatelnost daná lineární charakteristikou po celém průběhu otvírání ventilu.



Obr. 22.: Porovnání charakteristiky lineárního a ekviprocentního ventilu

Servopohon byl zvolen dle doporučení pro daný trojcestný ventil. S ohledem na snadné propojení s regulátorem Estra Controll, byla vybrána verze s třípolohovým řídícím signálem. Čidlo teploty bylo zvoleno s ohledem na dostupnost, cenu a jednoduché propojení s procesorem.

7.4 Identifikace soustavy

Úloha identifikace soustavy se v našem případě rozpadá na dvě pod-úlohy, a sice identifikaci klimatizační jednotky a identifikaci klimatizované místnosti. Bylo provedeno několik měření v módu chlazení a topení. Jako první bylo provedeno měření pro učení statické charakteristiky klimatizační jednotky. Měření statické charakteristiky klimatizované místnosti se nepodařilo realizovat, vzhledem k velkým časovým úsekům nutným k ustálení měřené veličiny (minimálně 30 minut pro jeden skok akční veličiny). Během této doby docházelo k tak velkým poruchám působícím na klimatizovanou místnost (vliv slunečních paprsků působících přes okno, vítr, nutný zásah člověka při skoku akční veličiny – s tím spojené otevření dveří apod.), že naměřené hodnoty nedávaly žádný smysluplný výsledek. Při velkém zjednodušení budeme předpokládat, že chování klimatizované místnosti je v celém rozsahu lineární.

Statická charakteristika klimatizační jednotky

Pro měření bylo jako vstupní veličiny použito napětí přiváděné na trojcestný ventil v rozsahu 0-10 V. Výstupní veličinou potom byla teplota vyfukovaného vzduchu snímaná v těsné

blízkosti výfuku z jednotky. Bylo naměřeno několik hodnot v celém rozmezí otevření ventilu v módu chlazení (tab. 3) a módu topení (tab. 4).

Napětí přiváděné ventilu [V]	0	3	4	5,5	7	9	10
Teplota vyfukovaného vzduchu [°C]	22,8	19,1	17,7	16,9	14,6	13,6	12,6

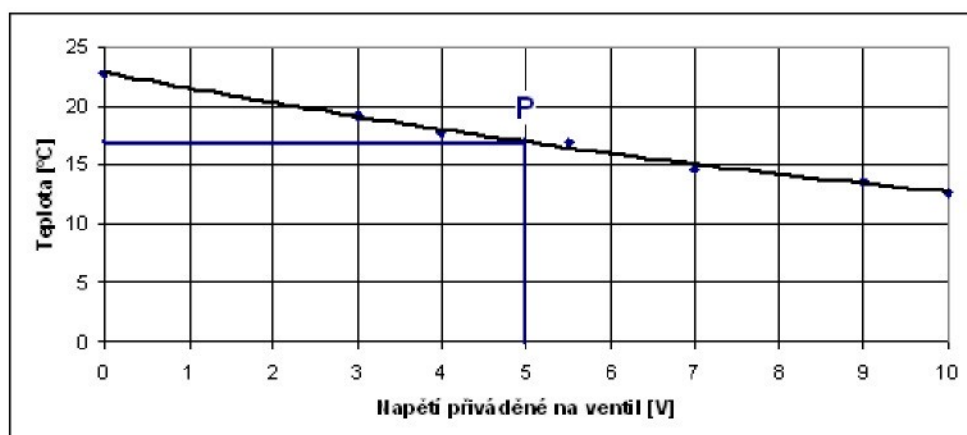
Tab. 3 : Naměřené hodnoty pro statickou charakteristiku v módu chlazení

Napětí přiváděné ventilu [V]	0	2,8	4,5	7	8,5	10
Teplota vyfukovaného vzduchu [°C]	23	33,9	39	44,9	47,9	49,6

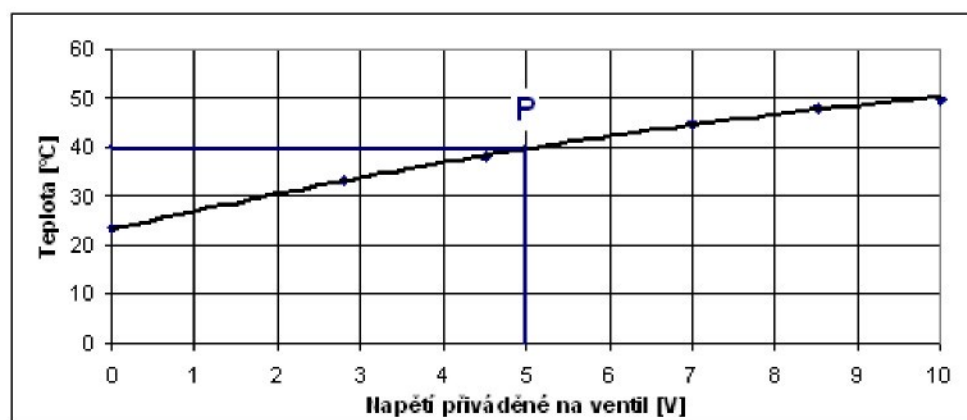
Tab. 4 : Naměřené hodnoty pro statickou charakteristiku v módu topení

Pracovní bod byl v obou případech zvolen pro napětí přiváděné na ventil 5V.

Rozmezí ve kterém budou voleny vstupní skokové změny pro vlastní identifikaci bylo v obou případech zvoleno v rozmezí vstupních hodnot 1..9V. (viz. graf 2, graf 3)



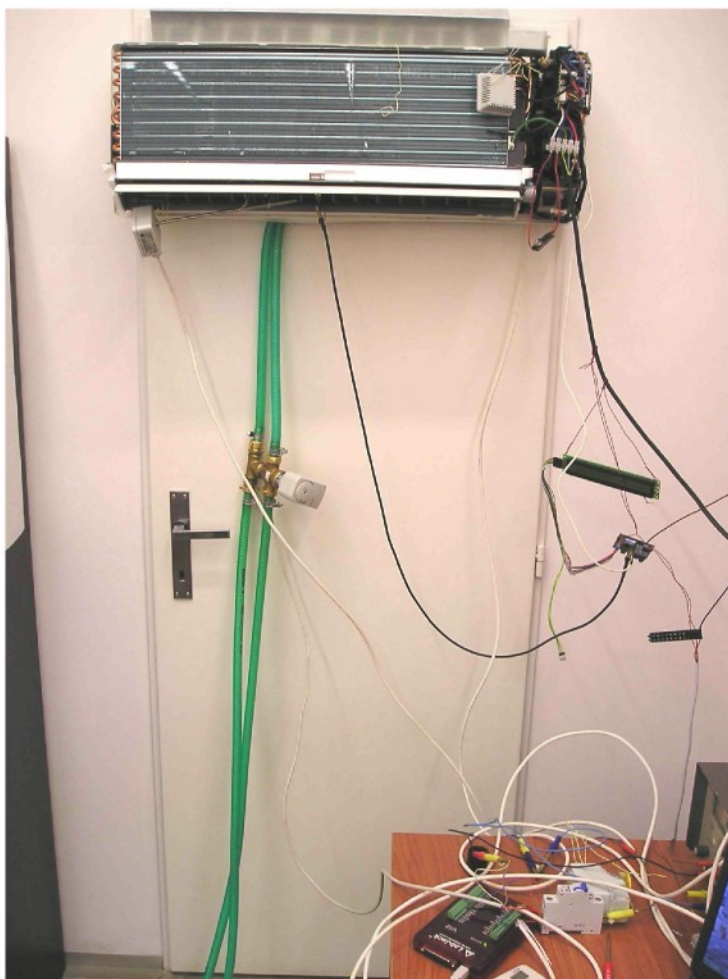
Graf 2.: Statická charakteristika klimatizační jednotky v režimu chlazení



Graf 3.: Statická charakteristika klimatizační jednotky v režimu topení

Dynamická charakteristika klimatizační jednotky

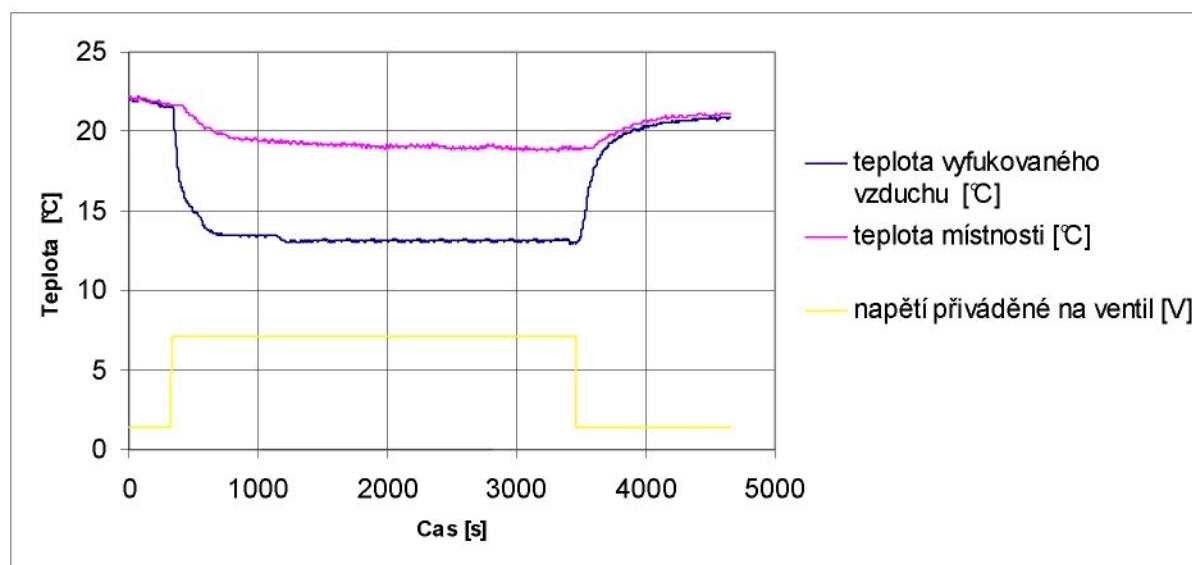
Dynamická charakteristika odezvy byla naměřena pomocí měřicí karty Labjack U12. Naměřená data byla uložena disk PC a dále zpracována programy Microsoft Excel a Matlab. Pro účely identifikačního měření byla použita čidla vyráběná firmou Sensit. Jako čidlo vyfukovaného vzduchu byl použit typ NS 760 se stonkem pro měření teploty kapalin a plynů s rozsahem měření 0..100 °C a jako čidlo prostorové teploty typ NS 100 s rozsahem -30..100°C doplněný převodníkem na napětí 0-10 V. Dále byl pro účel identifikačního měření nahrazen servopohon SSB31 typem SSB61 s řídicím signálem 0..10 V. Vzhledem ke skutečnosti, že firma ACSON včas nedodala vhodný chille, bylo s výhodou použito vody z centrálního vodovodního rozvodu.



Obr. 23. : Klimatizační jednotka během identifikačního měření.

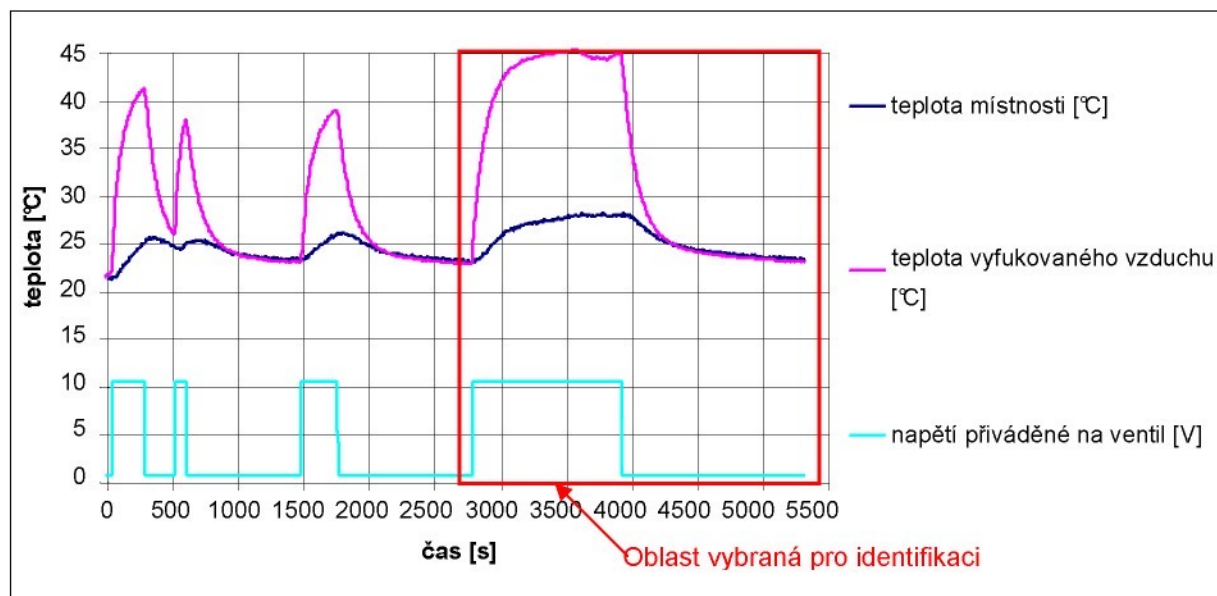
Identifikace

V režimu chlazení bylo provedeno šest identifikačních měření se skoky okolo pracovního bodu. Pro identifikaci bylo zvoleno měření se skokem akční veličiny z 1,5 V na 7 V a po ustálení zpět (graf 4.)



Graf 4.: Naměřená dynamická charakteristika v módu chlazení.

V režimu topení se bohužel nepodařilo realizovat identifikační měření v oblasti kolem pracovního bodu, protože během měření se začala objevovat porucha v podobě pravidelně kolísajícího tlaku vstupní vody. Příčinu poruch se nepodařilo v průběhu prováděných měření zjistit a všechna další měření byla poruchou zatížena tak významně, že naměřená data jsou nepoužitelná. Pro identifikaci byla tedy použita charakteristika naměřená dříve za účelem popsání chování jednotky do uživatelského manuálu. Z naměřených dat byla vybrána oblast se skokem akční veličiny, která byla použita pro identifikaci.



Graf 5.: Naměřená dynamická charakteristika v módu topení.

Identifikace byla provedena v programovém prostředí Matlab pomocí Identification Toolboxu. Před vlastní identifikací bylo ještě nutné provést převod naměřených dat do počátku souřadnic, tedy odečíst od celé řady naměřených dat hodnotu prvního vzorku. Celkem jsme identifikaci získali 4 přenosy :

1. **Přenos klimatizační jednotky v módu chlazení** – jako odezva klimatizační jednotky na skok napětí přiváděného na trojcestný ventil.

$$G_{SP}(s) = \frac{-1,41}{(1+185s).(1+27s).(1+s)} = \frac{-1,41}{4995s^3 + 5207s^2 + 213s + 1} \quad (7.1)$$

2. **Přenos místnosti v módu chlazení** – jako odezva místnosti na studený vzduch vyfukovaný jednotkou.

$$G_{SH}(s) = \frac{0,35}{315s + 1} \quad (7.2)$$

3. **Přenos klimatizační jednotky v módu topení** – jako odezva klimatizační jednotky na skok napětí přiváděného na trojcestný ventil.

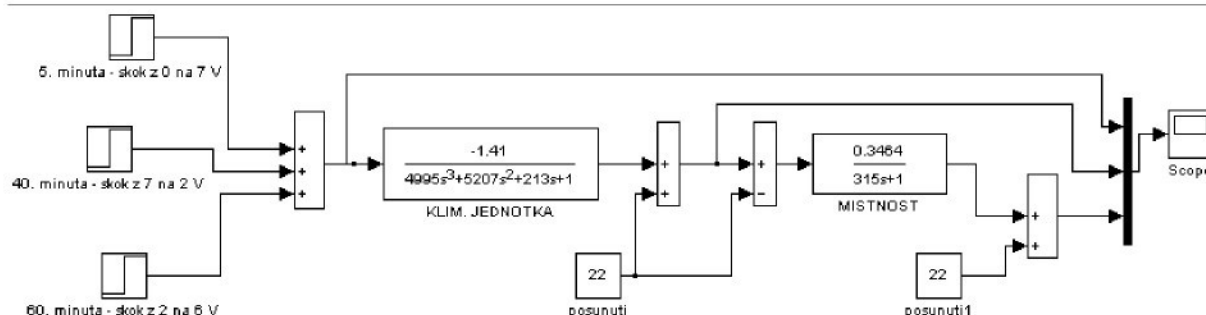
$$G_{SP}(s) = \frac{2,26}{(1+143s).(1+17s).(1+s)} = \frac{2,26}{2431s^3 + 2591s^2 + 161s + 1} \quad (7.3)$$

4. **Přenos místnosti v módu topení** – jako odezva místnosti na teplý vzduch vyfukovaný jednotkou

$$G_{SH}(s) = \frac{0,24}{220s + 1} \quad (7.4)$$

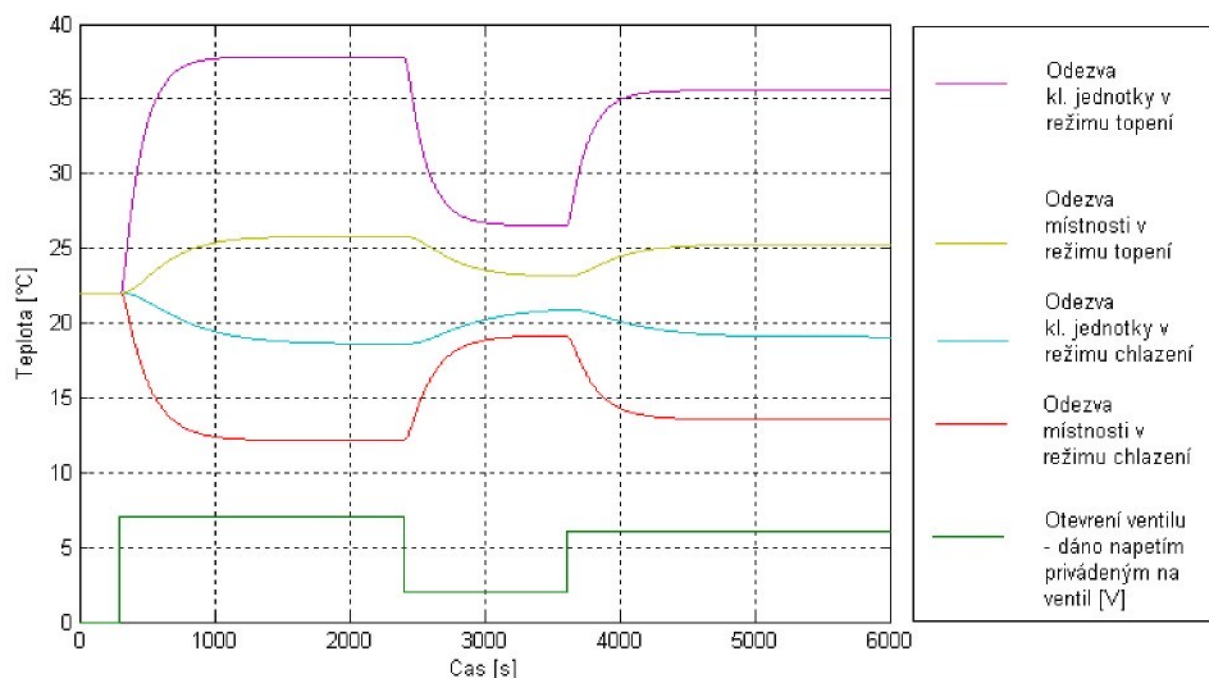
Zobrazení jednotlivých variant přenosu včetně výběru té „nejvěrnější“ je obsahem Přílohy 1.

Simulace identifikovaného modelu byla provedena v programovém prostředí Matlab Simulink. Schéma a výpočty budou dále z důvodu úspory místa prezentovány pouze v režimu chlazení. Pouze výsledky výpočtů a simulací budou prezentovány pro oba režimy.



Obr. 24.: Model soustavy v módu chlazení v programovém prostředí Matlab Simulink.

Pro správné zobrazení simulovaných výsledků bylo nutné provést posun zpět do počáteční polohy. Pro zjednodušení byla jako počáteční ustálená poloha teploty u režimu chlazení i topení zvolena 22 °C.



Graf 6.: Vykreslení odezvy modelů soustavy na skok akční veličiny (otevření ventilu).

7.5 Nastavení P a PI regulátoru

Pro výpočet nastavení obou regulátorů byl použit následující postup. Nejprve bylo provedeno rozpojení regulačního obvodu a nastavení pomocného P regulátoru. V tomto případě byla vnitřní smyčka rozvětveného regulačního obvodu považována za samostatný, jednoduchý regulační obvod a P regulátor byl seřízen pro případ poruchy na akční veličině. Poruchou je zde rozdíl mezi skutečnou teplotou vyfukovaného vzduchu a teplotou vypočítanou hlavním regulátorem.

Vypočítané optimální nastavení pomocného regulátoru bylo zahrnuto do přenosu rozvětveného regulačního obvodu, a poté bylo vypočteno nastavení konstant hlavního PI regulátoru.

Je také možný obrácený postup, a sice nastavit nejprve hlavní regulátor při odpojeném pomocném regulátoru, dosadit vypočtené parametry a nastavit pomocný regulátor. V našem případě však tento postup nedával uspokojivé výsledky a byla zvolena první varianta výpočtu.

7.5.1 Nastavení pomocného P regulátoru

Přenos poruchy jednoduchého regulačního obvodu je dle (5.2) v režimu chlazení :

$$G_P(s) = \frac{G_S(s)}{1 + G_S(s) \cdot G_R(s)} = \frac{\frac{-1,41}{4995s^3 + 5207s^2 + 213s + 1}}{1 + \frac{-1,41}{4995s^3 + 5207s^2 + 213s + 1} \cdot \frac{r_0 s}{s}} =$$

$$= \frac{-1,41s}{4995s^4 + 5207s^3 + 213s^2 + (1 - 1,41r_0)s} \quad (7.5)$$

Charakteristická rovnice je tedy :

$$4995s^4 + 5207s^3 + 213s^2 + (1 - 1,41r_0)s = 0 \quad (7.6)$$

V režimu topení je přenos poruchy jednoduchého regulačního obvodu :

$$G_P(s) = \frac{2,26s}{2431s^4 + 2591s^3 + 161s^2 + (1 + 2,26r_0)s} \quad (7.7)$$

a charakteristická rovnice v režimu topení je :

$$2431s^4 + 2591s^3 + 161s^2 + (1 + 2,26r_0)s = 0 \quad (7.8)$$

Výpočet nastavení pomocného regulátoru metodou kritického zesílení

Kritické zesílení r_{0K} určíme pomocí Hurwitzova kritéria :

$$H = \begin{vmatrix} 5207 & (1 - 1,41r_0) & 0 \\ 4995 & 213 & 0 \\ 0 & 5207 & (1 - 1,41r_0) \end{vmatrix} \Rightarrow H_2 = 1.104.096 + 7042r_0$$

Při splnění podmínky $H_2=0$ vychází $r_{0K}=156,7$.

Periodu kmitů určíme pomocí vztahu :

$$T_k = \frac{2\pi}{\omega_k} \quad (7.9)$$

Úhlovou rychlost ω_k získáme substitucí r_{0K} za r_0 a $j\omega_k$ za s do charakteristické rovnice :

$$\begin{aligned} 4995s^3 + 5207s^2 + 213s + (1 - 1,41 \cdot r_0) &= 4995j^3\omega_k^3 + 5207j^2\omega_k^2 + 213j\omega_k + 221 = \\ &= (221 - 5207\omega_k^2) + j \cdot \omega_k (213 - 4995\omega_k^2) \end{aligned}$$

Z podmínky $\text{Re}=0$, $\text{Im}=0$ získáme ω_k :

$$221 - 5207\omega_k^2 = 0 \Rightarrow \omega_{k1,2} = \pm 0,21,$$

$$\omega_k \cdot (213 - 4995\omega_k^2) = 0 \Rightarrow \omega_{k1,2} = \pm 0,21, \omega_{k3} = 0$$

Význam má řešení $\omega_k=0,21$.

Po dosazením do rovnice (7.9) vyjde $T_k = 30s$.

Parametry nastavení P regulátoru dle tabulky 1 : $r_0 = 0,5r_{0K} = 78$

Pro nastavení skutečného regulátoru je pásmo proporcionality (5.3) $pp = 1,3\%$.

V režimu topení vychází $r_0 = 37,8$ a tedy $pp = 2.65\%$.

Výpočet nastavení pomocného regulátoru metodou optimálního modulu

Pro řešení metodou optimálního modulu použijeme přenos poruchy (5.2) :

$$G_V(s) = \frac{-1,41s}{4995s^4 + 5207s^3 + 213s^2 + (1 - 1,41r_0)s}$$

Podle (5.15) určíme koeficienty A_i, B_i :

$$A_0 = 0^2 = 0$$

$$A_1 = (1 - 1,41 r_0)^2$$

$$A_2 = 213^2 - 2 \cdot 5207 \cdot (1 - 1,41 r_0)$$

$$A_3 = 5207^2 - 2 \cdot 4995 \cdot 213$$

$$A_4 = 4995^2$$

$$B_0 = 1,41^2$$

$$B_1 = B_2 = B_3 = 0$$

Pro jeden parametr regulátoru potřebujeme jednu podmínku:

$$\frac{B_0}{A_0} = \frac{B_2}{A_2} \rightarrow A_0 \cdot B_2 = A_2 \cdot B_0 \rightarrow (213^2 - 2 \cdot 5207 \cdot (1 - 1,41 r_0)) \cdot 1,41^2 = 0$$

Hodnota nastavitelného parametru regulátoru bude podle kritéria optimálního modulu

$$r_0 = 2,4, \text{ pp} = 41,7\%.$$

U tohoto kritéria je potřeba provést ověření stability. To provedeme pomocí Hurwitzova kritéria :

- Charakteristická rovnice je : $4995s^4 + 5207s^3 + 213s^2 + 4,38s = 0$
- Hurwitzův determinant :

$$H_4 = \begin{vmatrix} 5207 & 4,38 & 0 & 0 \\ 4995 & 213 & 0 & 0 \\ 0 & 5207 & 4,38 & 0 \\ 0 & 4995 & 213 & 0 \end{vmatrix}$$

$$H_3 = 4761992 > 0$$

$$H_2 = 1087212 > 0$$

Regulační obvod je pro dané seřízení regulátoru stabilní.

V režimu topení vychází nastavení $r_0 = 1,8$, pp = 55.6%

Výpočet nastavení pomocného regulátoru metodou lineární regulační plochy

Charakteristickou rovnici (7.6) převedeme na normovaný tvar :

$$s^4 + \frac{5207}{4995}s^3 + \frac{213}{4995}s^2 + \frac{(1-1,41r_0)}{4995}s = 0 \quad (7.10)$$

počet koeficientů neovlivnitelných nastavením regulátoru je: $\delta = 3$,

násobnost pólů: $p_n = n - \delta + 1 = 4 - 3 + 1 = 2$,

takže $s_1 = s_2 = s_I$, $s_3 = s_{II}$ a $s_4 = s_{III}$.

Sestavení Vietových rovnic:

$$\frac{-5207}{4995} = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = 2s_I + s_{II} + s_{III}$$

$$\frac{213}{4995} = s_1s_2 + s_1s_3 + s_1s_4 + s_2s_3 + s_2s_4 + s_3s_4 = s_I^2 + 2s_Is_{II} + 2s_Is_{III} + s_{II}s_{III}$$

$$0 = s_1s_2s_3s_4 = s_I^2s_{II}s_{III}$$

Ze třetí rovnice vyplývá, že jeden z kořenů s_{II} , nebo s_{III} musí být roven 0. Volím tedy $s_{III} = 0$.

Soustava rovnic se nám tímto zjednoduší na :

$$\frac{-5207}{4995} = 2s_I + s_{II}$$

$$\frac{213}{4995} = s_I^2 + 2s_Is_{II}$$

Řešením soustavy získáme kořeny s_I a s_{II} :

$$s_I = -0,021 \quad s_{II} = -1,001$$

Dosazením do rovnice získáme charakteristický polynom :

$$s.(s + 0,21)^2.(s + 1,001).4995 = 4995s^4 + 5205s^3 + 212s^2 + 2,21s$$

Z porovnání s původním charakteristickým polynomem získáme :

$$2,21 = (1 - 1,41r_0) \Rightarrow r_0 = 0,8.$$

V režimu topení vychází nastavení pomocí lineární regulační plochy $r_0 = 0,7$.

Parametr	r_0		pp	
Režim	Chlazení[-]	Topení[-]	Chlazení[%]	Topení[%]
Metoda kritického zesílení	-78	37.8	1,3%	2.65%
Metoda optimálního modulu	-2.4	1.8	41.7%	55.6%
Metoda lineární regulační plochy	-0.8	0.7	116%	142.9%

Tab. 5. : Vypočtené hodnoty nastavení pomocného P regulátoru.

Pro další výpočet byly vybrány hodnoty nastavení parametru pomocného P regulátoru v režimu chlazení $r_0 = -2,4$ a v režimu topení $r_0 = 1,8$.

7.5.2 Nastavení hlavního PI regulátoru

Přenos řízení je dle (5.3) při dosazení hodnoty nastavení pomocného regulátoru $r_0 = 2,4$ v režimu chlazení :

$$G_w(s) = \frac{G_{RH}(s) \cdot G_s(s)}{1 + G_{SP}(s) \cdot G_{RP}(s) + G_{RH}(s) \cdot G_s(s)} =$$

$$= \frac{1573425s^5 + 1645200s^4 + 72302s^3 + 528s^2 + s}{1573425s^5 + 1645200s^4 + 72302s^3 + 1593s^2 + (4,38 - 0,49r_0)s - 0,49r_{-1}} \quad (7.11)$$

Charakteristická rovnice rozvětveného obvodu v režimu chlazení :

$$1573425 s^5 + 1645200 s^4 + 72302 s^3 + 1593 s^2 + (4,38 - 0,49r_0)s - 0,49r_{-1} = 0 \quad (7.12)$$

V režimu topení je přenos při nastavení pomocného regulátoru $r_0 = 1,8$:

$$G_w(s) = \frac{534820s^5 + 572451s^4 + 38011s^3 + 381s^2 + s}{534820s^5 + 572451s^4 + 38011s^3 + 1257s^2 + (5,1 + 0,54r_0)s + 0,54r_{-1}} \quad (7.13)$$

Charakteristická rovnice v režimu topení :

$$534820s^5 + 572451s^4 + 38011s^3 + 1257s^2 + (5,1 + 0,54r_0)s + 0,54r_{-1} = 0 \quad (7.14)$$

Nastavení hlavního regulátoru metodou kritického zesílení

Hurwitzova matice je při vypnuté integrační složce :

$$H = \begin{vmatrix} 1645200 & 1593 & 0 & 0 \\ 1573425 & 72302 & 4,38 - 0,49r_0 & 0 \\ 0 & 1645200 & 1593 & 0 \\ 0 & 1573425 & 72302 & 4,38 - 0,49r_0 \end{vmatrix} \Rightarrow H_3 = 173641269794175 + 1326274689600r_0$$

$$r_{0K} = 130,9$$

Úhlovou rychlost ω_k získáme substitucí r_{0K} za r_0 a $j\omega_k$ za s do charakteristické rovnice (7.12) :

$$\begin{aligned} & 1573425s^4 + 1645200s^3 + 72302s^2 + 1593s^2 + (4,38 - 0,49r_0) = \\ & = (1573425\omega_k^4 - 72302\omega_k^2 + 68,1) + j \cdot \omega_k (1593 - 1645200\omega_k^2) \end{aligned}$$

Z podmínky $\text{Re}=0$, $\text{Im}=0$ získáme ω_k :

$$1573425\omega_k^4 - 72302\omega_k^2 + 68,1 = 0 \Rightarrow \omega_k = 0,031$$

$$\omega_k (1593 - 1645200\omega_k^2) = 0 \Rightarrow \omega_k = \pm 0,031$$

Význam má řešení $\omega_k=0,031$.

Dosazením do rovnice (7.9) vyjde $T_k = 202s$.

Parametry nastavení PI regulátoru dle tabulky 1 :

$$r_0 = 0,45r_{0K} = \mathbf{58,9}, \quad r_1 = \frac{0,54r_{0K}}{T_K} = \mathbf{0,34}$$

Pro nastavení skutečného regulátoru je pásmo proporcionality (5.3) $pp = \mathbf{1,7\%}$.

V režimu topení vychází : $r_0 = \mathbf{70,2}$, $r_1 = \mathbf{0,56}$, $pp = \mathbf{1,4\%}$.

Výpočet nastavení pomocného regulátoru metodou lineární regulační plochy

Charakteristickou rovnici (7.11) převedeme na normovaný tvar :

$$s^5 + \frac{1645200}{1573425}s^4 + \frac{72302}{1573425}s^3 + \frac{1593}{1573425}s^2 + \frac{(4,38 - 0,49r_0)}{1573425}s + \frac{0,49r_{-1}}{1573425} = 0 \quad (7.15)$$

počet koeficientů neovlivnitelných nastavením regulátoru je: $\delta = 3$,

násobnost pólů: $p_n = n - \delta + 1 = 5 - 3 + 1 = 3$,

takže $s_I = s_2 = s_3 = s_I$, $s_4 = s_{II}$ a $s_5 = s_{III}$.

Sestavení Vietových rovnic:

$$\frac{-1645200}{1573425} = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5 = 3s_I + s_{II} + s_{III}$$

$$\frac{72302}{1573425} = s_1s_2 + s_1s_3 + s_1s_4 + s_1s_5 + s_2s_3 + s_2s_4 + s_2s_5 + s_3s_4 + s_3s_5 + s_4s_5 = 3s_I^2 + 3s_Is_{II} + 3s_Is_{III} + s_{II}s_{III}$$

$$-\frac{1593}{1573425} = s_1s_2s_3 + s_1s_2s_4 + s_1s_2s_5 + s_2s_3s_4 + s_2s_3s_5 + s_3s_4s_5 = s_I^3 + 3s_I^2(s_{II} + s_{III}) + 3s_Is_{II}s_{III}$$

Řešením soustavy získáme kořeny s_I a s_{II} :

$$s_I = -0,012 \quad s_{II} = -0,089 \quad s_{III} = -0,999$$

Dosazením do rovnice získáme charakteristický polynom :

$$(s + 0,0082)^3 \cdot (s + 0,02) \cdot (s + 0,999) \cdot 1573425 = 157325s^5 + 1642026s^4 + 71196s^3 + 1181s^2 + 7,2s + 0,012$$

Z porovnání s původním charakteristickým polynomem získáme :

$$7,2 = (4,38 - 0,49r_0) \Rightarrow r_0 = 5,7.$$

$$0,017 = -0,49r_{-1} \Rightarrow r_{-1} = 0,024.$$

$$pp = 17\% , \quad T_I = 237 \text{ s.}$$

V režimu topení vychází nastavení pomocí lineární regulační plochy :

$$r_0 = 4,6, \quad r_{-1} = 0,024, \quad pp = 22\% , \quad T_I = 191,7 \text{ s.}$$

Výpočet nastavení pomocného regulátoru metodou optimálního modulu

Pro řešení metodou optimálního modulu použijeme přenos řízení (7.12) :

$$G_w(s) = \frac{1573425s^5 + 1645200s^4 + 72302s^3 + 528s^2 + s}{1573425s^5 + 1645200s^4 + 72302s^3 + 1593s^2 + (4,38 - 0,49r_0)s - 0,49r_{-1}}$$

Podle (5.15) určíme koeficienty A_i, B_i :

$$A_0 = 0,49^2$$

$$A_1 = (4,38 - 0,49 r_0)^2 + 2 \cdot 1593 \cdot 0,49 r_{-1}$$

$$A_2 = 1593^2 - 2 \cdot (4,38 - 0,49 r_0) - 2 \cdot 1645200 \cdot 0,49 r_{-1}$$

$$A_3 = 1645200^2 - 2 \cdot 1573425 \cdot 72302$$

$$A_4 = 1573425^2$$

$$B_0 = 1^2$$

$$B_1 = 528^2 - 2 \cdot 72302$$

$$B_2 = 72302^2 - 2 \cdot 528 \cdot 1645200 + 2 \cdot 1573425 \cdot 1$$

$$B_3 = 1645200^2 - 2 \cdot 1573425 \cdot 72302$$

$$B_4 = 1573425^2$$

Pro dva parametry regulátoru potřebujeme dvě podmínky:

$$\frac{B_0}{A_0} = \frac{B_1}{A_1} \rightarrow A_0 \cdot B_1 = A_1 \cdot B_0 \rightarrow 0,49^2 \cdot (528^2 - 2 \cdot 72302) = (4,38 - 0,49 r_0) + 2 \cdot 1593 \cdot 0,49 r_{-1}^2 = 0$$

$$\begin{aligned} \frac{B_0}{A_0} = \frac{B_2}{A_2} &\rightarrow A_0 \cdot B_2 = A_2 \cdot B_0 \rightarrow 0,49^2 \cdot (72302^2 - 2 \cdot 528 \cdot 1645200 + 2 \cdot 1573425 \cdot 1) = \\ &= 1593^2 - 2 \cdot (4,38 - 0,49 r_0) - 2 \cdot 1645200 \cdot 0,49 r_{-1} \cdot 1 \end{aligned}$$

Vyřešením soustavy rovnic získáme :

$$r_0 = 11,6, \quad r_{-1} = 0,037.$$

$$pp = 8,6\% , \quad T_1 = 313,5 \text{ s.}$$

Ověření stability pomocí Hurwitzova kritéria :

$$H_5 = \begin{vmatrix} 1645200 & 1593 & 0,018 & 0 & 0 \\ 1573425 & 72302 & 10,1 & 0 & 0 \\ 0 & 1645200 & 1593 & 0,018 & 0 \\ 0 & 1573425 & 72302 & 10,1 & 0 \\ 0 & 0 & 1645200 & 1593 & 0,018 \end{vmatrix}$$

$$H_4 = 193021760564097882,28 > 0$$

$$H_3 = 158205637583955 > 0$$

$$H_2 = 116444784375 > 0$$

Regulační obvod je pro dané seřízení regulátoru stabilní.

V režimu topení vychází nastavení :

$$r_0 = 9,8, \quad r_{-1} = 0,039.$$

$$pp = 10,2\% , \quad T_I = 247 \text{ s.}$$

Dále bylo vypočteno nastavení hlavního regulátoru při pomocném regulátoru nastaveném dle kritéria lineární regulační plochy, tedy $r_0 = -0,8$ v režimu chlazení a $r_0 = 0,7$ v režimu topení. :

- Pomocí lineární regulační plochy vyšlo nastavení :

$$\text{V režimu chlazení : } r_0 = 4,4, r_{-1} = 0,014, pp = 23\%, T_I = 314 \text{ s.}$$

$$\text{V režimu topení : } r_0 = 3,6, r_{-1} = 0,013, pp = 27\%, T_I = 277 \text{ s.}$$

- Pomocí optimálního modulu :

$$\text{V režimu chlazení : } r_0 = 4,6, r_{-1} = 0,015, pp = 21\%, T_I = 305 \text{ s.}$$

$$\text{V režimu topení : } r_0 = 4,9, r_{-1} = 0,019, pp = 20\%, T_I = 257 \text{ s.}$$

- Pomocí kritického zesílení :

$$\text{V režimu chlazení : } r_0 = 33,3, r_{-1} = 0,14, pp = 3\%, T_I = 237 \text{ s.}$$

$$\text{V režimu topení : } r_0 = 38,2, r_{-1} = 0,23, pp = 2,6\%, T_I = 166 \text{ s.}$$

Parametr	r_0 [-]		r_{-1} [-]		pp [-]		T_I [-]	
	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení
Metoda kritického zesílení	58,9	70,2	0,34	0,56	1,7%	1,4%	173s	125s
Metoda optimálního modulu	11,6	9,8	0,037	0,039	8,6%	10,2%	313,5s	247s
Metoda lineární regulační plochy	5,7	4,6	0,024	0,024	17%	22%	237s	192s

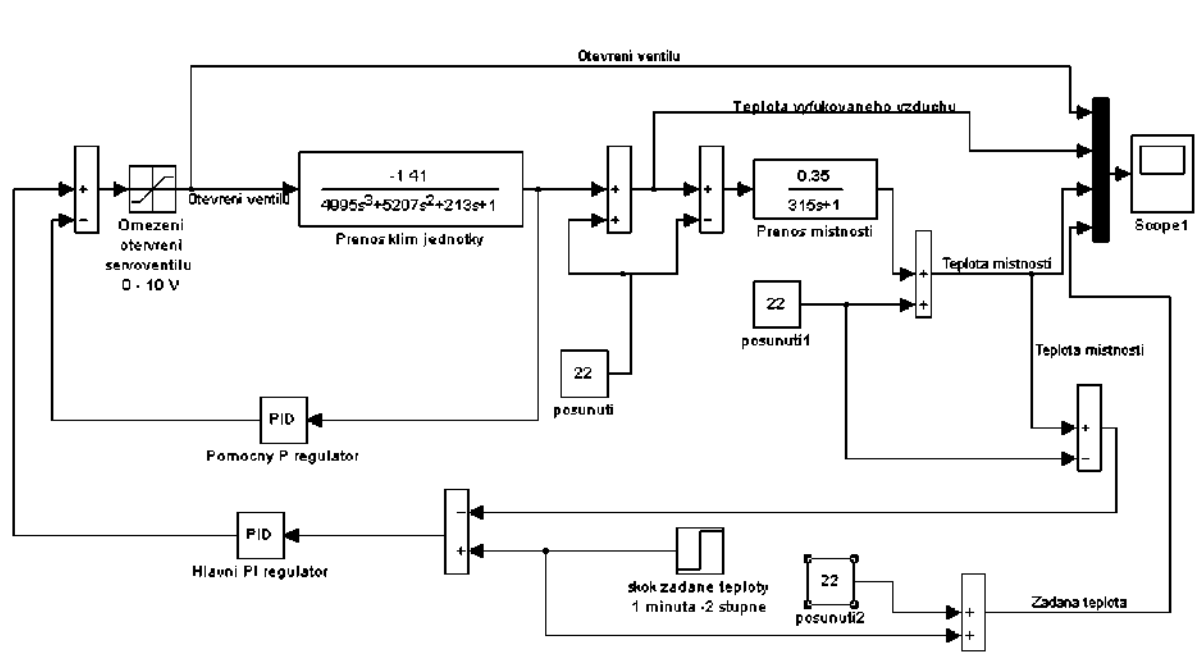
Tab. 6.: Nastavení hlavního PI regulátoru při pomocném P regulátoru nastaveném : $r_0 = 2,4$ v režimu chlazení a $r_0 = 1,8$ v režimu topení.

Parametr	r_0 [-]		r_{-1} [-]		pp [-]		T_I [-]	
Režim	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení	Chlazení	Topení
Metoda kritického zesílení	33,3	38,2	0,14	0,23	3%	2,6%	237s	166s
Metoda optimálního modulu	4,6	4,9	0,015	0,013	21%	20%	305s	257s
Metoda lineární regulační plochy	4,4	3,6	0,014	0,013	23%	27%	314s	277s

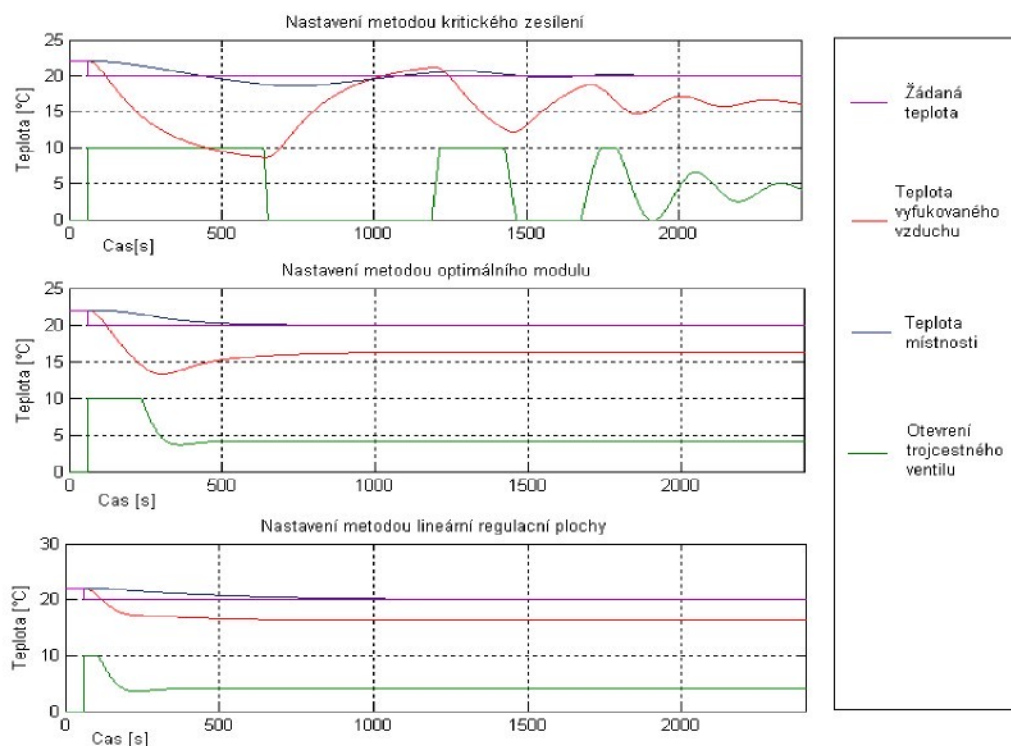
Tab. 7.: Nastavení hlavního PI regulátoru při pomocném P regulátoru nastaveném : $r_0 = 0,8$ v režimu chlazení a $r_0 = 0,7$ v režimu topení.

7.6 Simulace regulačního obvodu

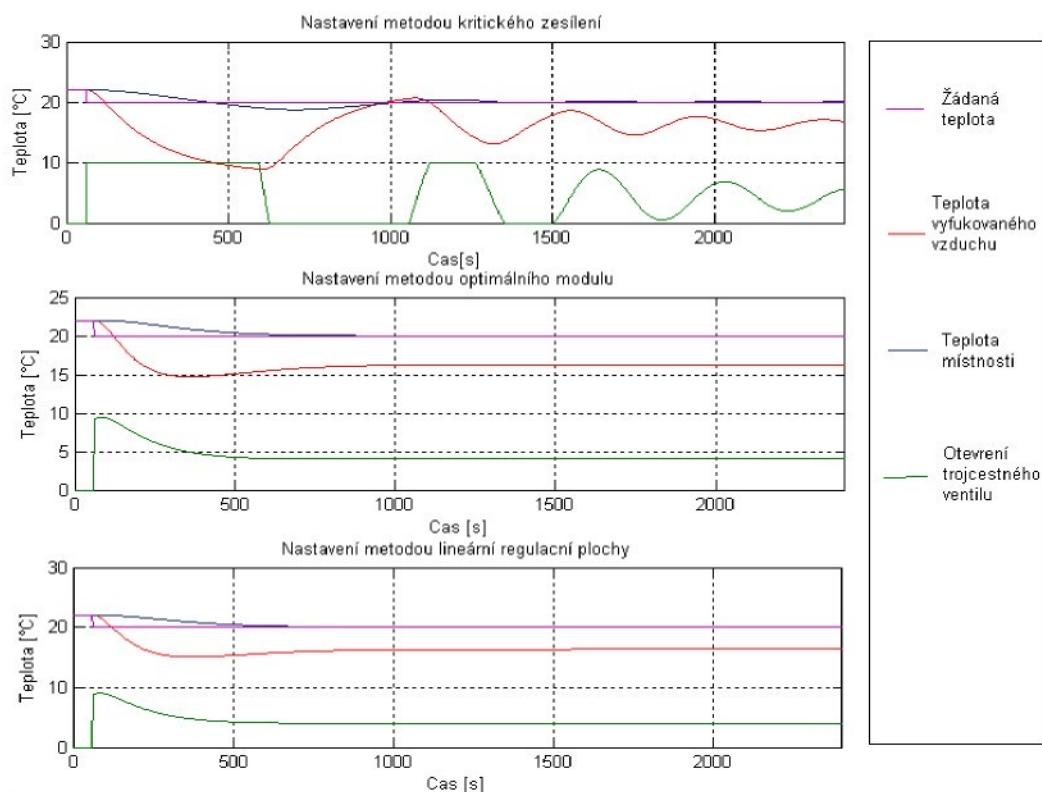
V programovém prostředí Matlab Simulink byl vytvořen model rozvětveného regulačního obvodu. Pomocí simulace je zobrazeno chování soustavy při skoku žádané teploty o dva stupně v režimu topení a chlazení, samostatně pro nastavení pomocného regulátoru podle kritéria optimálního modulu a podle kritéria minima lineární regulační plochy. Zobrazované hodnoty byly posunuty do oblasti odpovídající teplotě místnosti (v tomto případě 22 °C).



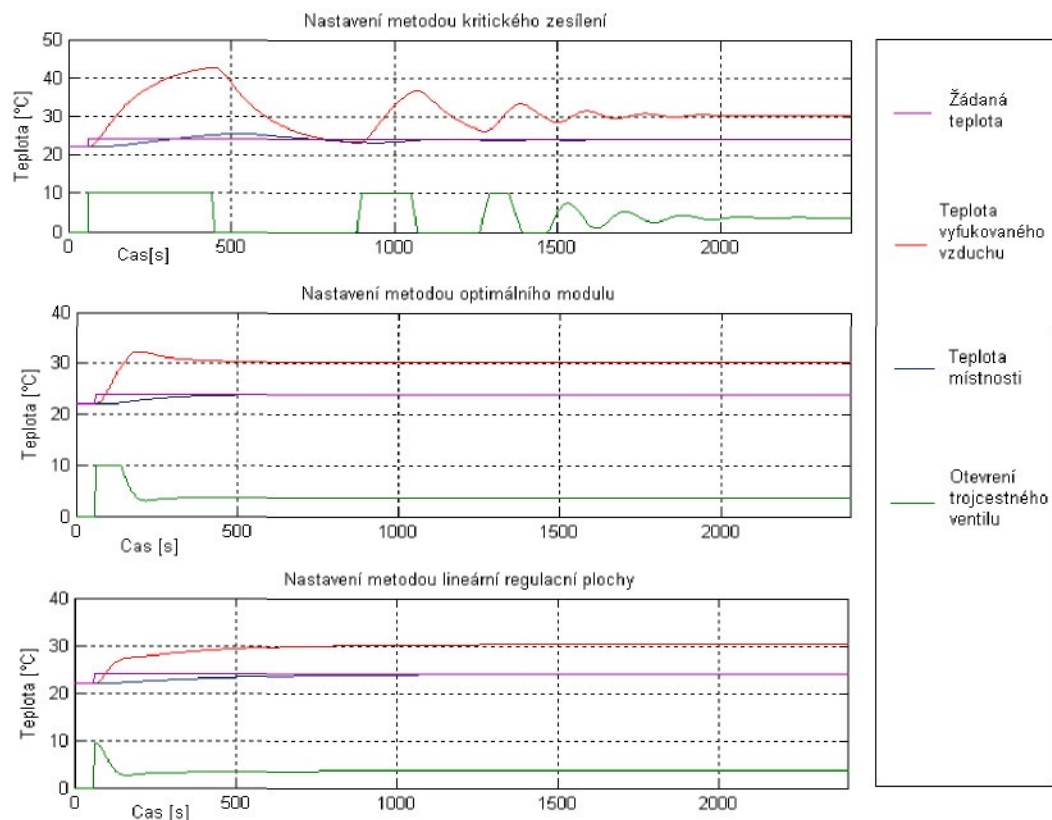
Obr. 24.: Model soustavy rozvětveného regulačního obvodu s omezením otevření trojcestného ventilu v programovém prostředí Matlab Simulink.



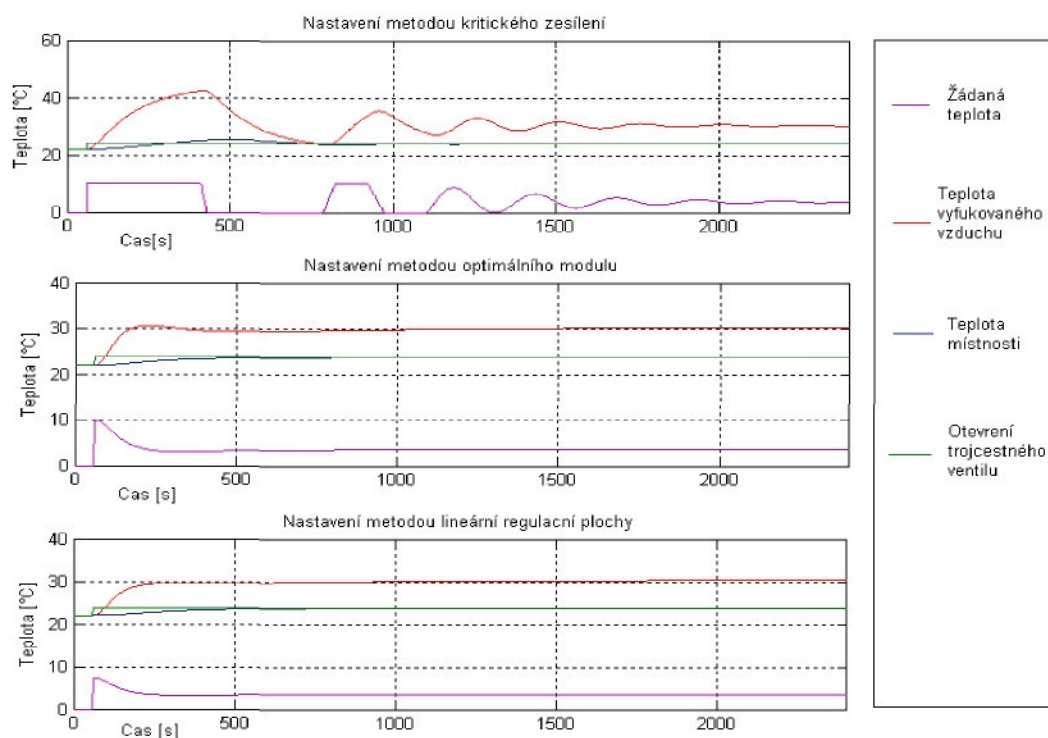
Graf 7.: Odezva soustavy v režimu chlazení na skok žádané hodnoty, pomocný P regulátor nastaven na $r_0 = 2,4$. Hodnoty nastavení hlavního PI regulátoru viz. (Tab. 6)



Graf 8.: Odezva soustavy v režimu chlazení na skok žádané hodnoty, pomocný P regulátor nastaven na $r_0 = 0,8$. Hodnoty nastavení hlavního PI regulátoru viz. (Tab. 7)



Graf 9.: Odezva soustavy v režimu topení na skok žadané hodnoty, pomocný P regulátor nastaven na $r_0 = 1.8$. Hodnoty nastavení hlavního PI regulátoru viz. (Tab. 6)

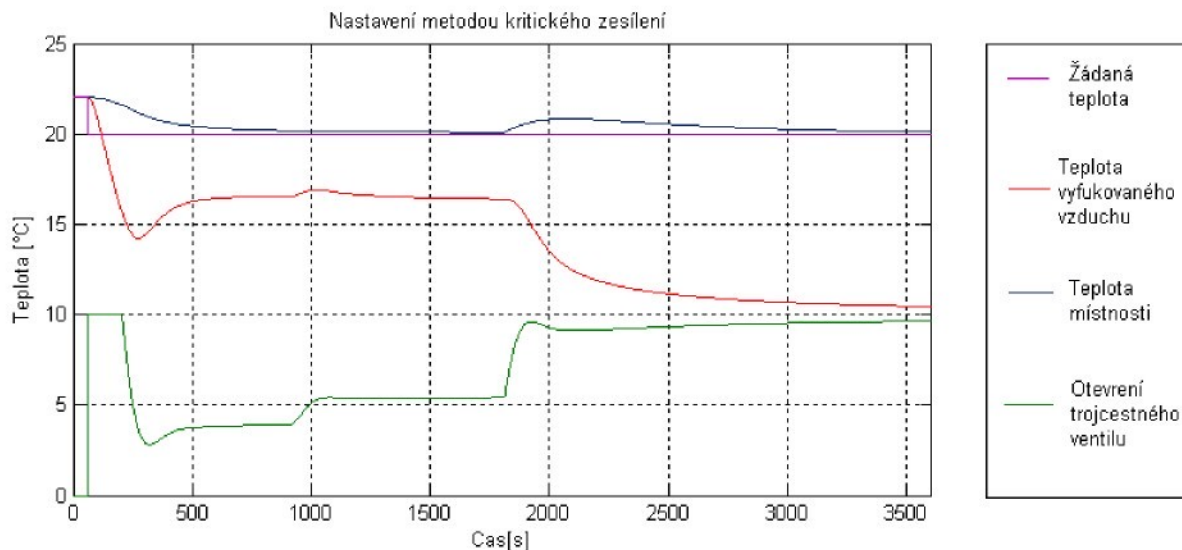


Graf 10.: Odezva soustavy v režimu topení na skok žadané hodnoty, pomocný P regulátor nastaven na $r_0 = 0.7$. Hodnoty nastavení hlavního PI regulátoru viz. (Tab. 7)

Na grafu 7. – 10. je zobrazen průběh odezev soustavy při různých kombinacích nastavení hlavního a pomocného regulátoru (dáno tab. 6., tab. 7.). Pro správné vyřešení naší úlohy je důležité, aby soustava co nejrychleji dosahovala žádané hodnoty, ale zároveň aby přitom nedocházelo ke kmitání regulovaných veličin a častému otevírání a zavírání trojcestného ventilu. Při nastavení podle kritického zesílení dochází k příliš velkým kmitům regulovaných veličin a k častému pohybu servomechanismu mezi krajními polohami. U nastavení podle kritéria minima lineární regulační plochy dochází k až příliš pomalému dosažení žádané hodnoty. Pro realizaci regulátoru byly tedy zvoleny hodnoty nastavení získané metodou optimálního modulu, tedy :

- v režimu topení pomocný P regulátor $pp = 41.7\%$, hlavní PI regulátor $pp = 8,6\%$ a $T_I = 313,5s$
- v režimu chlazení pomocný P regulátor $pp = 55.6\%$ hlavní PI regulátor $pp = 10,2\%$ a $T_I = 247s$

Dále jsem se rozhodl otestovat, jak bude navržený systém reagovat na poruchy, které mohou při skutečném použití nastat. Jedná se o náhlé zvýšení teploty chladicího média a o působení jiného tepelného zdroje v místnosti. Výsledek je zobrazen v grafu 11.



Graf 11.: Odezva navržené soustavy na možné poruchy.

V čase 1 minuta zadá uživatel žádanou hodnotu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po 15ti minutách se zvýší teplota chladicího média o $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Po dalších 15ti minutách začne v místnosti působit zdroj tepla. Je možno konstatovat, že odezva systému je vždy uspokojivě rychlá a bez zbytečných kmitů.

8 Závěr

Cílem této diplomové práce je navržení regulačního obvodu pro zajištění plynulé regulace teploty v klimatizovaném prostoru. Soustava byla pomocí identifikace matematicky popsána, byl navržen rozvětvený regulační obvod a provedeno nastavení hlavního a pomocného regulátoru. Dále byla provedena volba regulačních prvků pro realizaci systému plynulého řízení. Navržený systém vykazoval v simulaci velmi dobré výsledky, jak v rychlosti odezvy na žádanou hodnotu, tak i v reakci na možné poruchy.

Systém je tedy připraven pro výrobu a v blízké době bude společností Labit a.s. skutečně vyráběn. Je však potřeba přihlédnout ke skutečnosti, že nastavení regulátorů je optimální pouze pro místnost ve které bylo prováděno měření a ve skutečném nasazení se může nastavení jednotlivých parametrů lišit. Z tohoto důvodu bude mít vyráběný regulátor možnost korekce regulačních konstant pomocí integrovaných jumperů. S jejich pomocí bude možné korigovat parametry regulace pro konkrétní klimatizovaný prostor a dosáhnout optimálního nastavení.

S ohledem na možné budoucí použití a na další vývoj tohoto systému, bych navrhoval nahrazení regulátorů adaptivními regulátory. Systém by tím získal možnost přesnějšího přizpůsobení se konkrétnímu místu, což by vedlo k dalšímu zlepšení regulačních pochodů a zvýšení uživatelského komfortu. Cena takového řešení by však byla podstatně vyšší a proto by bylo vhodné nejprve provést analýzu trhu a zjistit zájem případných zákazníků.

Seznam použité literatury :

- [1] BALÁTĚ, J.: Automatické řízení. Praha, BEN-technická literatura 2004
- [2] OLEHLA, M., NĚMEČEK, S.: Základy aplikované kybernetiky. Liberec, TUL 2003
- [3] OLEHLA, M.: Identifikace technologických soustav. Liberec, TUL 1997
- [4] ŠVARC, I.: Teorie automatického řízení. Brno, VUT 2003
- [5] MODRLÁK, O.: Teorie automatického řízení I. Liberec, TUL 2003
- [6] DAVIDOVÁ, O., SOUKUP, K.: Stanovení typu pomocného regulátoru v rozvětvených regulačních obvodech. Brno, Konference FME 2000
- [7] www.tzb-info.cz
- [8] www.acson.cz
- [9] www.siemens.cz
- [10] Katalogový list snímače teploty Dallas DS18B20
- [11] Katalogové listy firmy Sensit
- [12] Servisní příručka klimatizační jednotky AWM 10 FW
- [13] Katalogové listy firmy MICROCHIP
- [13] Mathworks : Matlab Identification System Toolbox
- [14] www.klimatizace.net

Seznam obrázků :

Obr. 1.: Stupnice tepelných pocitů PMV	12
Obr. 2 : Schéma dělené klimatizační jednotky [14]	13
Obr. 3.: Schéma systému.....	15
Obr. 4.: Jednotkový (Heavisideův) skok [1]	18
Obr. 5.: Přejímová charakteristika [1]	18
Obr. 6.: Identifikace účinku akční veličiny [5]	20
Obr. 7.: Statická charakteristika se zvoleným pracovním bodem v lineární oblasti	21
Obr. 8.: Náhled na uživatelské prostředí System Identification Toolboxu	22
Obr. 9.: Jednoduchý regulační obvod.....	23
Obr. 10.: Blokové schéma rozvětveného regulačního obvodu s pomocnou regulovanou veličinou [4]	24
Obr. 11.: Blokové schéma regulačního obvodu	28
Obr. 12.: Amplitudová charakteristika [5]	32
Obr. 13.: Nástěnná jednotka AWM–FW.....	35
Obr. 14.: Mini-chiller	35
Obr. 15.: Smart manager	35
Obr. 16.: Ideové schéma řízení klimatizačního systému ACSON.....	36
Obr. 18.: Klimatizační jednotka, schéma rozšíření systému.	38
Obr. 19.: Trojcestný ventil VXP 459-10-1,6.....	39
Obr. 20.: Servomechanismus Siemens SSB31	40
Obr. 21.: schéma čidla teploty Dallas DS18B20.....	40
Obr. 22.: Porovnání charakteristiky lineárního a ekviprocentního ventilu	41
Obr. 23.: Klimatizační jednotka během identifikačního měření.	43
Obr. 24.: Model soustavy v módu chlazení v programovém prostředí Matlab Simulink	46

Seznam příloh :

Příloha 1 : Zobrazení výsledků identifikace pomocí Matlab System Identification Toolboxu.

Seznam příloh na CD:

Příloha 1 : Klimatizační jednotky ACSO

Příloha 2 : Čidlo teploty Dallas DS18B20

Příloha 3 : Fancoily ACSO, technická specifikace

Příloha 4 : Elektrické pohony Siemens řady SSB

Příloha 5 : Trojcestné ventily Siemens řady VXP459

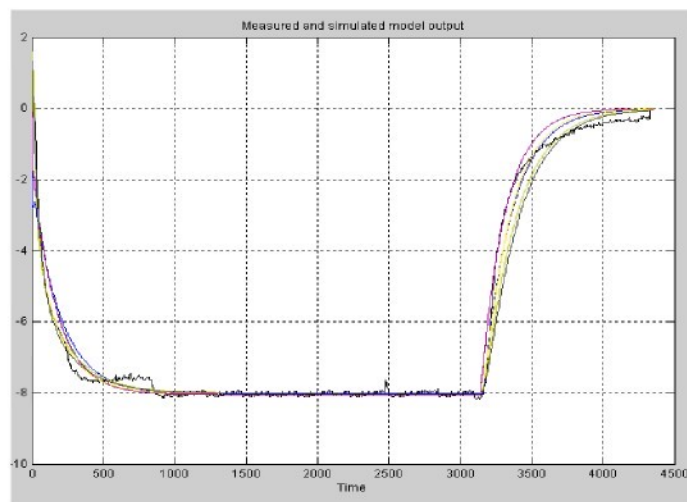
Příloha 6 : Snímače teploty s rychlou odezvou Sensit

Příloha 7 : Snímače prostorové teploty Sensit

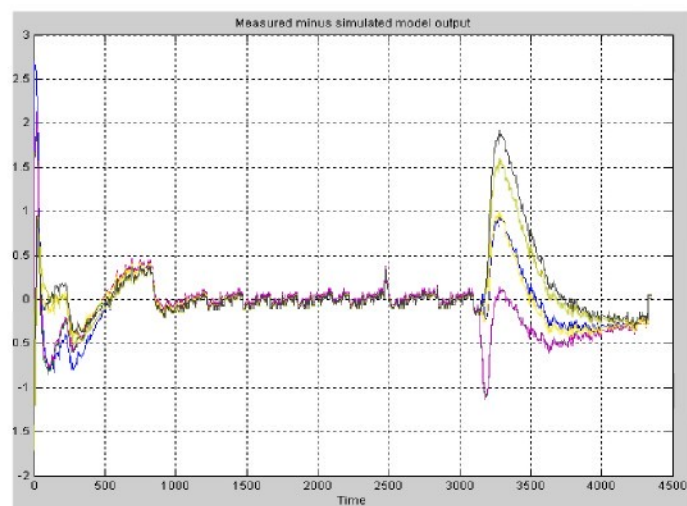
Příloha 1 : Zobrazení výsledků identifikace pomocí Matlab System Identification Toolbox.

REŽIM CHLAZENÍ

Identifikace klimatizační jednotky :



Obr. 1.: Zobrazení průběhu naměřené charakteristiky a jednotlivých charakteristik simulovaných



Obr. 2.: Zobrazení průběhu rozdílu průběhů simulovaných a naměřeného.

Žlutá – soustava 3. stupně

Fialová – soustava 2. stupně

Zelená – Soustava 1. stupně

Modrá – Soustava 1. stupně s dopravním zpožděním

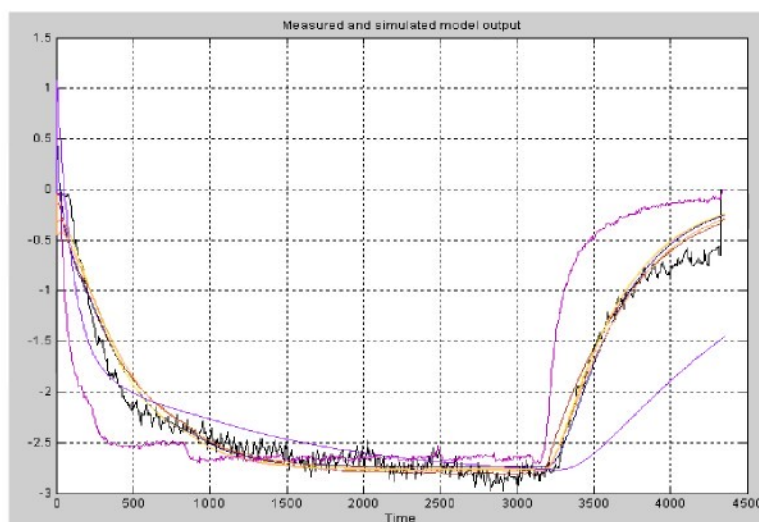
Světle hnědá – Soustava 3. stupně s dopravním zpožděním

Tmavě šedá – Soustava 2. stupně s dopravním zpožděním

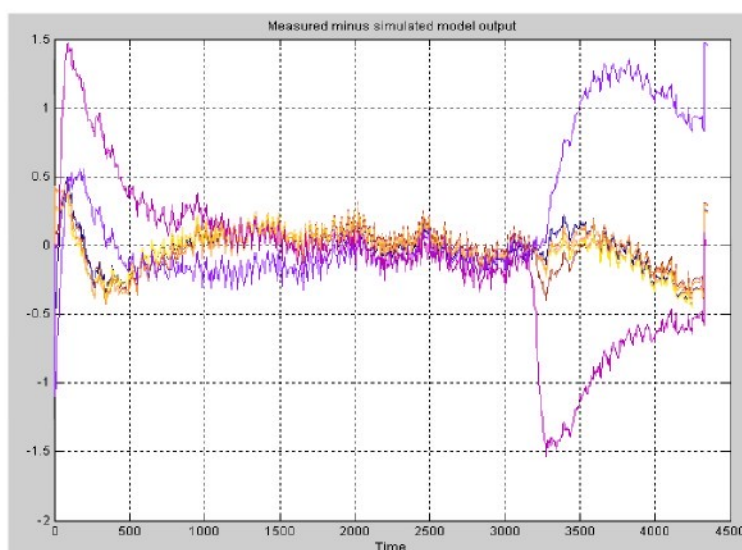
Ze simulovaných průběhů byla jako nejvěrnější vybrána soustava 3. řádu (znázorněna žlutou barvou) s přenosem :

$$G_s(s) = \frac{-1,41}{(1+185s).(1+27s).(1+s)}$$

Identifikace místnosti :



Obr. 3.: Zobrazení průběhu naměřené charakteristiky a jednotlivých charakteristik simulovaných



Obr. 4.: Zobrazení průběhu rozdílu průběhů simulovaných a naměřeného.

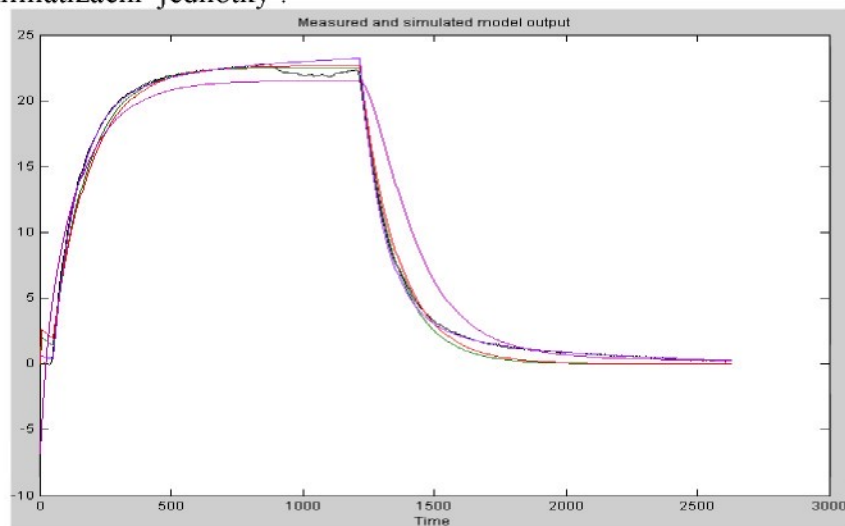
Žlutá – soustava 1. stupně
 Růžová – soustava 2. stupně
 Modrá – Soustava 3. stupně
 Oranžová – Soustava 1. stupně s dopravním zpožděním
 Tmavě fialová – Soustava 2. stupně s dopravním zpožděním
 Světle fialová – Soustava 2. stupně s nulou v čitateli
 Černá – naměřená odezva soustavy

Ze simulovaných průběhů byla jako nejvěrnější vybrána soustava 1. řádu (znázorněna žlutou barvou) s přenosem :

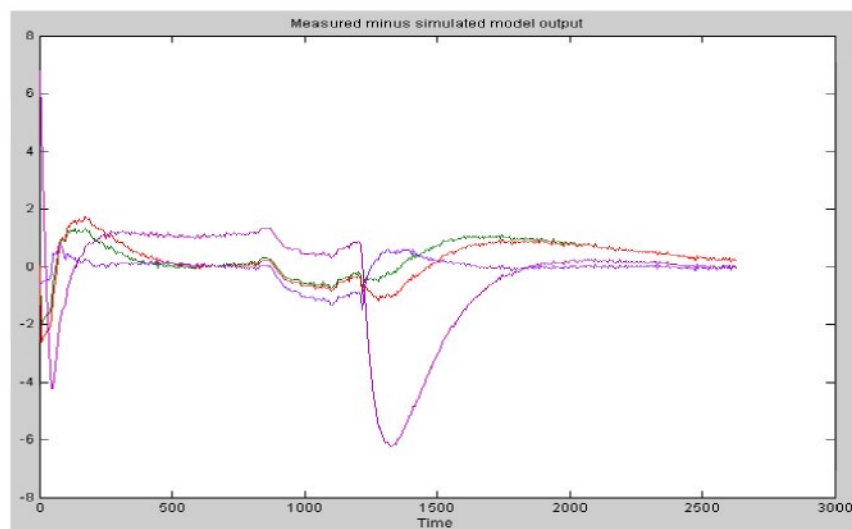
$$G_s(s) = \frac{0,35}{315s + 1}$$

REŽIM TOPENÍ

Identifikace klimatizační jednotky :



Obr. 5.: Zobrazení průběhu naměřené charakteristiky a jednotlivých charakteristik simulovaných



Obr. 6.: Zobrazení průběhu rozdílu průběhů simulovaných a naměřeného.

Zelená – soustava 2. stupně

Červená – Soustava 3. stupně

Tmavě fialová – Soustava 2. stupně s dopravním zpožděním

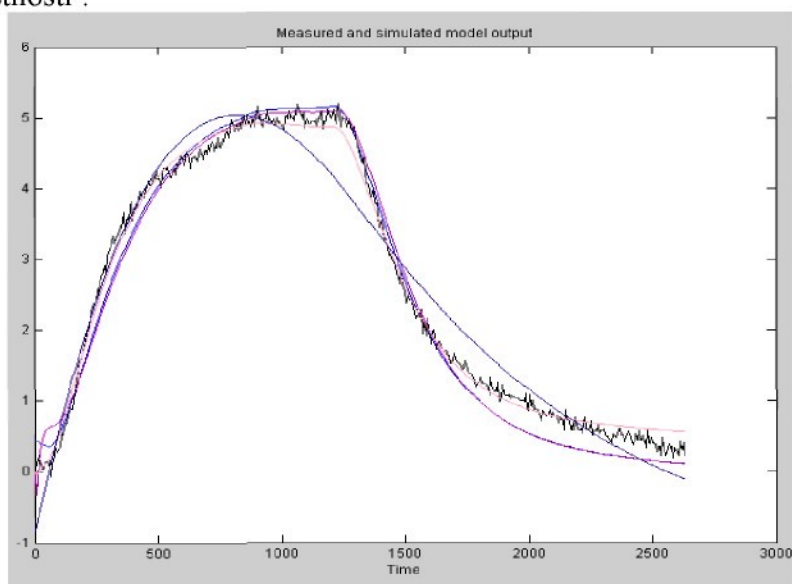
Světle fialová – Soustava 3. stupně s dopravním zpožděním a nulou v čitateli

Černá – naměřená odezva soustavy

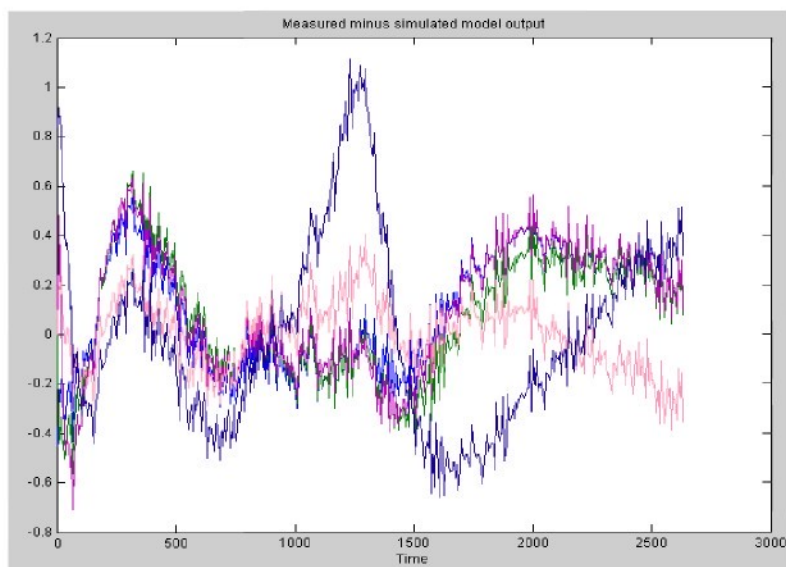
Ze simulovaných průběhů byla jako nejvěrnější vybrána soustava 3. řádu (znázorněna červenou barvou) s přenosem :

$$G_s(s) = \frac{2,26}{(1+143s).(1+17s).(1+s)}$$

Identifikace místnosti :



Obr. 7.: Zobrazení průběhu naměřené charakteristiky a jednotlivých charakteristik simulovaných



Obr. 8.: Zobrazení průběhu rozdílu průběhů simulovaných a naměřeného

Tmavě modrá – astatická soustava 1. stupně

Zelená – soustava 2. stupně

Modrá – soustava 1. stupně

Fialová – soustava 3. stupně

Světle růžová – astatická Soustava 3. stupně s nulou v čitateli

Černá – naměřená odezva soustavy

Ze simulovaných průběhů byla jako nejvěrnější vybrána soustava 1. řádu (znázorněna žlutou barvou) s přenosem :

$$G_s(s) = \frac{0,24}{220s + 1}$$

Models:

AWM-FW Series

RCM-DW Series

ACK-AW/BW Series

ACC-CW Series

ADB-BW Series

ACSON[®]
International



Fan Coil Units

CONTENTS

	PAGE
1. FEATURES	1
2. SPECIFICATIONS	3
3. UNIT SELECTION PROCEDURE	11
4. COOLING CAPACITY PERFORMANCE CHART	14
5. HEATING CAPACITY PERFORMANCE CHART	49
6. WATER FLOW RATE VS PRESSURE DROP	66
7. CORRECTION FACTORS	71
8. WIRING DIAGRAMS	72
9. CONTROLLERS	85
10. BLOWER PERFORMANCE CURVES	91
11. OUTLINES AND DIMENSIONS	103
12. GENERAL INSTALLATION GUIDE	112
13. GENERAL OPERATION GUIDE	113

1. FEATURES

SPACE SAVING

Different types of fan coil units are designed to be both versatile and space saving to suit every interior design. Ceiling concealed type for the sophisticated, luxurious floor space saving, all kind of interior decoration; ceiling exposed type for economical and space saving installation; etc.

ZONE CONTROL

These fan coil units can be installed in different zones as each unit operates independently. Zone control on energy saving, different comfort requirement; better air distribution needs can therefore be easily achieved.

UNIQUE FEATURES FOR AWM-FW SERIES

EASY INSTALLATION

The wall mounted fan coil unit is easily installed because of its compact size, slimness and light weight. Slim and short outdoor unit can be easily installed even in a narrow balcony and passageway and yet have a stable profile.

SPACE SAVING

No space is required on either floor or ceiling. This newly developed super slim design for wall mounting maximises floor space usage and enhance ceiling appearance where ceilings are low.

QUIET OPERATION

Cooling comfort is improved by whisper-quiet operation which is achieved by a tangential fan.

EXCELLENT AIR DISTRIBUTION

Air discharge direction can be adjusted in four directions, manually or automatically by using LCD remote control, coupled with good air flow, the unit provides excellent air distribution.

FACILITATED MAINTENANCE ENSURED

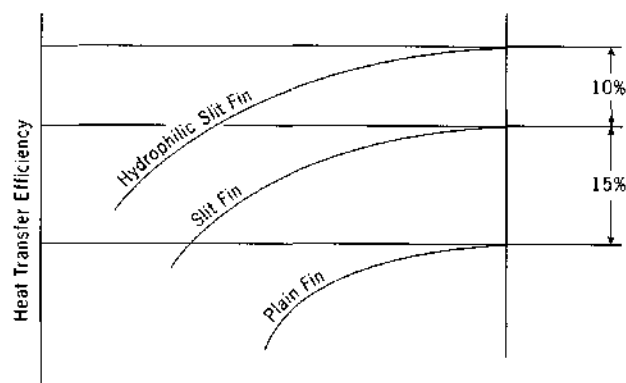
The new design cassette filter is slide-out type which can be easily removed at the air inlet grille for cleaning. Maintenance is easy for electrical components, piping and wiring as these are all easily accessible by merely removing front plastic panel.

WIRELESS REMOTE CONTROL

The compact LCD transmitter is able to operate the air conditioner unit within the distance of 9 meters. Fan motor speed can be set at low/medium/high or automatic. Sleep mode automatically increase set temperature since room temperature is lower at night thus achieving comfort surrounding. Air flow direction can be controlled automatically. Room temperature is controlled by electronic thermostat. The unit can be preset to on and off automatically for maximum of 15 hours by using timer on/off.

SLIT FIN

The unique Hydrophilic slit fin has greatly improved the air flow and the contact surfaces with the air thus to boost the cooling capacity.



UNIQUE FEATURES FOR ACK-AW/BW SERIES

BUILT IN HIGH HEAD DRAIN PUMP

The unit comes with a built in high head drain pump. Condensate water can be pumped up to 500mm and drain out smoothly.

4-WAY AIR DISCHARGE AND AIR SWING

These features greatly improve the air distribution in the conditioned space.

WIRELESS AND WIRED CONTROLLER OPTION

Wireless Handset is the standard controller. However if wired controller required, Netware wired controller is a wise choice(optional).

UNIQUE FEATURES FOR RCM-DW SERIES

2-WAY AIR DISCHARGE AND AIR SWING

The 2-way air discharge couple with the air swing function, provide better air distribution in the conditioned space.

EASY MAINTENANCE

The air filter and components can be easily accessed from the bottom of the unit. This make servicing and maintenance become a simple task.

WIRELESS AND WIRED CONTROLLER OPTION

Wireless Handset is the standard controller. However if wired controller required, Netware wired controller is a wise choice(optional).

UNIQUE FEATURES FOR ACC-CW SERIES

ELEGANCE AND PRESTIGE

As the unit is installed above the ceiling with only the supply and return air grille exposed to view, the air conditioned space will appear as elegant and prestigious as a centralized air conditioned area.

EVERGREEN DESIGN

This unit will never become obsolete as the unit is completely concealed away. Interior decoration for maximum aesthetic beauty as well as interior design is easily achieved.

SUPERIOR AIR DISTRIBUTION

As the conditioned air can be distributed to every corner of the area by air duct, this will ensure more pleasant living environment, thus provide extra comfort to the occupants.

OPTIONAL DUCT ACCESSORIES

The optional duct accessories makes the ducting and installation work so easy.

OPTIONAL WIRED CONTROLLER

Optional Netware wired controller offers simple and flexibility in controlling the unit.

UNIQUE FEATURES FOR ADB-BW SERIES

SUPERB AIR DISTRIBUTION

These units are designed with high air flow and static, enables adequate distribution of air to the desired space. Providing comfort to every corner of the room.

RELIABILITY

The structures are strong and robust to ensure the product operation life.

VERSATILE

Multiple rooms can be cooled together by just using one unit of ADB.

2. SPECIFICATIONS

MODEL		WM					
		05FW	07FW	10FW	15FW	20FW	25FW
PERFORMANCE							
Air Flow (CFM / L/s)	High	300 / 510	300 / 510	270 / 127	300 / 142	480 / 227	580 / 274
	Medium	230 / 390	230 / 390	230 / 109	270 / 127	430 / 203	485 / 229
	Low	190 / 320	190 / 320	190 / 90	230 / 109	370 / 175	380 / 179
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	1210	1638	2520	3024	4284	5292
	W	1410	1910	2931	3517	4982	6154
	Btu/hr	4800	6500	10000	12000	17000	21000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	1179	1373	1739	2026	2956	3651
	W	1375	1600	2022	2356	3438	4247
	Btu/hr	4680	5447	6900	8040	11730	14490
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp : 60°C)	kcal/hr	2772	3150	4032	4536	6552	8064
	W	3220	3660	4689	5275	7620	9378
	Btu/hr	11000	12500	16000	18000	26000	32000
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	1.10 / 4.16	1.54 / 5.83	2.00 / 7.57	2.67 / 10.11	4.22 / 15.97	5.33 / 20.18
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	0.245 / 1689	0.436 / 3006	7.77 / 53572	12.93 / 89149	4.89 / 33715	7.40 / 51021
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	0.186 / 1282	0.335 / 2310	6.09 / 41989	10.28 / 70878	3.86 / 26614	5.86 / 40403
COIL							
Type		Seamless copper tube mechanically boded to aluminium slit fin.					
Tube		OD 7mm, thickness 0.35 mm.					
Fin		thickness 0.11 mm					
Connection		OD 1/2" copper tube					
Number of rows / fin per inch		18-Jan	20-Jan	2 / 18	2 / 18	2 / 18	2 / 18
Max Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233					
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min.					
Surface Area	m ² / ft ²	0.208 / 2.239	0.208 / 2.239	0.198 / 2.131	0.198 / 2.131	0.254 / 2.733	0.254 / 2.733
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	0.690 / 135.84	0.690 / 135.84	0.64 / 126.70	0.72 / 140.78	0.89 / 175.63	1.08 / 212.22
MOTOR							
Type		Permanent split capacitor motor					
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50 , 208 - 230 / 1 / 60					
Rated Input power	W (50/60Hz)	25	25	25 / 26	25 / 26	53 / 67	57 / 81
Rated Running Current	A (50/60Hz)	0.11	0.11	0.11 / 0.12	0.11 / 0.12	0.23 / 0.31	0.24 / 0.38
Poles		4					
Sound Level (dBA)	High Fan			38	38	45	47
	Medium Fan			34	35	42	44
	Low Fan			30	31	39	42
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat					
	Air Discharge	Automatic Louver (Up & Down)					
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control					
Condensate Drain Size	mm	19.05					
AIR FILTER		Washable Saran Net Filter					
WEIGHT	kg	12	12	12	12	15	15
DIMENSION (H x W x D)	mm	290 x 815 x 179				306 x 1062 x 202	

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7 °C (80 °F) DB, 19.4 °C (67 °F) WB
 Entering water temp. : 7.2 °C (45 °F)
 Leaving water temp. : 12.8 °C (55 °F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1 °C (64 °F) DB
 Entering water temp. : 60 °C (140 °F)
 Leaving water temp. : 55 °C (131 °F)

Microphone position : 1m in front of the unit & 0.8m below the vertical centre line of the unit. (JIS C 9612)

MODEL		ACK				
		20AW	25AW	30AW	40AW	50AW
PERFORMANCE						
Air Flow (CFM/CMH)	High	770 / 1,310	810 / 1,380	920 / 1,560	1,020 / 1,740	1,080 / 1,840
	Medium	650 / 1,100	700 / 1,190	770 / 1,320	900 / 1,530	990 / 1,680
	Low	630 / 1,070	630 / 1,070	700 / 1,190	790 / 1,340	910 / 1,540
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	6,048	6,804	7,964	9,073	9,829
	W	7,034	7,913	9,261	10,551	11,430
	Btu/hr	24,000	27,000	31,600	36,000	39,000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	4,209	4,738	5,494	6,162	6,628
	W	4,894	5,510	6,389	7,166	7,708
	Btu/hr	16,700	18,800	21,800	24,450	26,300
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	9,451	10,585	12,198	13,584	14,365
	W	10,991	12,309	14,185	15,797	16,706
	Btu/hr	37,500	42,000	48,400	53,900	57,000
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	5.32 / 20.17	6.22 / 23.45	7.11 / 26.84	8.00 / 30.14	8.88 / 33.49
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	2.13 / 14,686	3.16 / 21,774	4.36 / 30,061	7.29 / 50,263	10.99 / 75,773
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	1.70 / 11,721	2.545 / 17,547	3.55 / 24,476	6.07 / 41,851	9.20 / 63,459
COIL						
Type		Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin				
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm				
Fin		Thickness 0.11 mm				
Connection		OD 3/4" copper tube				
Number of rows / fin per inch		2/12	2/14	2/16	2/16	2/16
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233				
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min				
Surface Area	m ² / ft ²	0.459 / 5.022	0.459 / 5.022	0.459 / 5.022	0.459 / 5.022	0.459 / 5.022
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	0.78 / 153.33	0.82 / 161.29	0.93 / 183.19	1.03 / 203.11	1.09 / 215.05
MOTOR						
Type		Permanent split capacitor motor				
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50, 208 - 230/1/60				
Rated Input	W	127 / 139	151 / 163	164 / 208	192 / 321	253 / 328
Running Current	A	0.53 / 0.64	0.65 / 0.75	0.69 / 0.98	0.80 / 1.50	1.08 / 1.50
Poles		6				
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat				
	Air Discharge	Automatic Louver (Up & Down)				
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control				
Condensate Drain Size	mm	19.05				
AIR FILTER		Washable Saran Net Filter				
WEIGHT (Unit + panel)	kg	21 + 4	32 + 4	35 + 4	38 + 4	40 + 4
DIMENSION (H x W x D)	mm	335 x 820 x 820 (363 x 930 x 930)				

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7°C (80°F)DB, 19.4C (67°F)WB
 Entering water temp. : 7.2°C (45°F)
 Leaving water temp. : 12.8°C (55°F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1°C (64°F)DB
 Entering water temp. : 60°C (140°F)
 Leaving water temp. : 55°C (131°F)

MODEL		ACK			
		15BW	20BW	25BW	30BW
PERFORMANCE					
Air Flow (CFM / L/s)	High	430 / 203	430 / 203	500 / 236	607 / 287
	Medium	370 / 175	370 / 175	450 / 212	537 / 253
	Low	310 / 146	310 / 146	390 / 184	475 / 224
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	3150	4284	5040	5796
	W	3660	4977	5860	6740
	Btu/hr	12500	17000	20000	23000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	2331	2853	3352	3872
	W	2708	3315	3897	4499
	Btu/hr	9250	11322	13300	15364
Nominal Total Heating capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	5292	6300	7308	8316
	W	6150	7320	8500	9663
	Btu/hr	21000	25000	29000	33000
Water Flow Rate	USGPM/LITRES/M	3.34 / 12.7	4.44 / 16.8	5.54 / 21	6.64 / 25
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	0.582 / 4013	1.849 / 12749	2.739 / 18885	3.78 / 26063
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	0.455 / 3137	1.461 / 10074	2.189 / 15093	3.055 / 21064
COIL					
Type		Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin.			
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm.			
Fin		thickness 0.11 mm			
Connection		OD 3/4" copper tube			
Number of rows / fin per inch		1 / 18	2 / 14	2 / 14	2 / 14
Max. Working Pressure	(kg/cm ²)/(psi)	16.4 / 233			
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min.			
Surface Area	m ² /ft ²	0.431 / 4.637	0.416 / 4.483	0.416 / 4.483	0.416 / 4.483
Surface Air Velocity	(m/s)/(ft/min)	0.471 / 92.73	0.487 / 95.91	0.567 / 111.53	0.688 / 135.40
MOTOR					
Type		Permanent split capacitor motor			
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50 , 208 - 230 / 1 / 60			
Rated Input power	W (50/60Hz)	72 / 73	72 / 73	79 / 88	108 / 108
Rated Running Current	A (50/60Hz)	0.31 / 0.34	0.31 / 0.34	0.33 / 0.41	0.45 / 0.50
Poles		6			
Sound pressure level (dBA)	High Fan	43.7	43.7	44	47
	Medium Fan	39	39	40	44
	Low Fan	37.5	37.5	38	40
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat			
	Air Discharge	Manual Louver			
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control			
Condensate Drain Size	mm	19.05			
AIR FILTER					
		Washable Saran Net Filter			
WEIGHT (Unit + Panel)	kg	30 + 3	30 + 3	31 + 3	32 + 3
DIMENSION - HxWxD () - with panel	mm	293 x 650 x 650 (363 x 930 x 930)			

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7 °C (80 °F) DB, 19.4 °C (67 °F) WB
 Entering water temp. : 7.2 °C (45 °F)
 Leaving water temp. : 12.8 °C (55 °F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1 °C (64 °F) DB
 Entering water temp. : 60 °C (140 °F)
 Leaving water temp. : 55 °C (131 °F)

Microphone position : MCK015-025B - 1.4m below the fascia (JIS C 9612) , MCK030B - 1.5m below the fascia (JIS B 8615).

MODEL		RCM				
		20DW	25DW	30DW	40DW	50DW
PERFORMANCE						
Air Flow (CFM/CMH)	High	590 / 1,000	660 / 1,130	730 / 1,240	1,000 / 1,700	1,110 / 1,890
	Medium	530 / 900	650 / 1,110	720 / 1,220	950 / 1,620	1,070 / 1,820
	Low	420 / 710	580 / 990	680 / 1,160	930 / 1,580	1,000 / 1,700
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	5,040	5,544	6,552	9,535	12,096
	W	5,862	6,448	7,620	11,137	14,068
	Btu/hr	20,000	22,000	26,000	38,000	48,000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	3,528	3,825	4,455	6,485	7,983
	W	4,102	4,448	5,180	7,538	9,282
	Btu/hr	14,000	15,180	17,680	25,730	31,680
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	7,560	8,442	9,674	16,207	17,065
	W	8,792	9,818	11,250	18,639	19,846
	Btu/hr	30,000	33,500	38,385	63,600	67,715
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	4.44 / 16.75	4.88 / 18.42	5.76 / 21.77	8.44 / 31.82	10.66 / 40.19
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	2.95 / 20,315	3.52 / 24,250	3.17 / 21,875	5.96 / 41,170	9.19 / 63,330
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	2.46 / 16,915	2.83 / 20,191	2.64 / 18,215	4.98 / 34,279	7.65 / 52,731
COIL						
Type	Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin					
Tube	OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm					
Fin	Thickness 0.11 mm					
Connection	OD 3/4" copper tube					
Number of rows / fin per inch		3/12	3/12	3/12	4/12	4/14
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233				
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min				
Surface Area	m ² / ft ²	0.217 / 2.338	0.217 / 2.338	0.263 / 2.826	0.406 / 4.361	0.406 / 4.361
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	1.28 / 252.35	1.43 / 282.29	1.31 / 258.32	1.16 / 229.31	1.29 / 254.53
MOTOR						
Type	Permanent split capacitor motor					
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50, 208 - 230/ 1 / 60				
Rated Input	W	96 / 114	130 / 155	132 / 179	240 / 337	240 / 337
Running Current	A	0.40 / 0.50	0.58 / 0.70	0.58 / 0.80	1.04 / 1.50	1.04 / 1.50
Poles		4				
Sound pressure level (H / M / L)	dBA	50 / 47 / 40	54 / 53 / 50	51 / 50 / 48	54 / 53 / 52	54 / 53 / 52
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat				
	Air Discharge	Automatic Louver (Up & Down)				
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control				
Condensate Drain Size	mm	19.05				
AIR FILTER						
		Washable Saran Net Filter				
WEIGHT	kg	43	43	45	70	70
DIMENSION (H x W x D)	mm	214 X 1,214 X 670		249 x 1,214 x 670	249 X 1,714 X 670	

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7°C (80°F)DB, 19.4C (67°F)WB
 Entering water temp. : 7.2°C (45°F)
 Leaving water temp. : 12.8°C (55°F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1°C (64°F)DB
 Entering water temp. : 60°C (140°F)
 Leaving water temp. : 55°C (131°F)

		ACC			
MODEL		10CW	15CW	20CW	25CW
PERFORMANCE					
Air Flow (CFM/CMH)	High	300 / 510	430 / 730	620 / 1,050	840 / 1,430
	Medium	280 / 480	310 / 530	610 / 1,040	790 / 1,340
	Low	240 / 410	270 / 460	500 / 850	640 / 1,090
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	2,520	3,780	4,788	6,048
	W	2,931	4,397	5,569	7,034
	Btu/hr	10,000	15,000	19,000	24,000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	1,789	2,646	3,352	4,234
	W	2,081	3,078	3,898	4,924
	Btu/hr	7,100	10,500	13,300	16,800
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	4,032	6,048	7,560	9,324
	W	4,690	7,034	8,793	10,845
	Btu/hr	16,000	24,000	30,000	37,000
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	2.22 / 8.40	3.33 / 12.61	4.44 / 16.81	5.55 / 21.01
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	1.53 / 10550	3.48 / 24000	2.92 / 20130	4.70 / 32410
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	1.21 / 8340	2.8 / 19300	2.34 / 16130	3.83 / 26410
COIL					
Type		Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin			
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm			
Fin		Thickness 0.11 mm			
Connection		OD 3/4" copper tube			
Number of rows / fin per inch		3/12	3/14	3/12	3/12
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233			
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min			
Surface Area	m ² / ft ²	0.129 / 1.39	0.161 / 1.734	0.197 / 2.128	0.228 / 2.461
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	1.10 / 215.8	1.26 / 248.0	1.48 / 291.4	1.73 / 341.3
MOTOR					
Type		Permanent split capacitor motor			
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50 , 208 - 230 / 1 / 60			
Rated Input	W	71 / 72	102 / 114	148 / 172	180 / 223
Running Current	A	0.30 / 0.33	0.43 / 0.53	0.65 / 0.80	0.74 / 1.01
Poles		4			
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat			
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control			
Condensate Drain Size	mm	19.05			
AIR FILTER					
Washable Saran Net Filter					
WEIGHT	kg	17	21	22	25
DIMENSION (H x W x D)	mm	261 x 765 x 411	261 x 905 x 411	261 x 1,065 x 411	261 x 1,200 x 411

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7°C (80°F)DB, 19.4C (67°F)WB
 Entering water temp. : 7.2°C (45°F)
 Leaving water temp. : 12.8°C (55°F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1°C (64°F)DB
 Entering water temp. : 60°C (140°F)
 Leaving water temp. : 55°C (131°F)

MODEL		ACC	
		28CW	38CW
PERFORMANCE			
Air Flow (CFM/CMH)	High	1440/2450	1540/2620
	Medium	1270/2160	1450/2460
	Low	1120/1900	1260/2140
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	6,804	10,550
	W	7,914	12,270
	Btu/hr	27,000	41,864
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	4,695	7,490
	W	5,460	8,712
	Btu/hr	18,630	29,723
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60°C)	kcal/hr	7,056	16,872
	W	8,207	19,623
	Btu/hr	28,000	66,951
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	6.16/23.31	8.36/31.64
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	2.437/16800	4.992/34420
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	1.952/13460	4.084/28160
COIL			
Type		Seamless copper tube mechanically boded to aluminium slit fin.	
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm.	
Fin		thickness 0.11 mm	
Connection		OD 3/4" copper tube	
Number of rows / fin per inch		3/18	3/14
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233	
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min.	
Surface Area	m ² / ft ²	0.264/2.844	0.363/3.909
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	1.14/224.44	1.764/347.16
MOTOR			
Type		Permanent split capacitor motor	
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50	
Rated Input	W	300	563
Running Current	A	1.30	2.4
Poles		4	
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat	
	Air Discharge	Automatic Louver (Up & Down)	
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control	
Condensate Drain Size	mm	19.05	
AIR FILTER		Washable Saran Net Filter	
WEIGHT	kg	38	41
DIMENSION (H x W x D)	mm	290X942X600	310X1247X638

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7 °C (80 °F) DB, 19.4 °C (67 °F) WB
 Entering water temp. : 7.2 °C (45 °F)
 Leaving water temp. : 12.8 °C (55 °F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1 °C (64 °F) DB
 Entering water temp. : 60 °C (140 °F)
 Leaving water temp. : 55 °C (131 °F)

		ACC			
MODEL		30CW	40CW	50CW	60CW
PERFORMANCE					
Air Flow (CFM/CMH)	High	1,030 / 1,750	1,150 / 1,960	1,540 / 2,620	1,990 / 3,380
	Medium	820 / 1,390	1,025 / 1,740	1,430 / 2,430	1,830 / 3,110
	Low	660 / 1,120	840 / 1,430	1,300 / 2,210	1,630 / 2,770
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	7,308	9,576	12,348	13,608
	W	8,500	11,138	14,362	15,827
	Btu/hr	29,000	38,000	49,000	54,000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	5,189	6,799	8,644	9,798
	W	6,035	7,908	10,053	11,396
	Btu/hr	20,590	26,980	34,300	38,880
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	11,592	15,120	19,152	22,680
	W	13,483	17,586	22,276	26,379
	Btu/hr	46,000	60,000	76,000	90,000
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	6.66 / 25.21	8.88 / 33.61	11.11 / 42.06	13.33 / 50.46
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	2.11 / 14550	3.78 / 26060	6.48 / 44680	1.48 / 10205
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	1.68 / 11580	3.06 / 21100	5.36 / 36960	1.18 / 8140
COIL					
Type		Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin			
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm			
Fin		Thickness 0.11 mm			
Connection		OD 3/4" copper tube			
Number of rows / fin per inch		3/12	3/12	3/12	3/12
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233			
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min			
Surface Area	m ² / ft ²	0.37 / 3.98	0.31 / 3.44	0.41 / 4.40	0.48 / 5.16
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	1.31 / 258.78	1.70 / 334.30	1.78 / 350.00	1.96 / 385.66
MOTOR					
Type		Permanent split capacitor motor			
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50 , 208 - 230 / 1 / 60			
Rated Input	W	421 / 486	550 / 661	670 / 767	748 / 804
Running Current	A	1.90 / 2.40	2.60 / 3.40	2.90 / 3.70	3.20 / 3.70
Poles		4			
Control	Room Temp.	Micro-computer Controlled Thermostat			
	Operation	LCD wireless micro-computer remote control			
Condensate Drain Size	mm	19.05			
AIR FILTER		Washable Saran Net Filter			
WEIGHT	kg	39	42	54	62
DIMENSION (H x W x D)	mm	378 x 929 x 474	378 x 1,045 x 474	378 x 1,299 x 474	378 x 1,499 x 474

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7°C (80°F)DB, 19.4C (67°F)WB
 Entering water temp. : 7.2°C (45°F)
 Leaving water temp. : 12.8°C (55°F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1°C (64°F)DB
 Entering water temp. : 60°C (140°F)
 Leaving water temp. : 55°C (131°F)

MODEL		ADB			
		75BW	100BW	125BW	150BW
PERFORMANCE					
Air Flow (CFM/CMH)		2,500 / 4,250	3,200 / 5,440	4,200 / 7,140	4,600 / 7,820
Nominal Total Cooling Capacity	kcal/hr	19,152	24,696	32,760	41,076
	W	22,274	28,722	38,101	47,773
	Btu/hr	76,000	98,000	130,000	163,000
Sensible Cooling Capacity	kcal/hr	13,598	18,028	23,587	29,164
	W	15,810	20,961	27,425	33,909
	Btu/hr	53,960	71,540	93,600	115,730
Nominal Total Heating Capacity (Entering water Temp. : 60 °C)	kcal/hr	30,996	40,320	53,734	66,348
	W	36,049	46,700	62,490	77,160
	Btu/hr	123,000	160,000	213,215	263,270
Water Flow Rate	USGPM / LITRES/M	16.88 / 63.64	21.77 / 82.06	28.88 / 108.86	36.22 / 136.49
Head Loss (Cooling)	psi / Pa	8.72 / 60,050	2.65 / 18,230	3.55 / 24,472	2.77 / 19,092
Head Loss (Heating) : 60 °C	psi / Pa	7.26 / 50,000	2.20 / 15,179	2.96 / 20,377	2.31 / 15,897
Ext. static	mmAq	10	10	15	15
COIL					
Type		Seamless copper tube mechanically bonded to aluminium slit fin			
Tube		OD 9.52 mm, thickness 0.35 mm			
Fin		Thickness 0.11 mm			
Connection		OD 1 1/8" copper tube			
Number of rows / fin per inch		3/14	4/12	3/14	4/14
Max. Working Pressure	(kg/cm ²) / (psi)	16.4 / 233			
Testing Pressure		30 kg/cm ² for 1 min, leak test : 16 kg/cm ² for 5 min			
Surface Area	m ² / ft ²	0.54 / 5.82	0.54 / 5.82	1.01 / 10.83	1.01 / 10.83
Surface Air Velocity	(m/s) / (ft/min)	2.15 / 430	2.75 / 550	1.94 / 388	2.12 / 425
MOTOR					
Type		Permanent split capacitor motor			
Power Supply	V/Ph/Hz	220 - 240 / 1 / 50 , 208 - 230 / 1 / 60		415 / 3 / 50 , 415 / 3 / 60	
Rated Input	W	810 / 1062	1008 / 1310	2730 / 1620	3370 / 1999
Running Current	A	3.70 / 5.16	4.22 / 7.04	3.39 / 5.70	3.39 / 5.70
Poles		4			
Number of motors		2	2	1	1
Sound pressure level	dBA	62	64	63	67
Control		LCD wireless micro-computer remote control			
Condensate Drain Size	mm	25.4			
FAN					
Type/Drive		Centrifugal fan (forward curved) / Direct		Centrifugal fan (forward curved) / Belt Driven	
Number of Fans		2	2	1	1
AIR FILTER (OPTIONAL)					
Type		Washable Saran Net Filter			
Length x Height	mm	622 x 433			
Quantity		2	2	1	1
WEIGHT	kg	96	100	140	145
DIMENSION (H x W x D)	mm	572 x 1,502 x 761		885 x 1,640 x 1,040	

Condition

Cooling capacity : Entering air temp. : 26.7°C (80°F)DB, 19.4C (67°F)WB
 Entering water temp. : 7.2°C (45°F)
 Leaving water temp. : 12.8°C (55°F)

Heating capacity : Entering air temp. : 21.1°C (64°F)DB
 Entering water temp. : 60°C (140°F)
 Leaving water temp. : 55°C (131°F)

3. UNIT SELECTION PROCEDURE

The cooling and heating capacities of the fan coil units can be determined by the Cooling Capacity Performance Chart and Heating Capacity Performance Chart in the following pages based on nominal air flow at standard water temperature. The total and sensible capacities must be adjusted as variables come in. A sample of selection procedure is given as below:

Step 1

Determine type of fan coil units to be used, i.e. ceiling cassette (ACK-AW Series); ceiling exposed (RCM-DW Series); etc.

Step 2

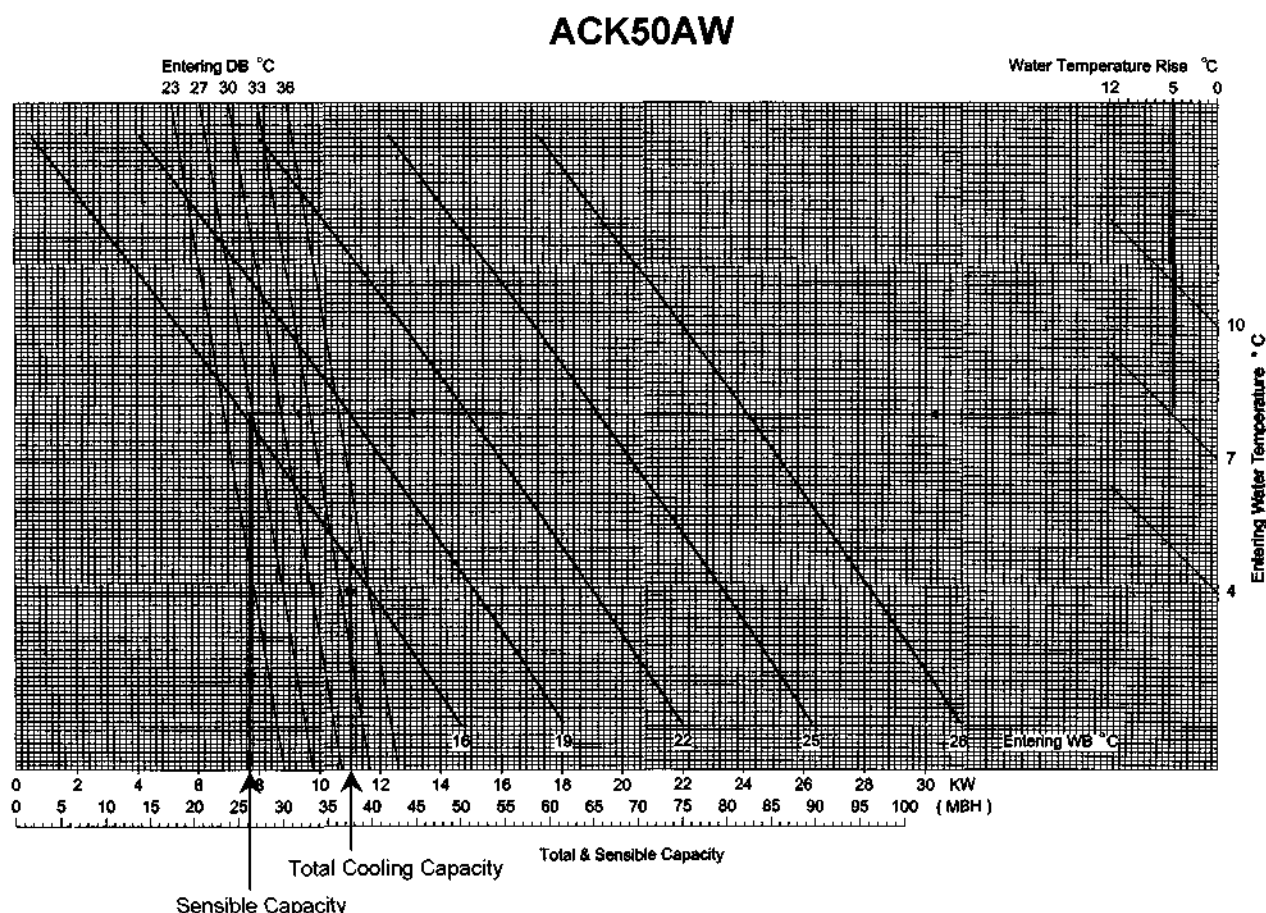
Select a tentative unit size based on cooling capacities at nominal air flow. Design entering air temperatures and required water flows from cooling capacities chart (Page 14 - 35) or the nominal capacities ratings (Page 3 - 10) from standard specification.

Step 3

Determine the nominal unit cooling capacities for the unit selected. If the cooling capacities chart must be used, the following information must be known :-

- Design water temperature rise
- Design entering water temperature
- Design entering air dry bulb temperature
- Design entering air wet bulb temperature

Example of how to read the cooling performance chart.



Step 4

If air flow value is different from the nominal value (high speed), then refer to specification from Page 3 to 10 for the air flow required (medium or low speed). Determine the total and sensible correction factor from Air Flow Capacity Correction Factor (Page 57).

Step 5

If the unit is to operate at an altitude above sea level, multiply the capacity correction factors by an Altitude Correction Factors. Refer to Page 57.

Step 6

Calculate the actual cooling capacity by multiply the nominal capacity (from Step 3) with Air Flow Capacity Correction Factor from Step 4 and the Altitude Correction Factor from Step 5.

$$\text{Actual Capacity, W} = \text{Nominal capacity (Step 3)} \times \text{Air Flow Capacity Correction Factor (Step 4)} \times \text{Altitude Correction Factor (Step 5)}$$

Step 7

Water flow rate can be determined by:

$$\text{Litres/Min} = \frac{\text{Total Cooling Capacity, W}}{70 \times \text{Water Temperature Rise } ^\circ\text{C}}$$

$$\text{USGPM} = \frac{\text{Total Cooling Capacity, Btu/H}}{500 \times \text{Water Temperature Rise } ^\circ\text{F}}$$

Step 8

Heating Capacities at nominal air flow (Page 36 to 51 - Heating Performance Chart) are based on standard condition of 60°C EWT and 21°C EAT. The actual heating capacity can be obtained by using the Heating Capacity Correction Factor (Page 57) and Altitude Correction Factor as per Step 5.

$$\text{Hence Actual Heating Capacity, W} = \text{Nominal Capacity (Page 36 to 51)} \times \text{Heating Capacity Correction Factor (Page 57)} \times \text{Air Flow Capacity Correction Factor (Step 4)} \times \text{Altitude Correction Factor (Step 5)}$$

Step 9

Water Pressure Drop Tables are on Page 52 to 56.

EXAMPLE

Select a ceiling cassette type fan coil unit at the following design specification:

Room design condition	: 26.7°C DB / 19°C WB
Room Cooling Load	: 7 kW sensible capacity / 10 kW total capacity
Room Heating Load	: 10 kW
Entering water temperature	: 7°C cooling / 54°C heating
Water temperature rise	: 5°C
Air Volume	: 1700 cmh
Altitude	: 600 m

SOLUTION**Step 1**

Based on the type of fan coil required and the design conditions, tentatively select ACK50AW. From the cooling capacity performance chart (Page 15), at 26.7°C DB / 19°C WB air temperature, 7°C entering water temperature and with 5°C water temperature rise, the cooling capacity for this unit is 11 kW total capacity and 7.6 kW sensible

Step 2

From page 49, the air flow correction factor table, at high speed, the air volume is 1840 cmh and medium speed is 1680 cmh, hence high speed is selected. And the correction factor is hence 1.0.

If lower air flow required, then use the medium and low fan speed. The correction factor can be determined by getting the ratio of air flow (i.e. medium or low speed / high speed).

Step 3

As the unit is operating at 600m above sea level, the Altitude correction factor is 0.98 total and 0.93 sensible.

Step 4

Multiply the cooling capacities obtained from step 1 (as per specification and design condition) by correction factors from (2) and (3)

$$\text{Actual total cooling capacity} = 11 \times 1.0 \times 0.98 \text{ kW} = 10.78 \text{ kW}$$

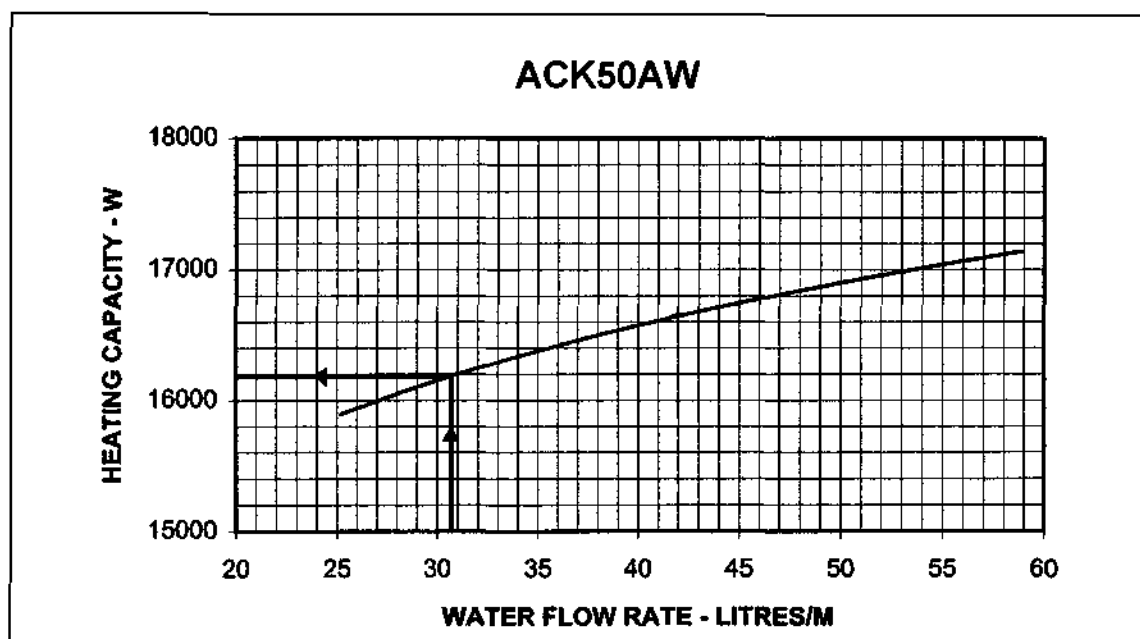
$$\text{Actual sensible cooling capacity} = 7.6 \times 1.0 \times 0.93 \text{ kW} = 7.068 \text{ kW}$$

Step 5

$$\text{Water flow rate} = \text{Litres/M} = \frac{10780 \text{ W}}{70 \times 5} = 30.8$$

Step 6

From Heating Capacity Performance Chart (Page 40), determine the heating capacity at the nominal air volume by using the flow rate calculated in step 5. The heating capacity is at 16.18 kW.

**Step 7**

From Heating Capacity Correction Factor Tables at 54.4°C water entering temperature and 26.7°C entering air temperature, the correction factor is 0.717,

$$\text{Actual Heating Capacity} = 16.18 \times 0.98 \times 0.717 = 11.37 \text{ kW}$$

Step 8

Water Pressure Drop can be estimated from water Pressure Drop Table (Page 52 to 56) using interpolate method:

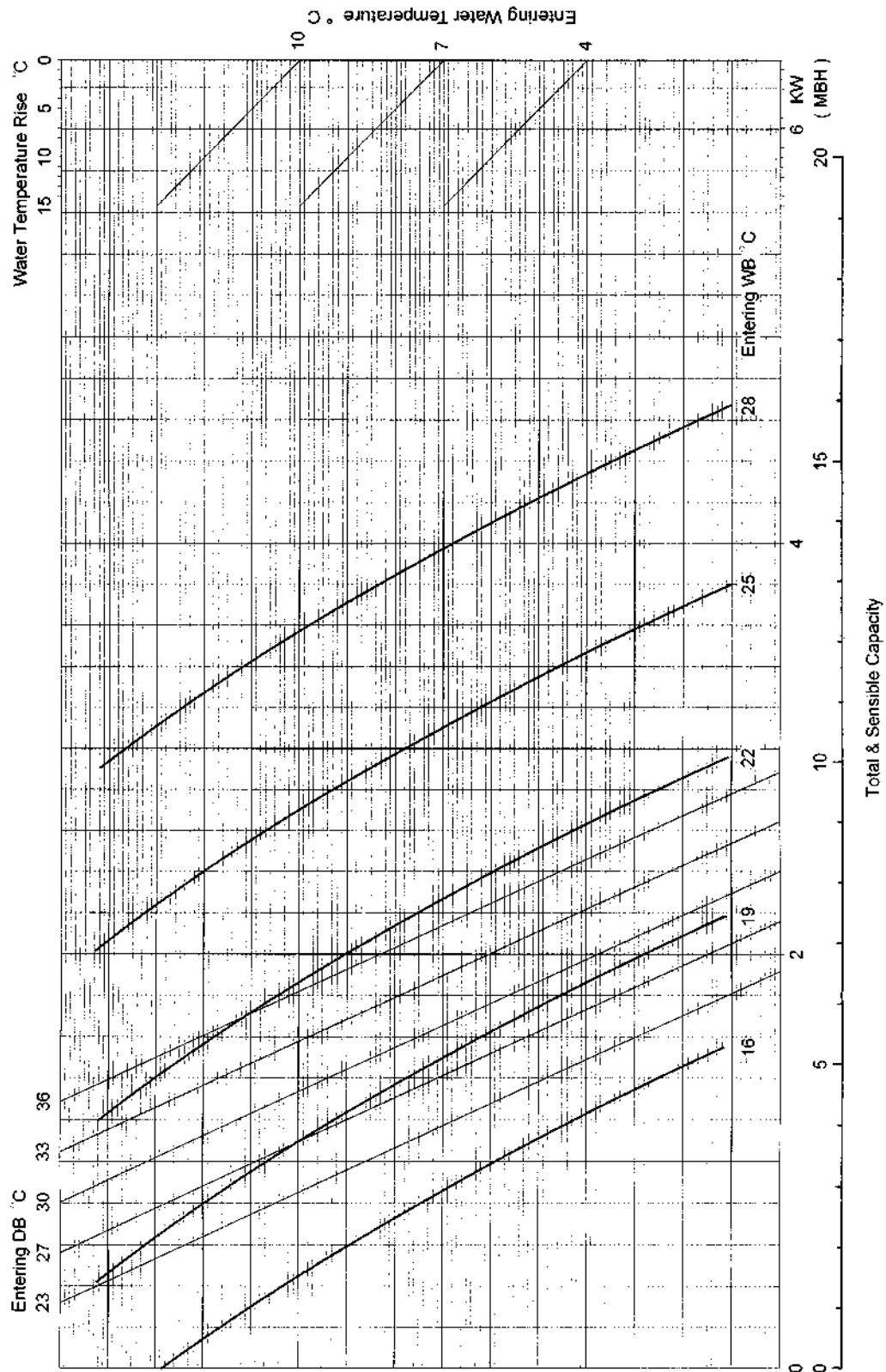
At flow rate of 30.8 Litres/Min, the nominal pressure drop is 68,322 Pa

$$\text{Pressure drop correction factor} = 1.2947 - 0.0021 \times (\text{EWT}^\circ\text{C} \times 1.8 + 32) = 1.0234$$

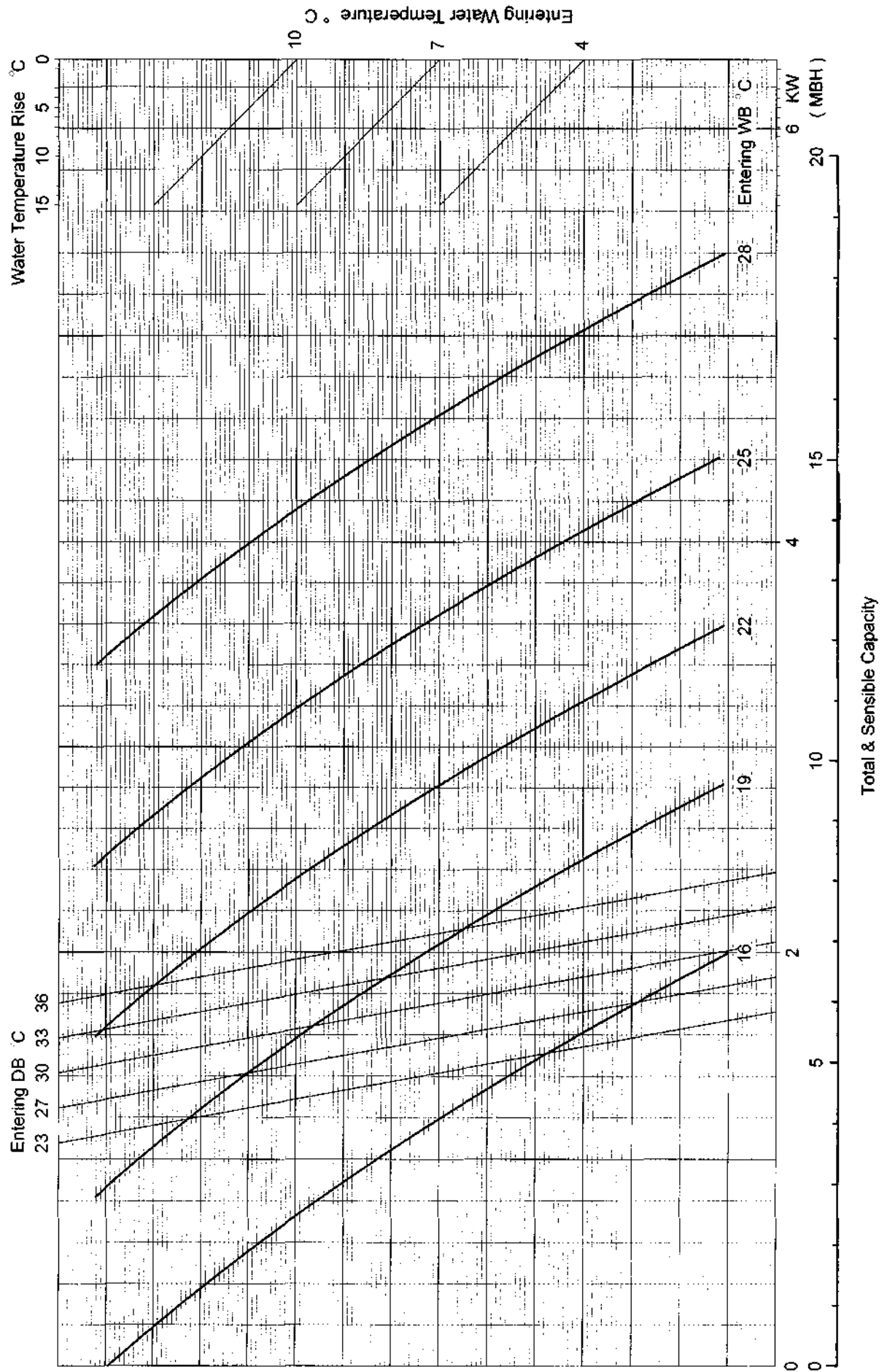
Hence the actual pressure drop = nominal pressure drop x correction factor = 69,921 Pa.

4. COOLING CAPACITY PERFORMANCE CHART

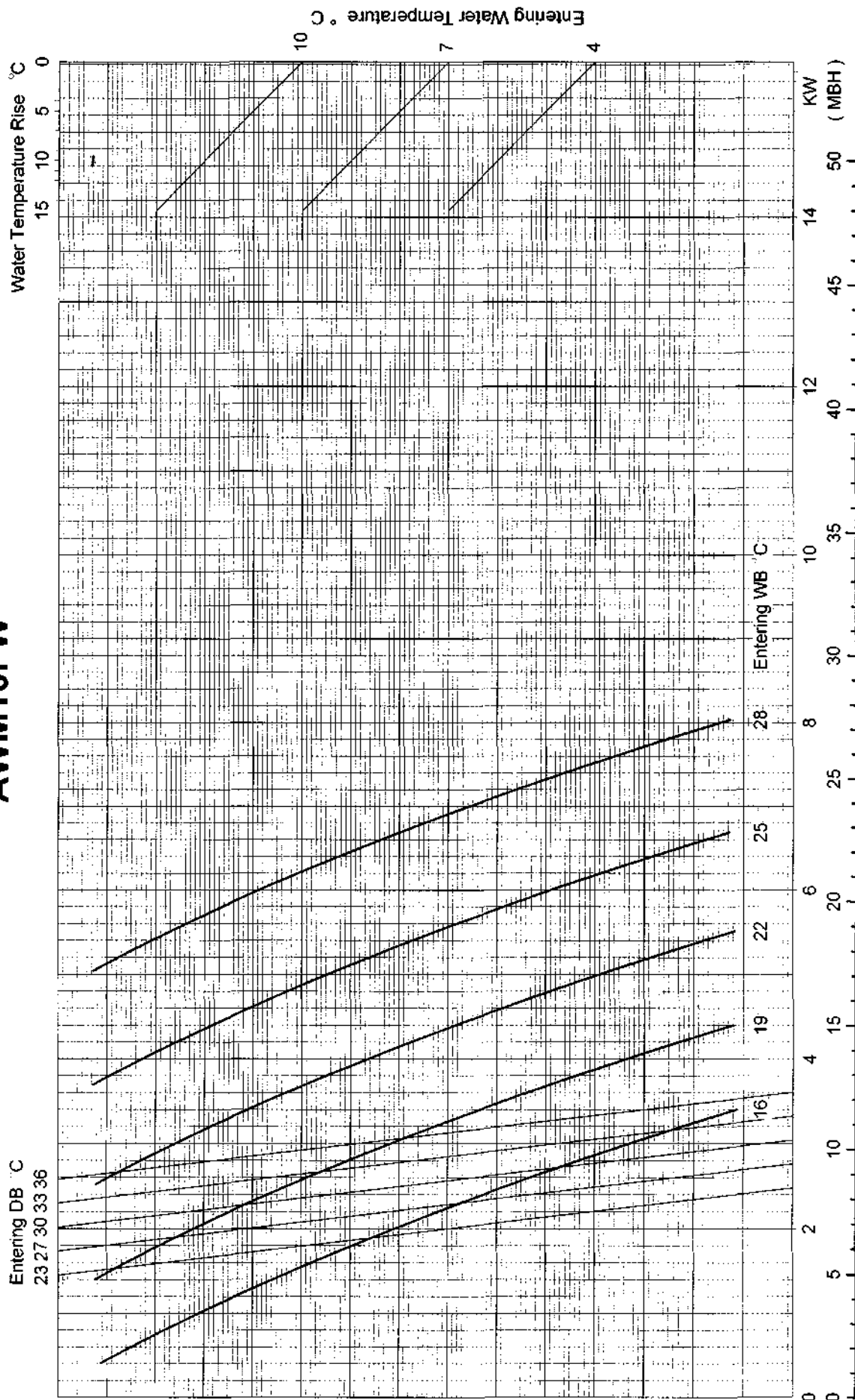
AWM05FW



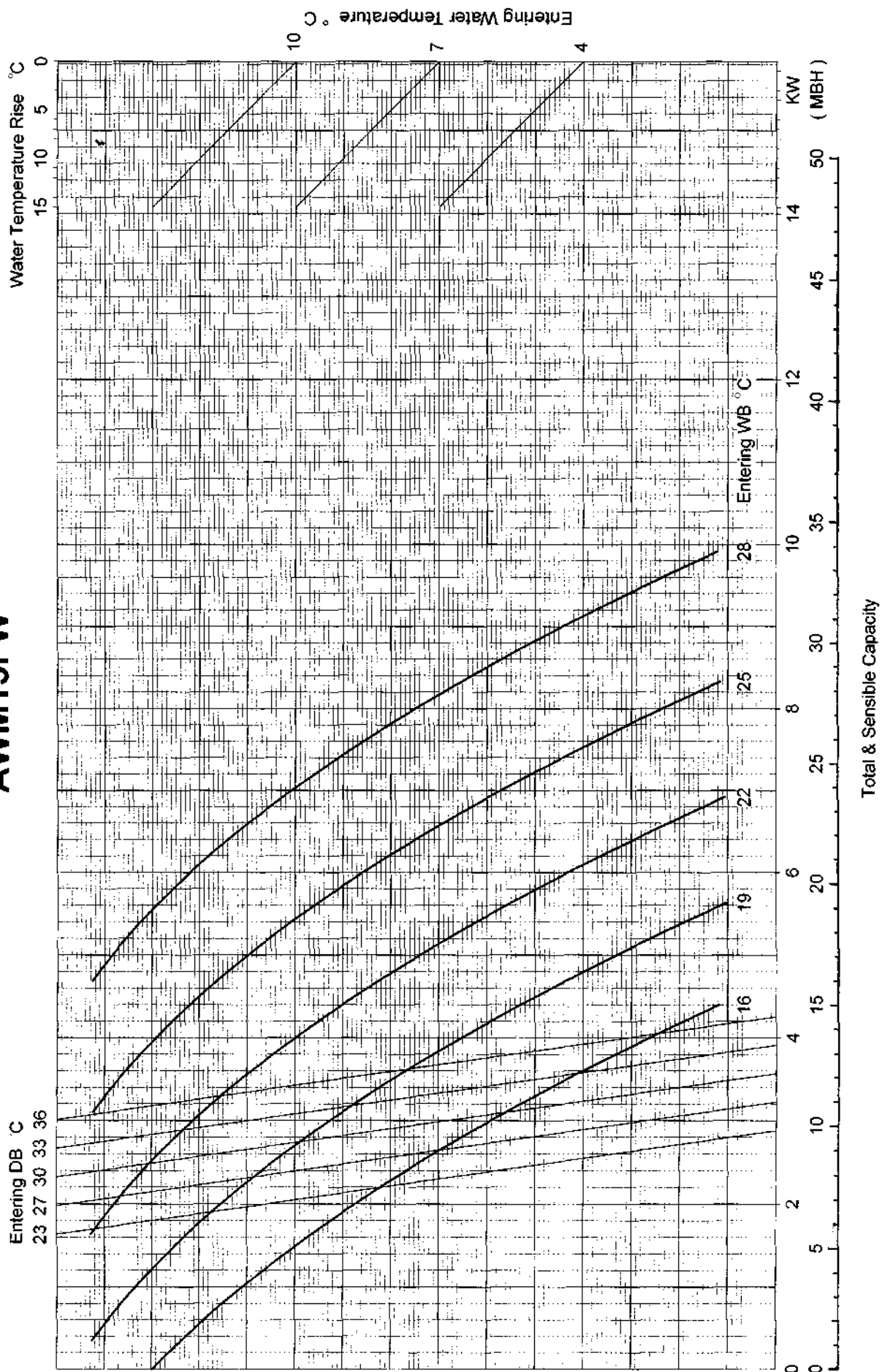
AWM07FW



AWM10FW



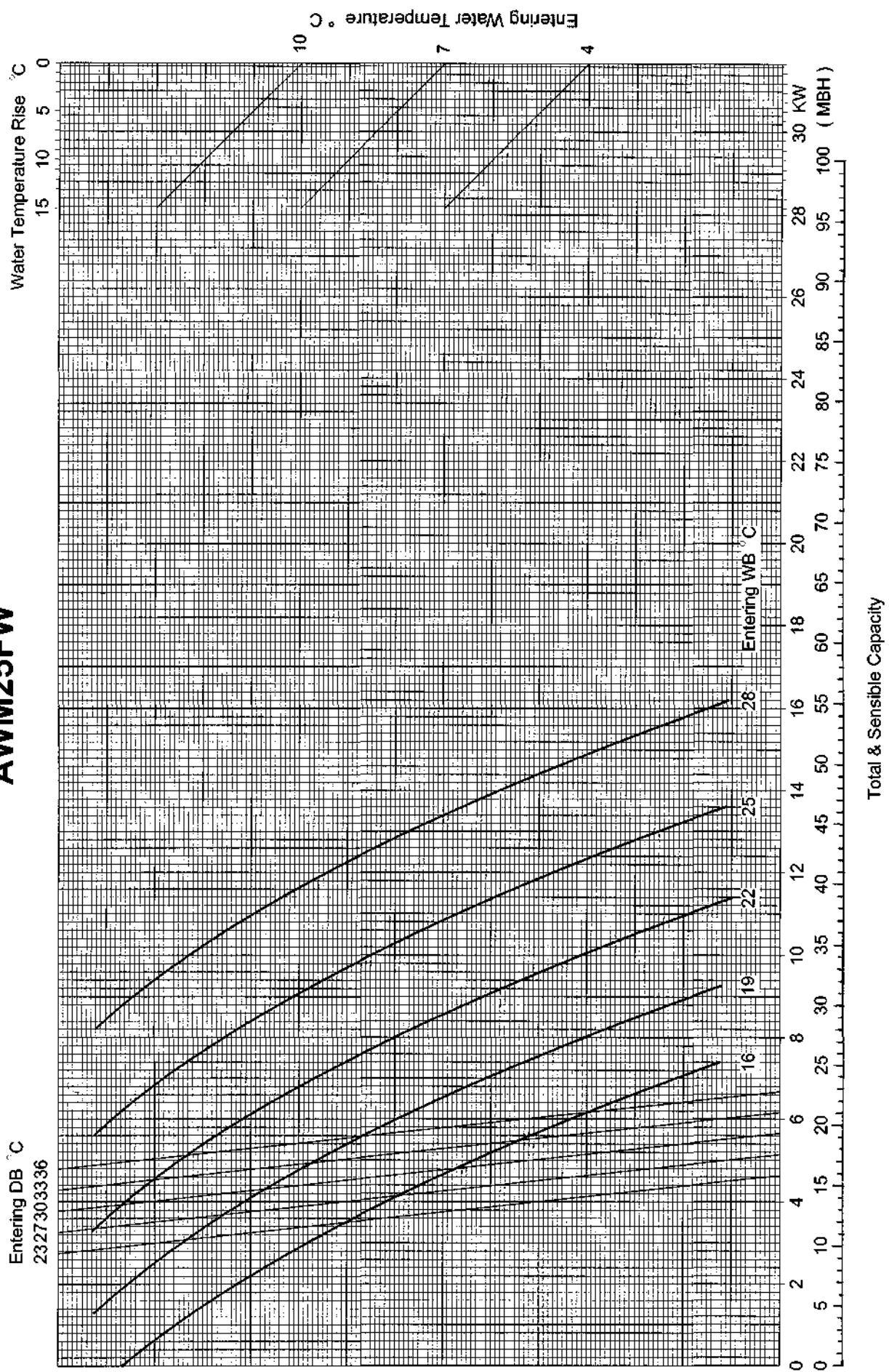
AWM15FW



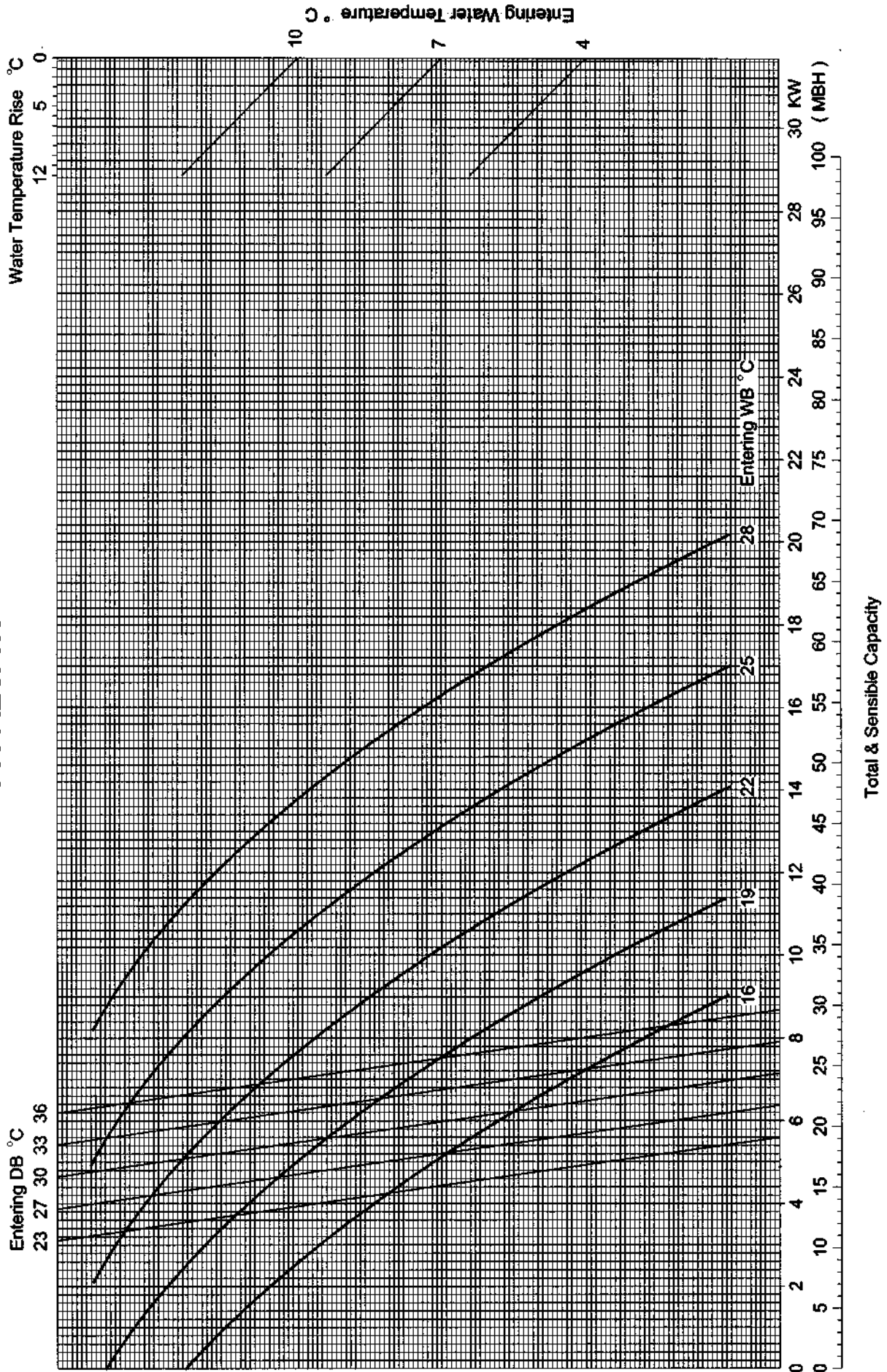
Entering DB °C
2327303336



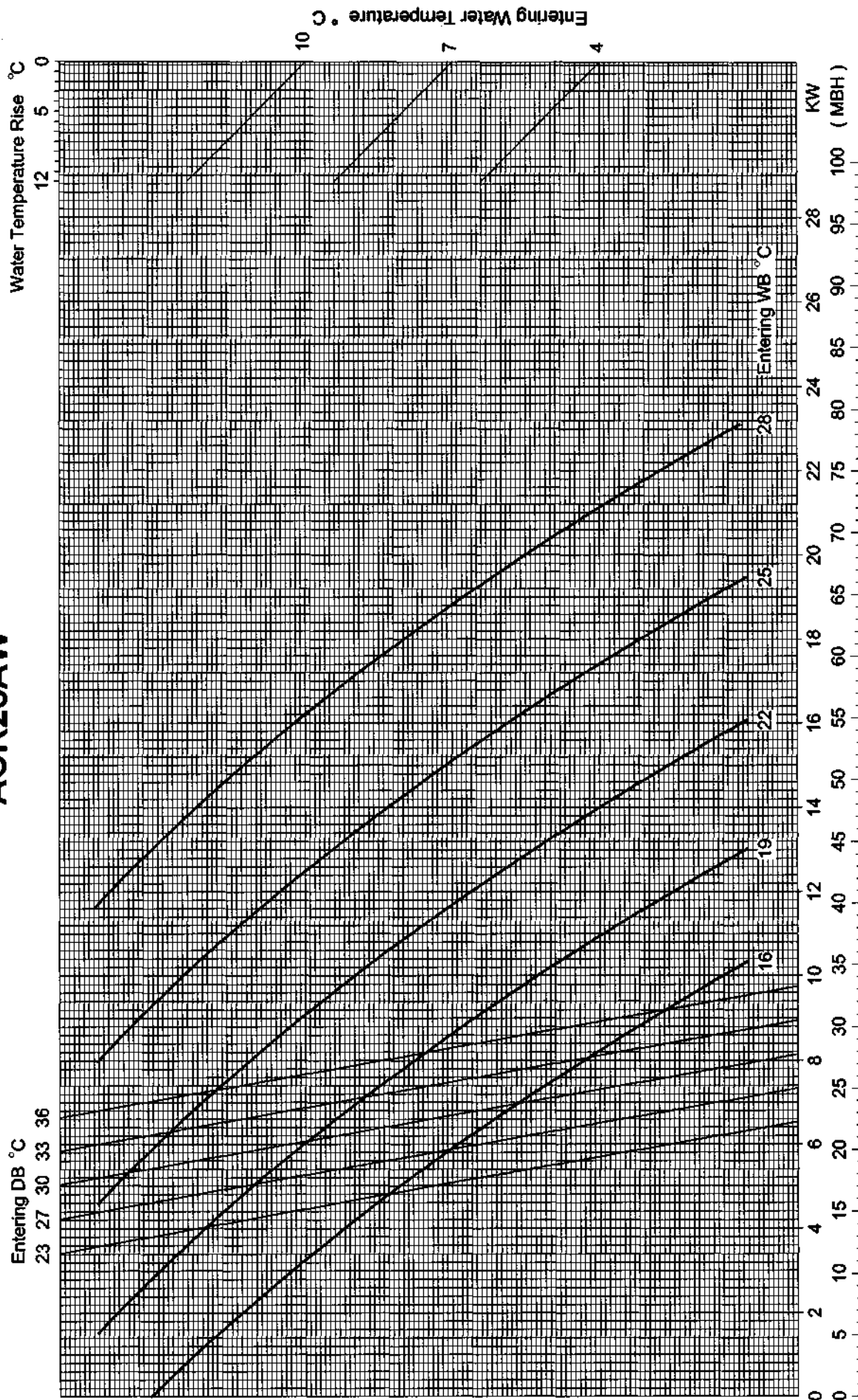
Entering DB °C
2327303336



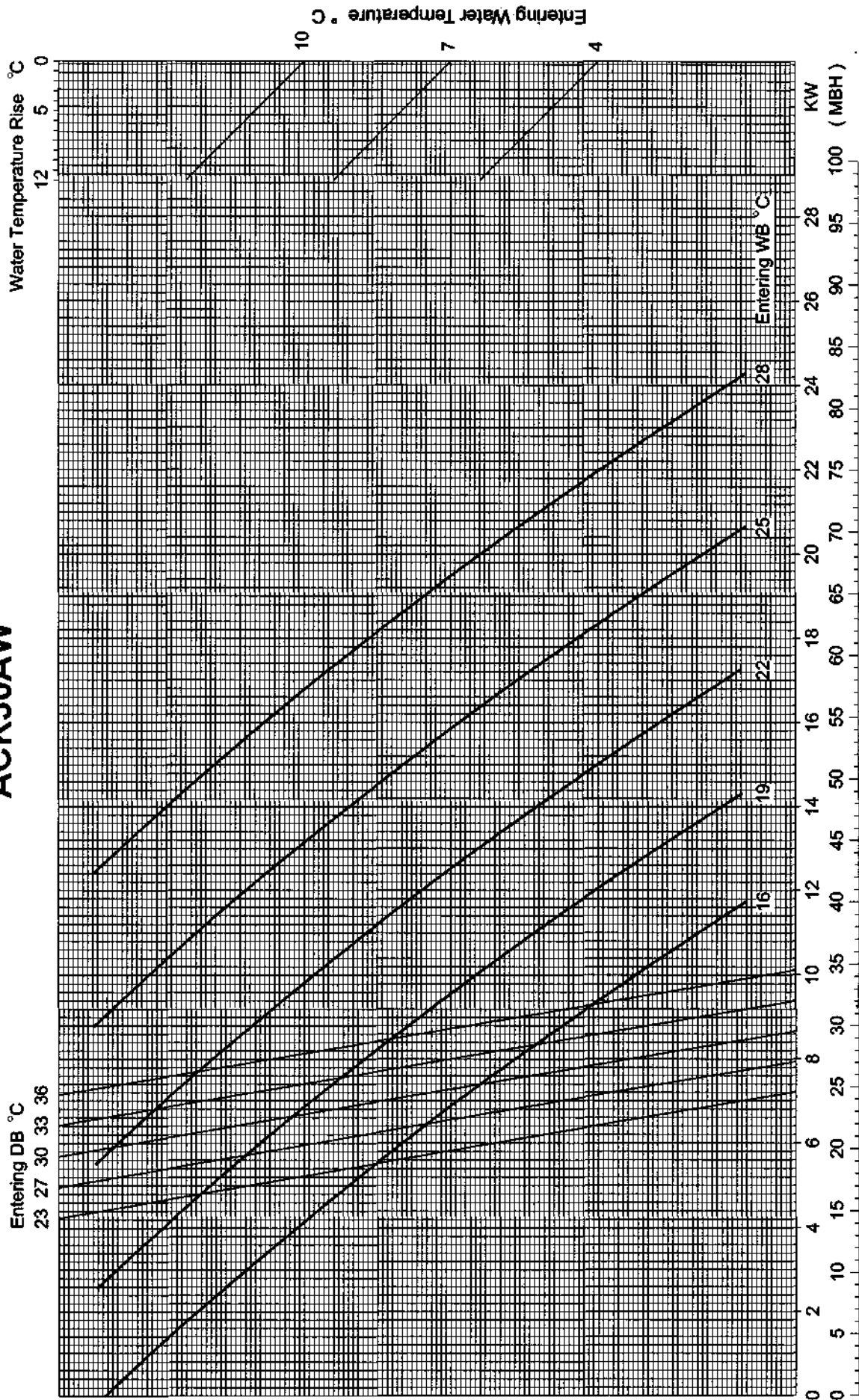
ACK20AW



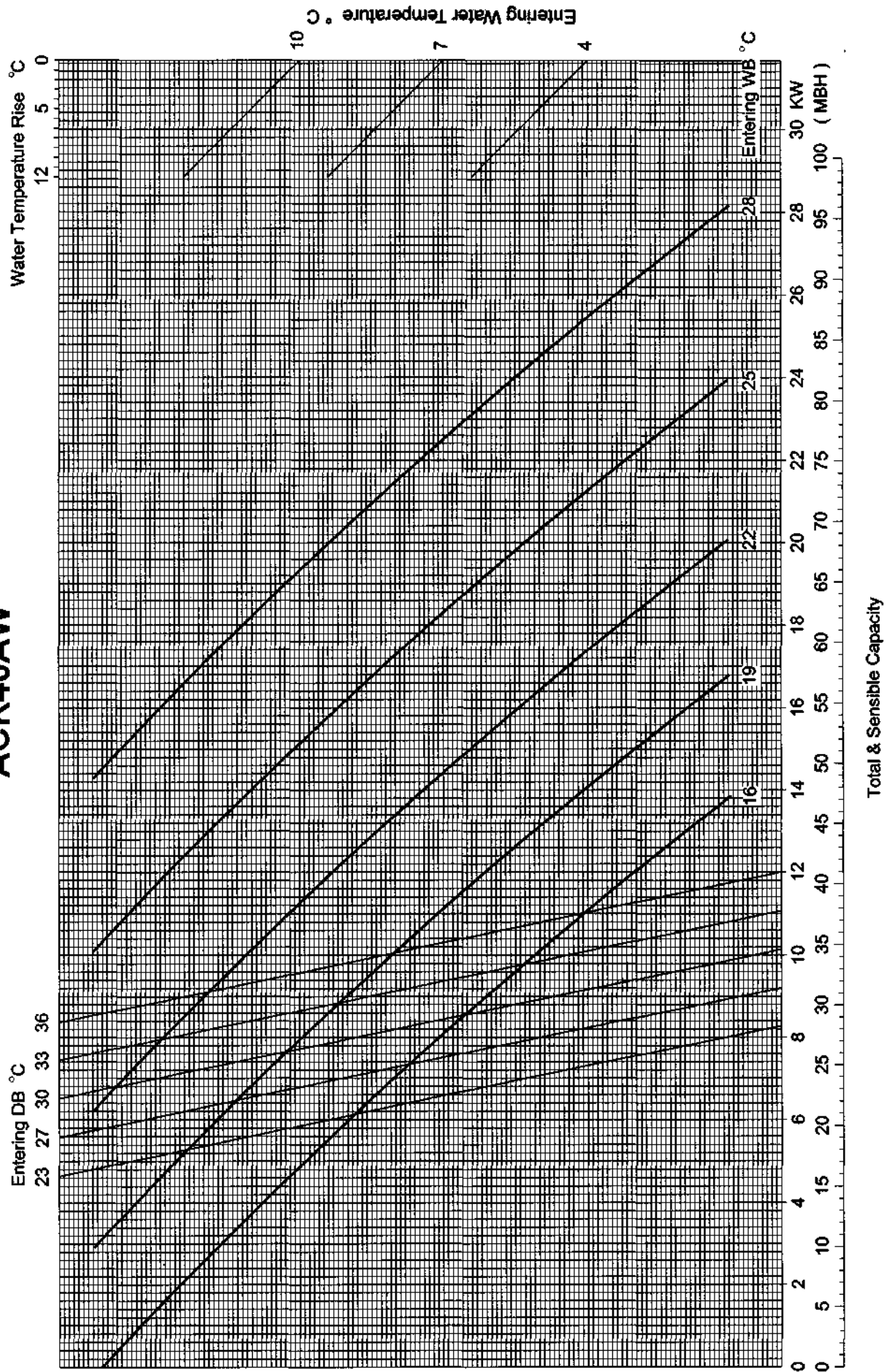
ACK25AW



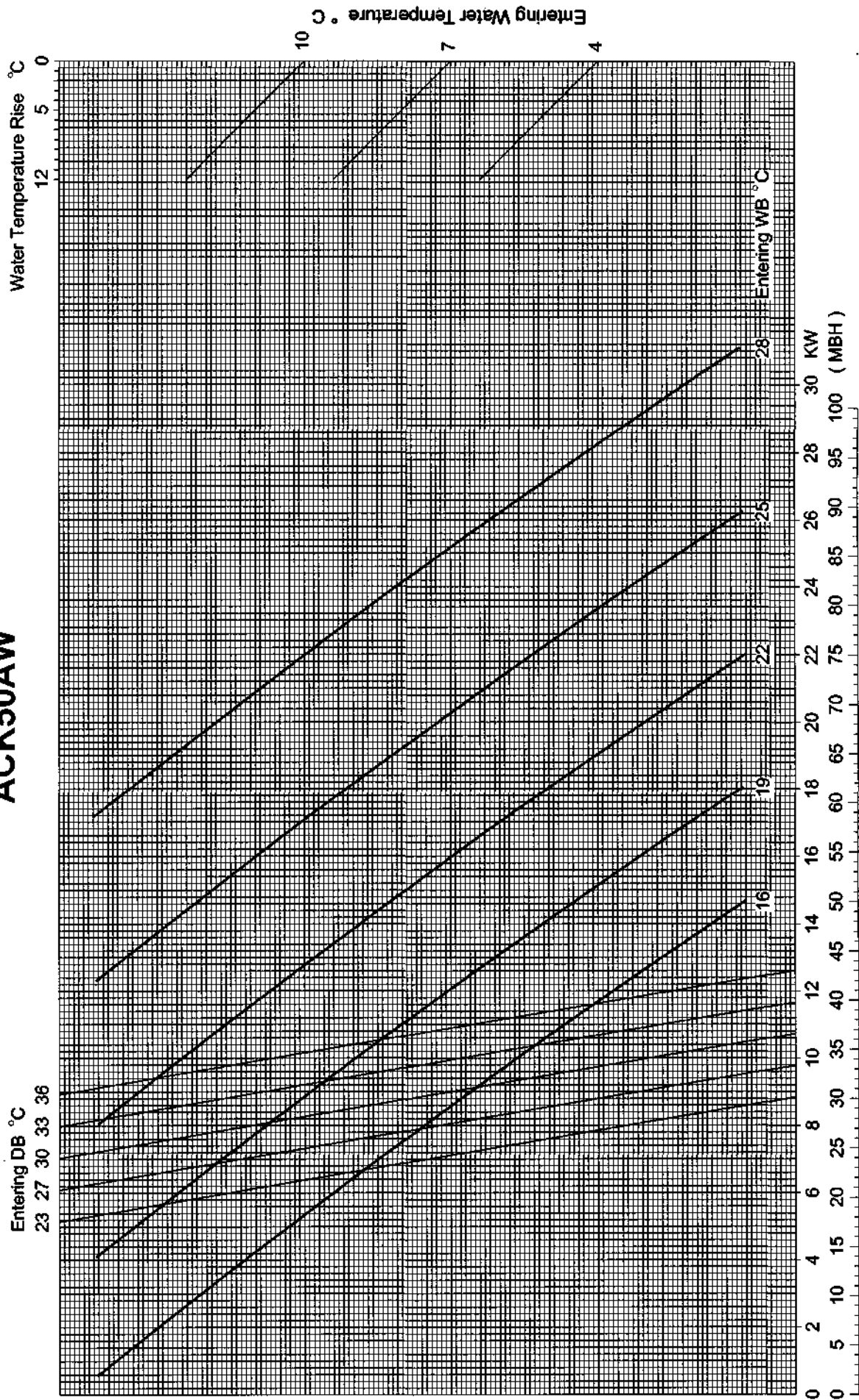
ACK30AW



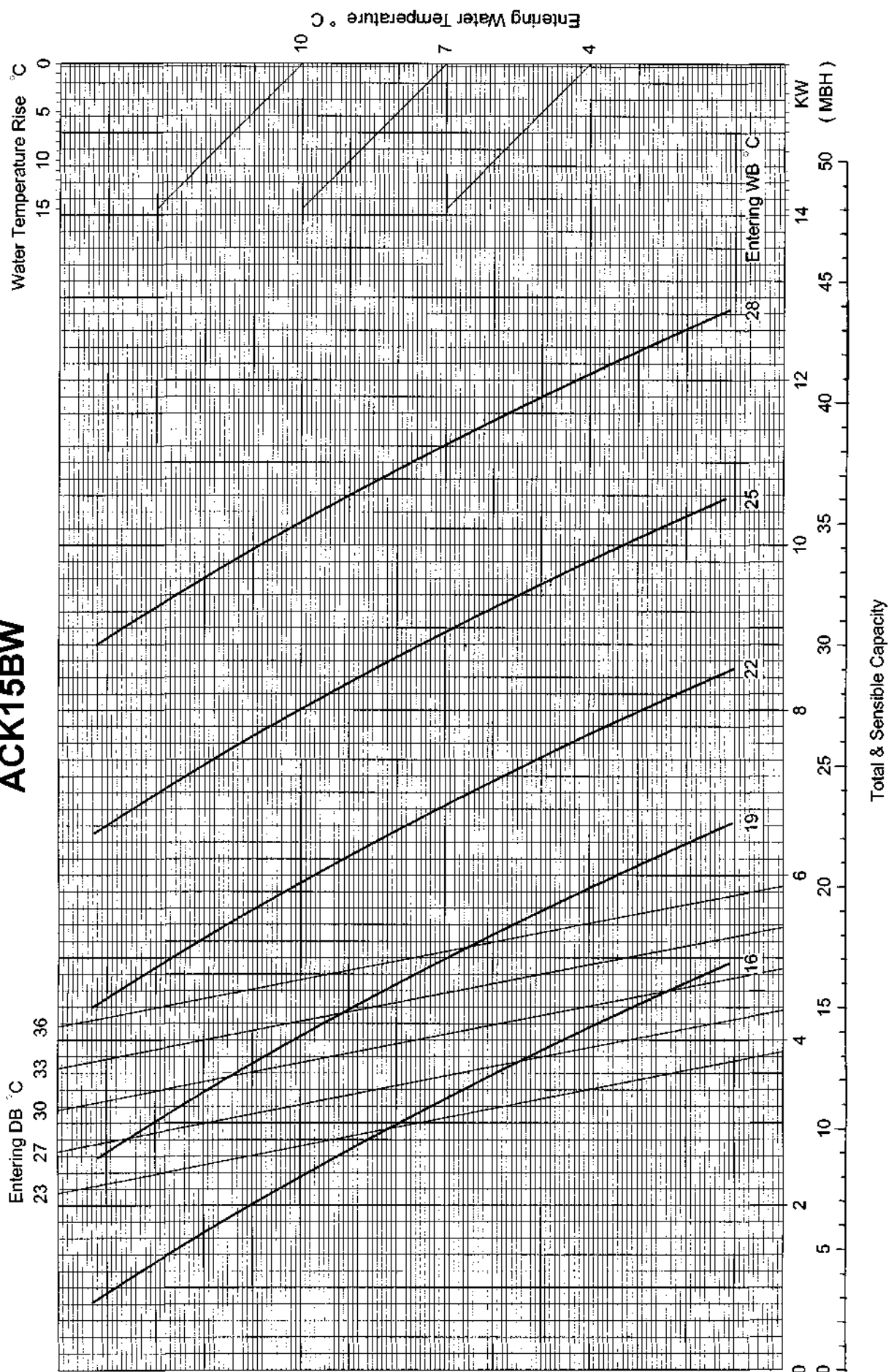
ACK40AW



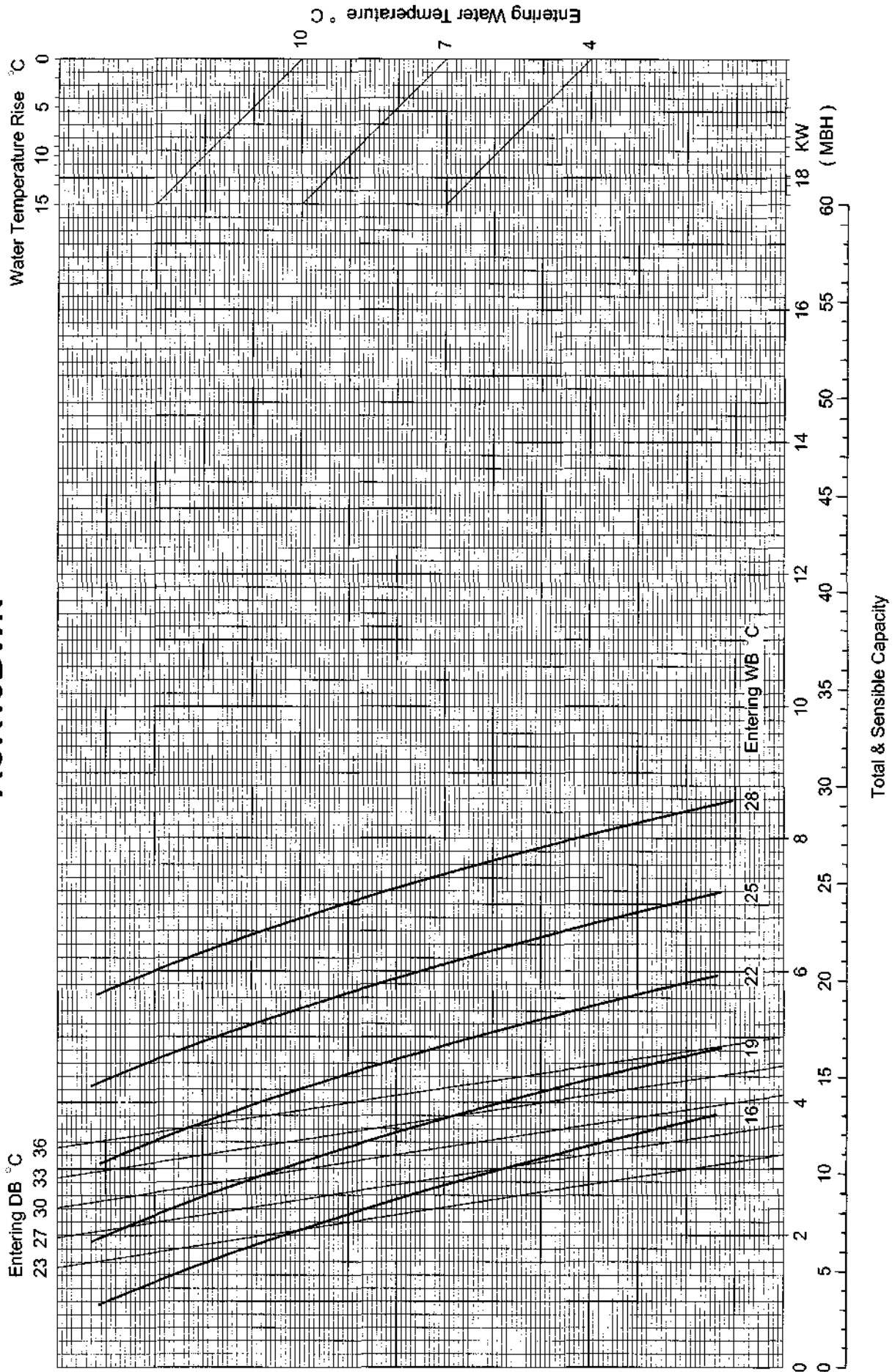
ACK50AW



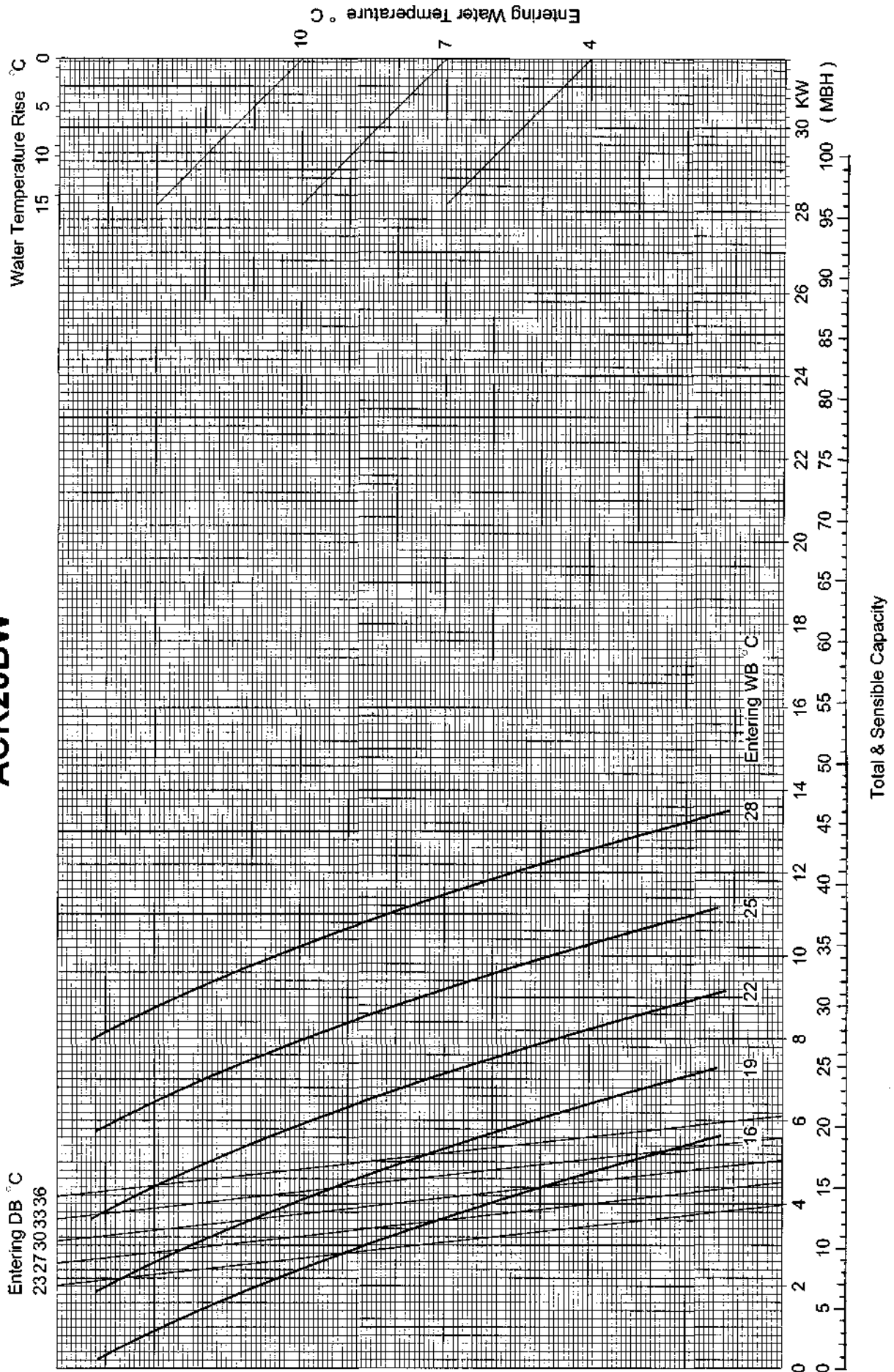
ACK15BW



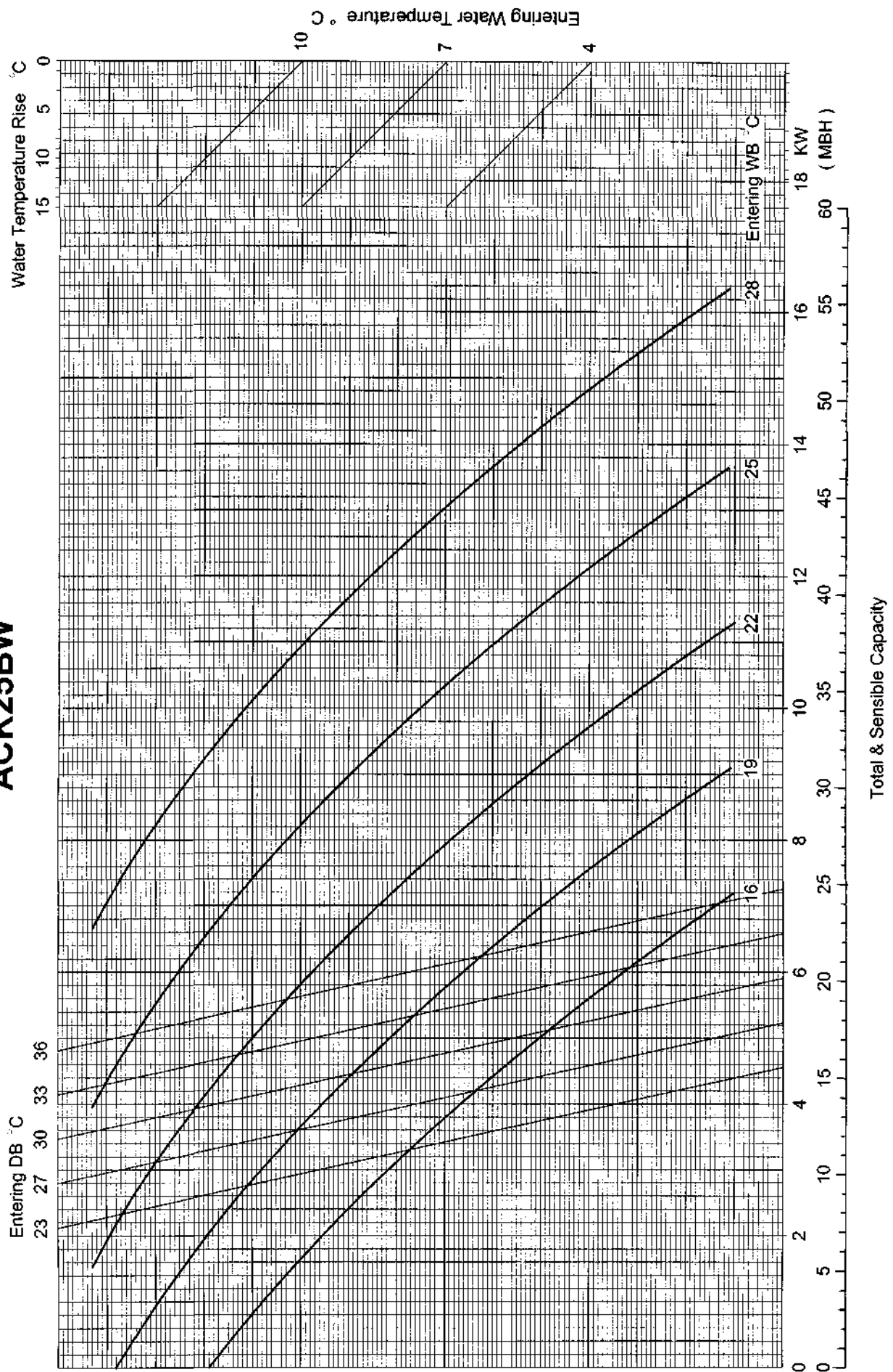
ACK15BWN



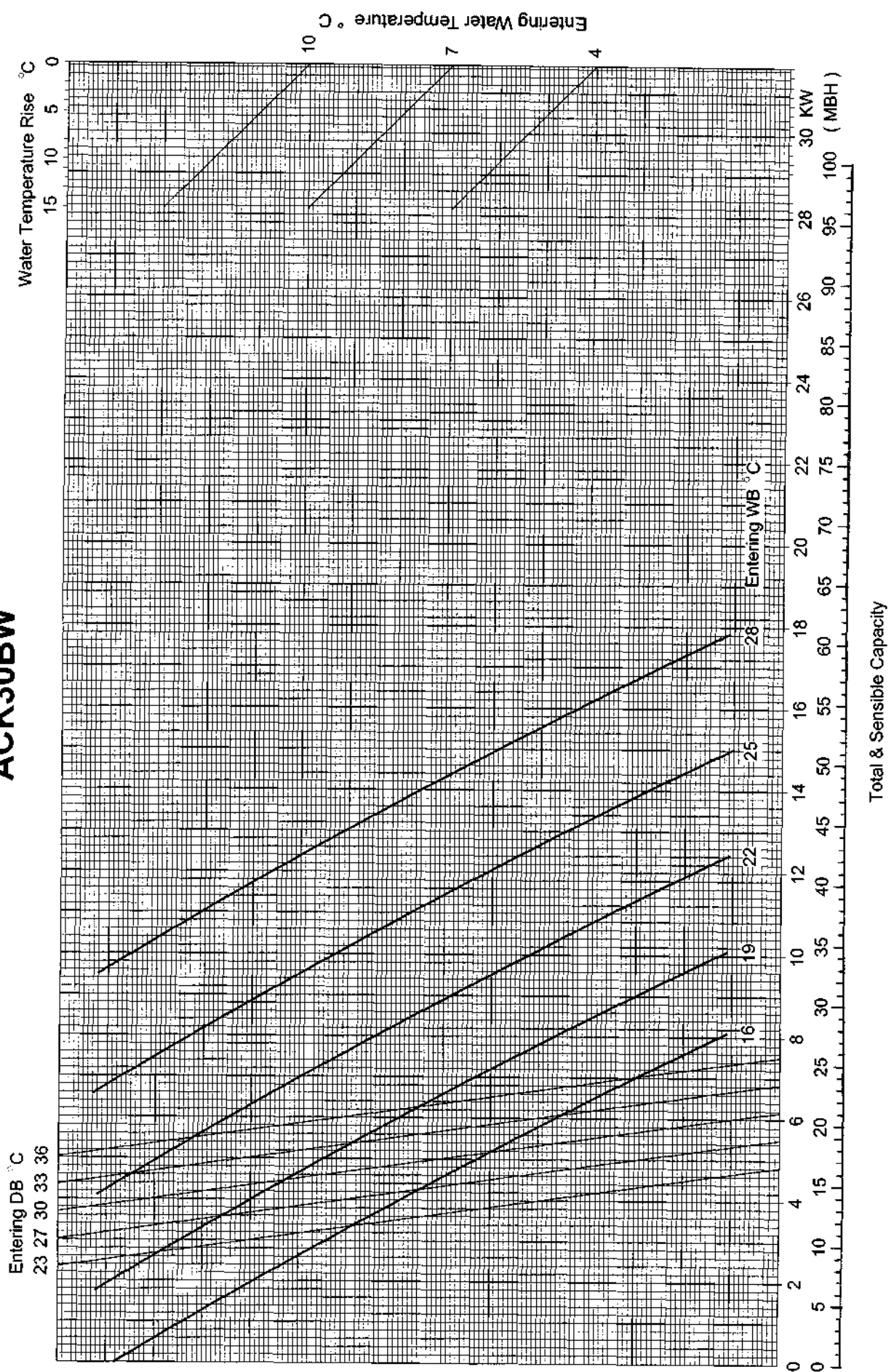
ACK20BW



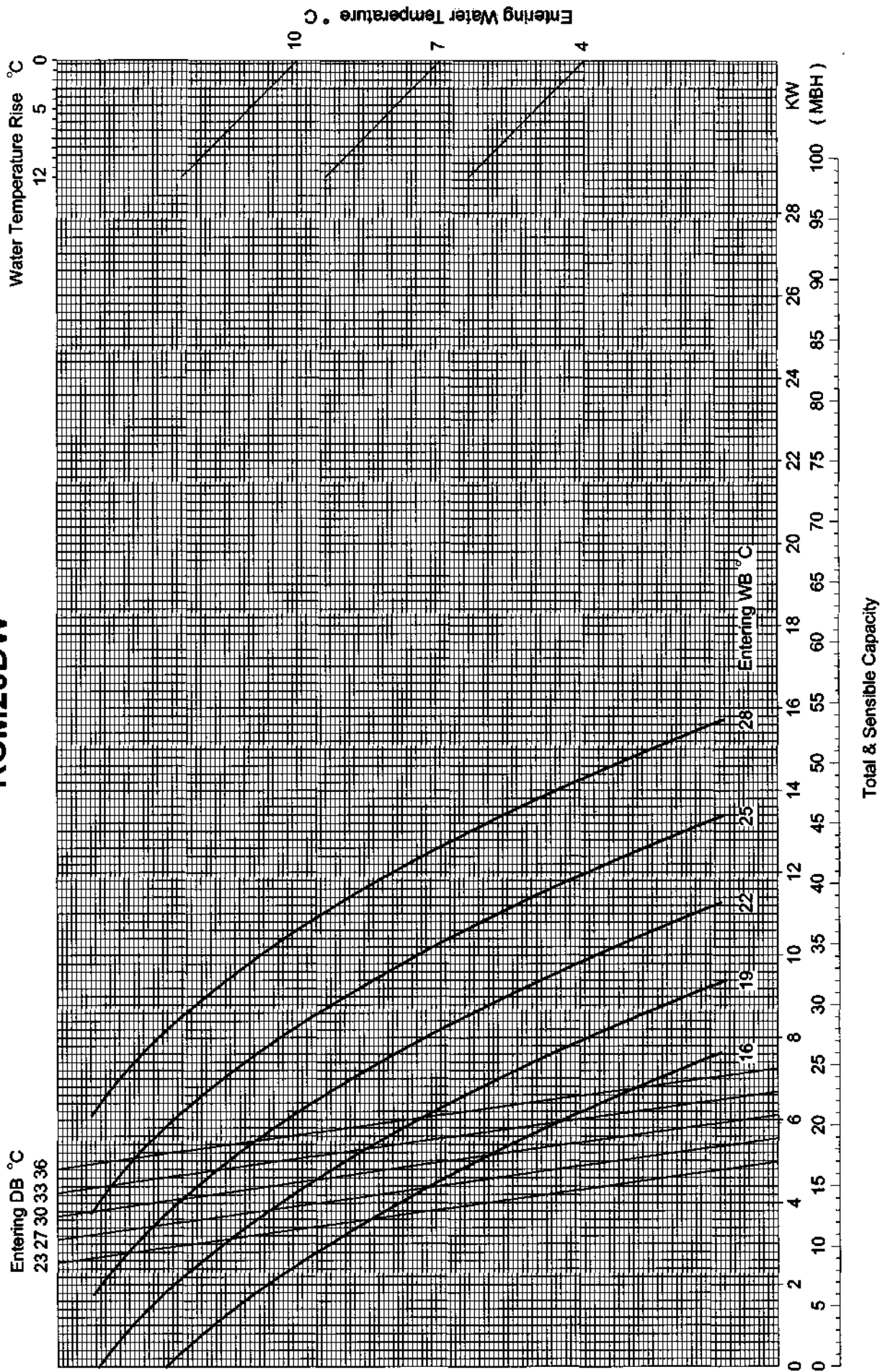
ACK25BW



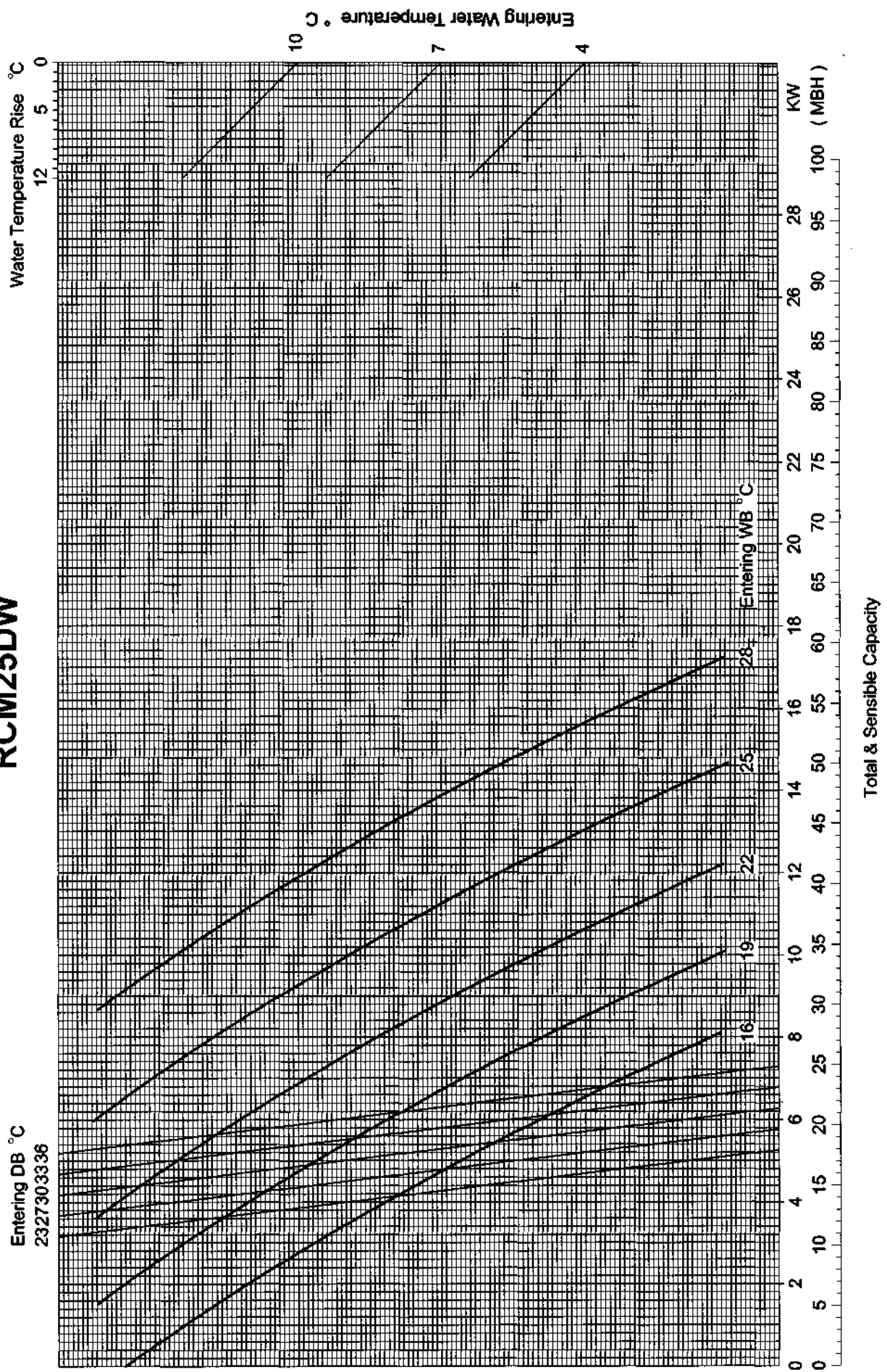
ACK30BW



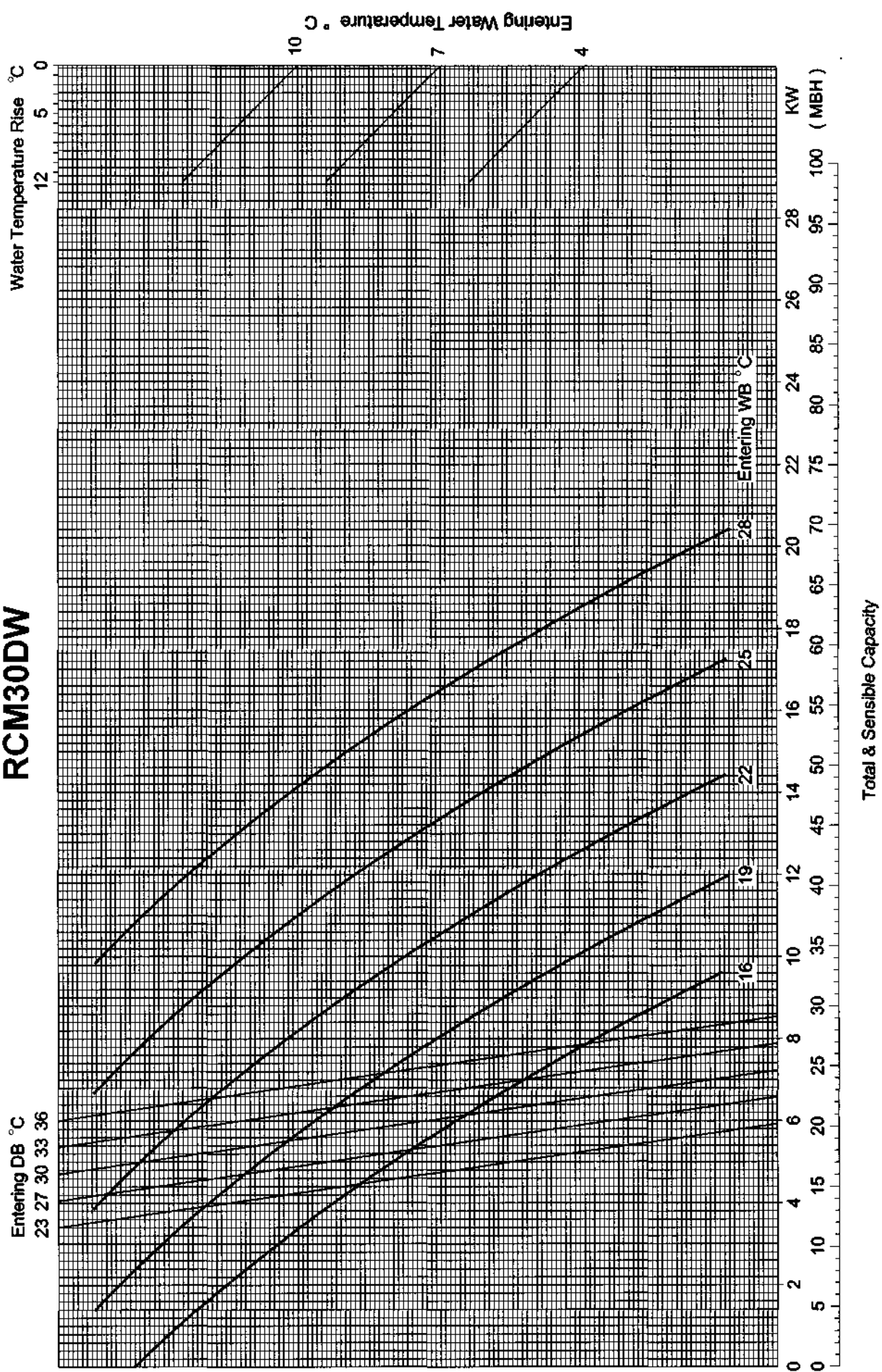
RCM20DW



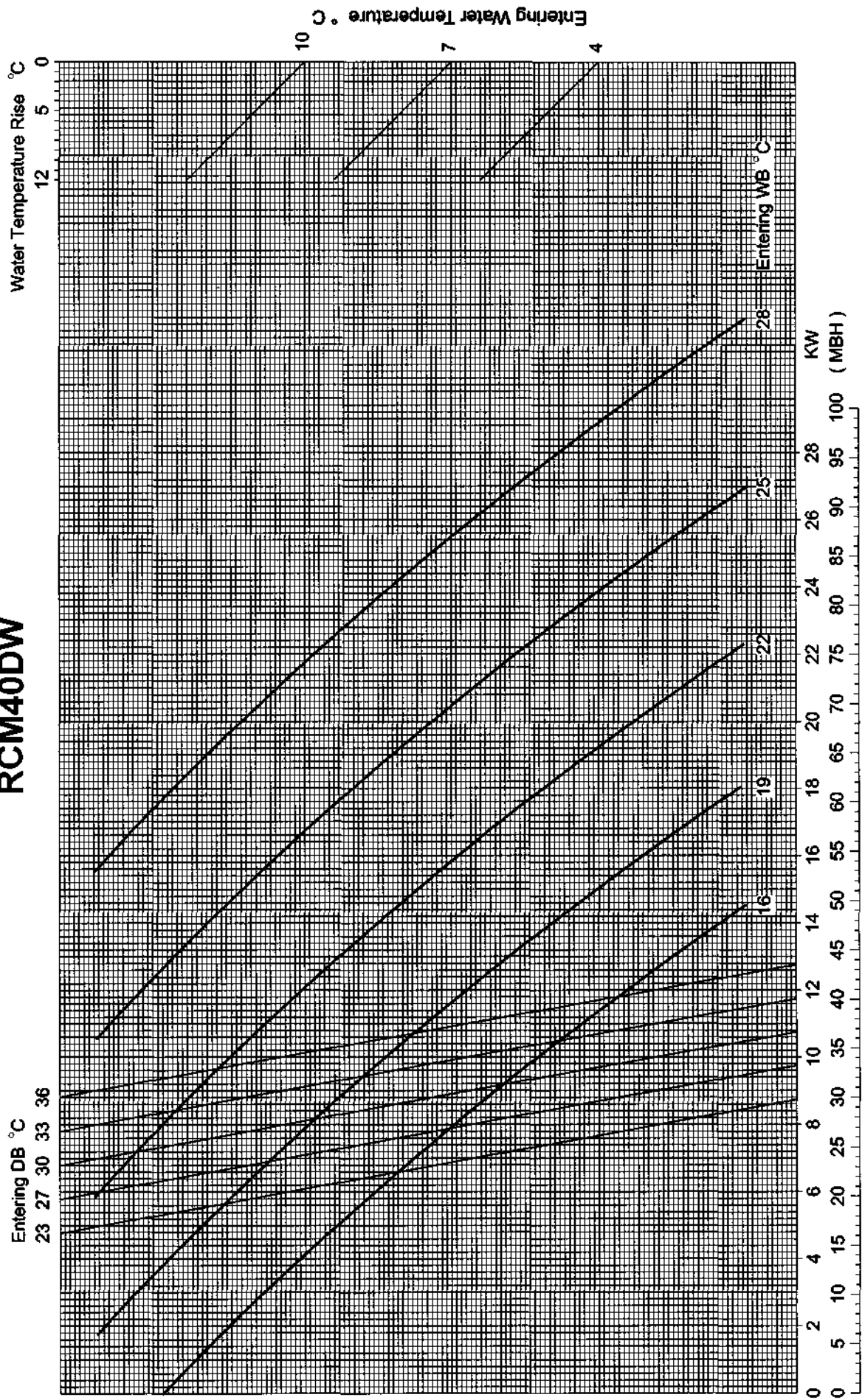
RCM25DW



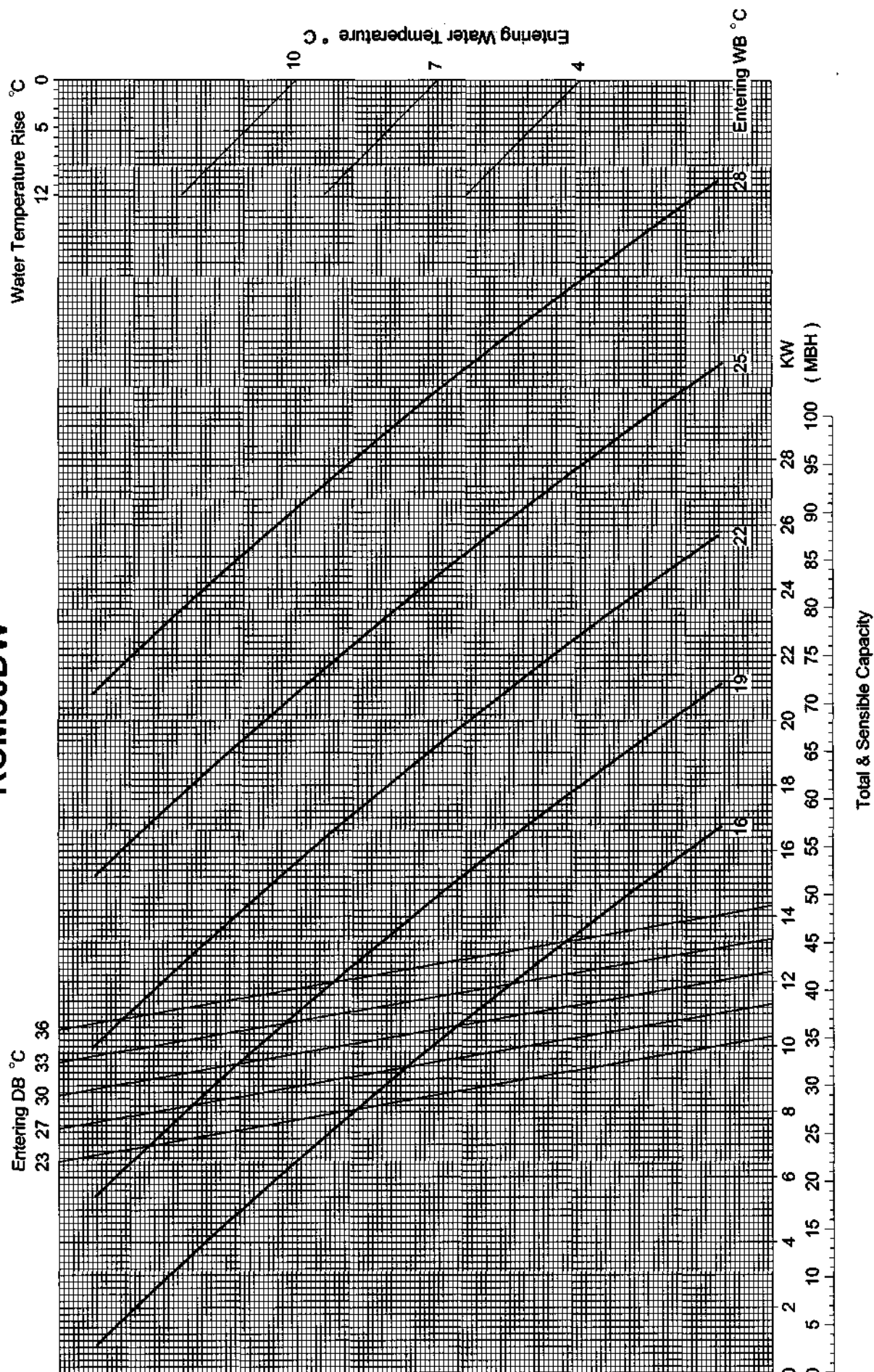
RCM30DW



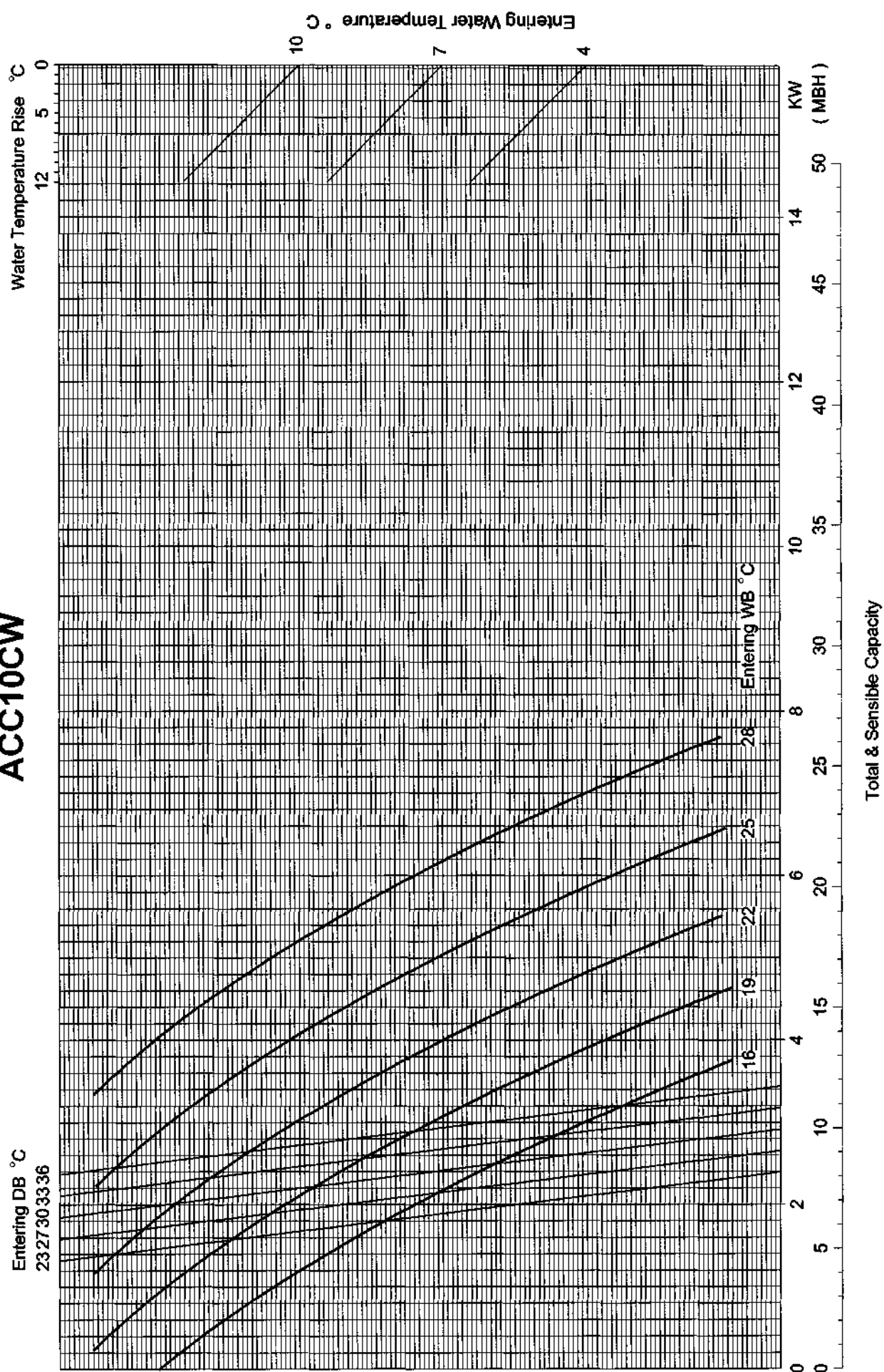
RCM40DW



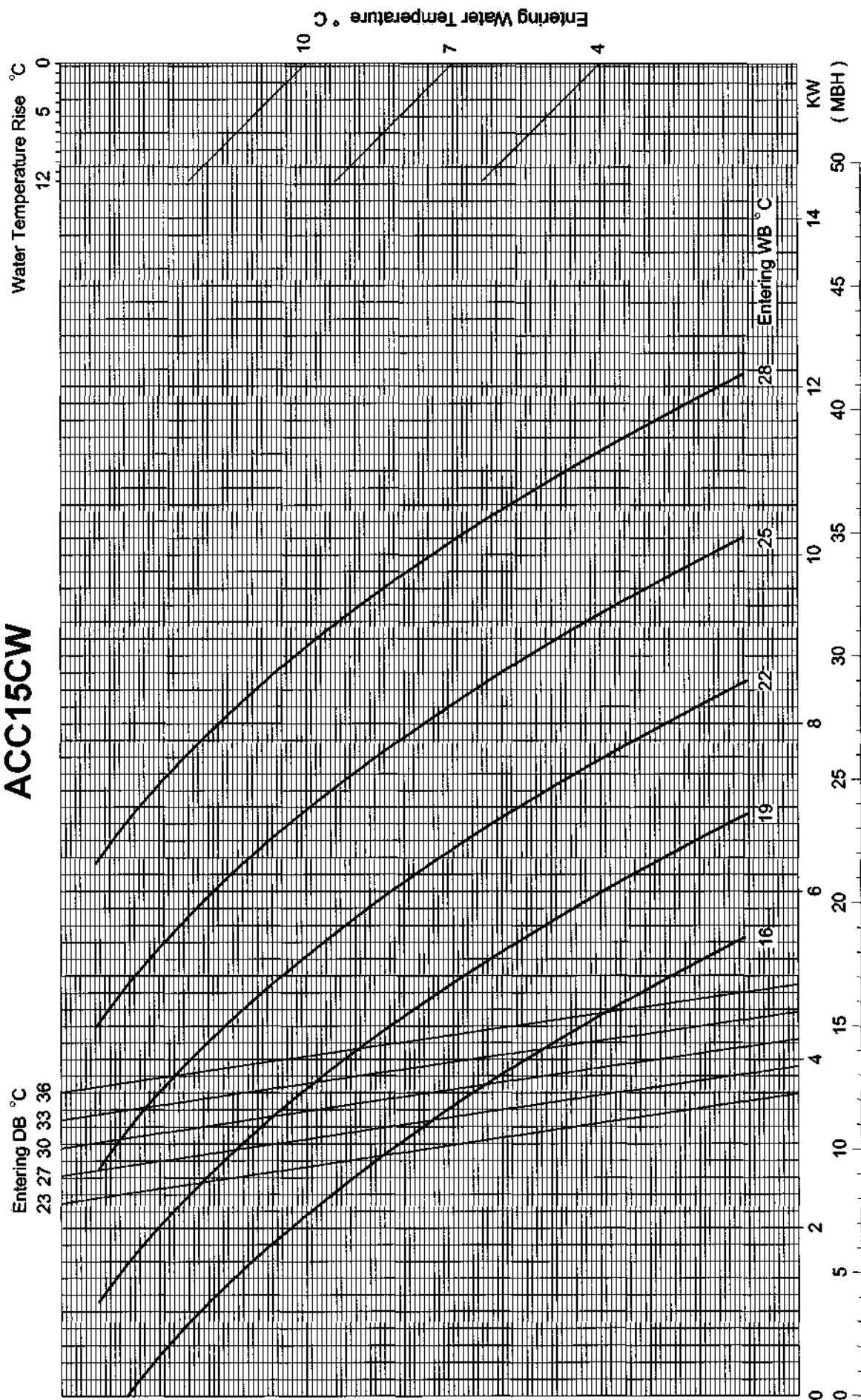
RCM50DW



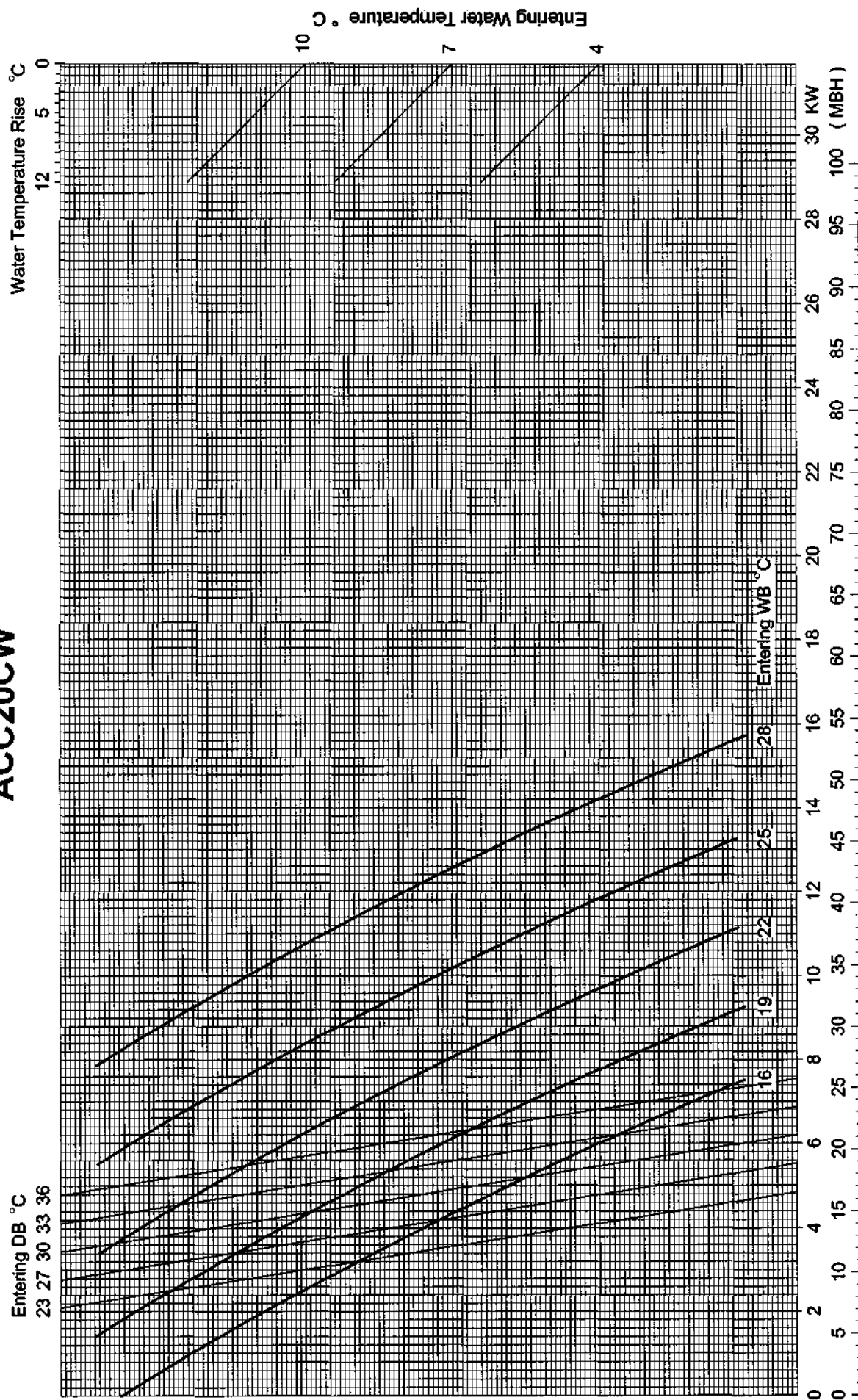
ACC10CW



ACC15CW

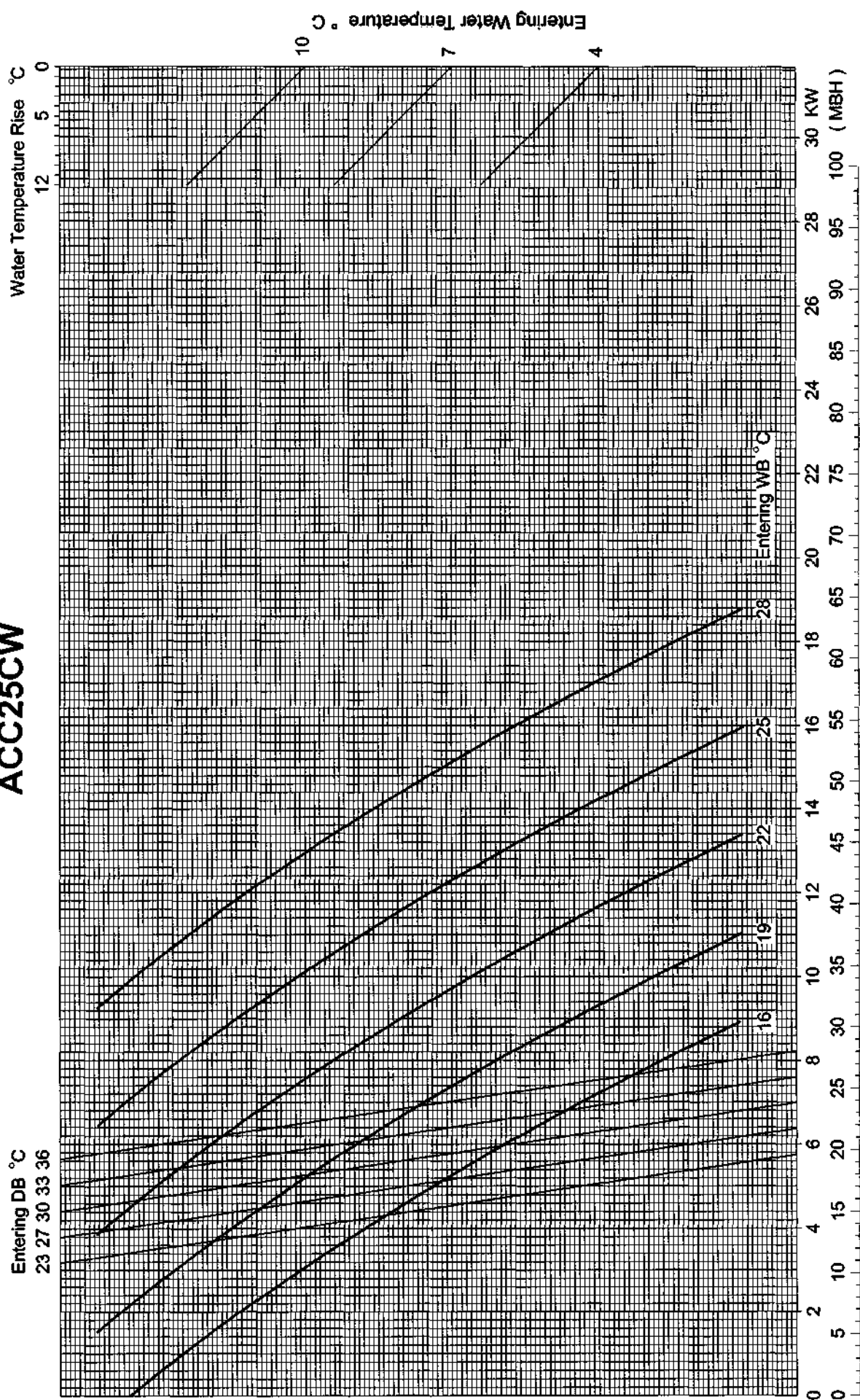


ACC20CW

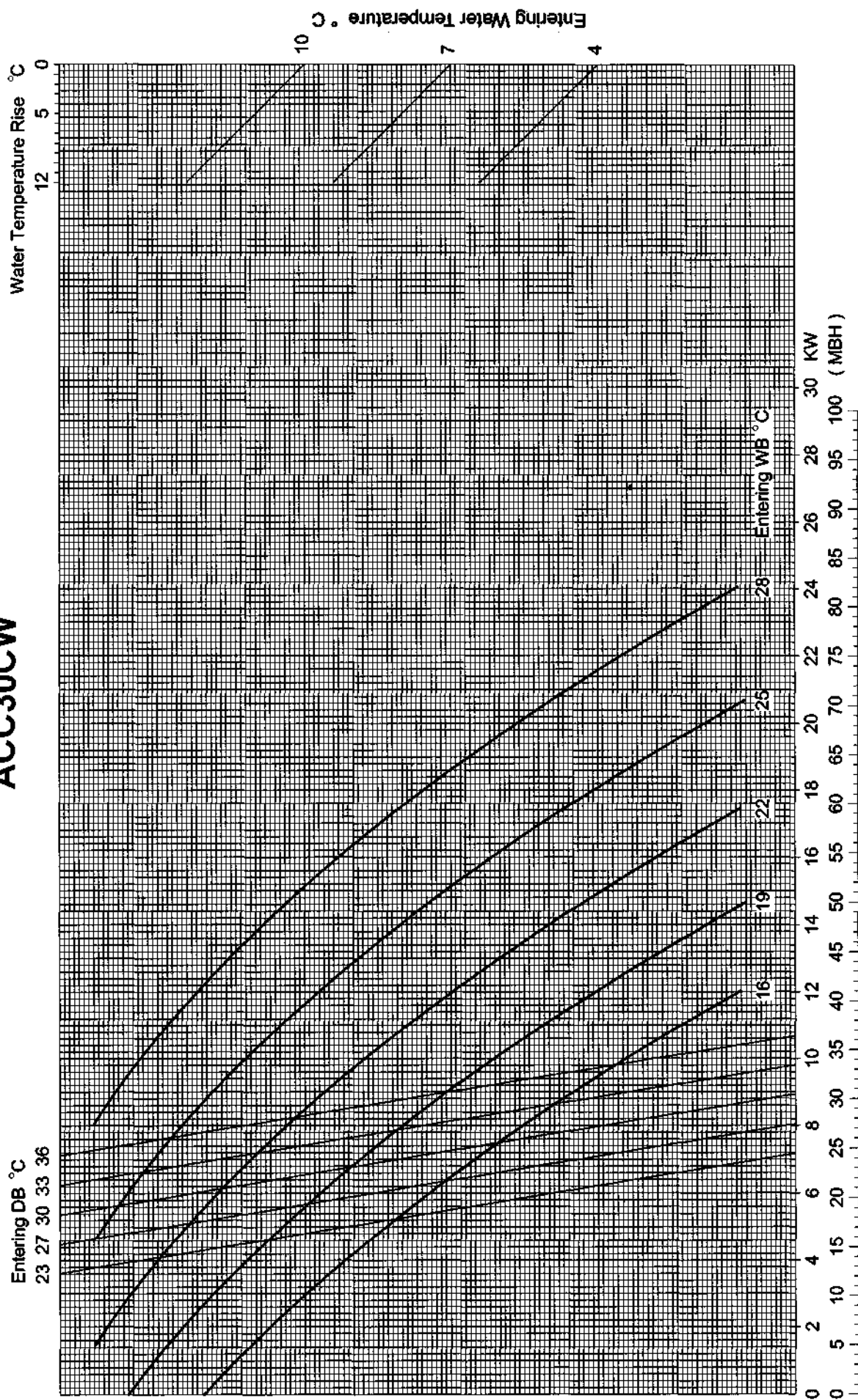


Total & Sensible Capacity

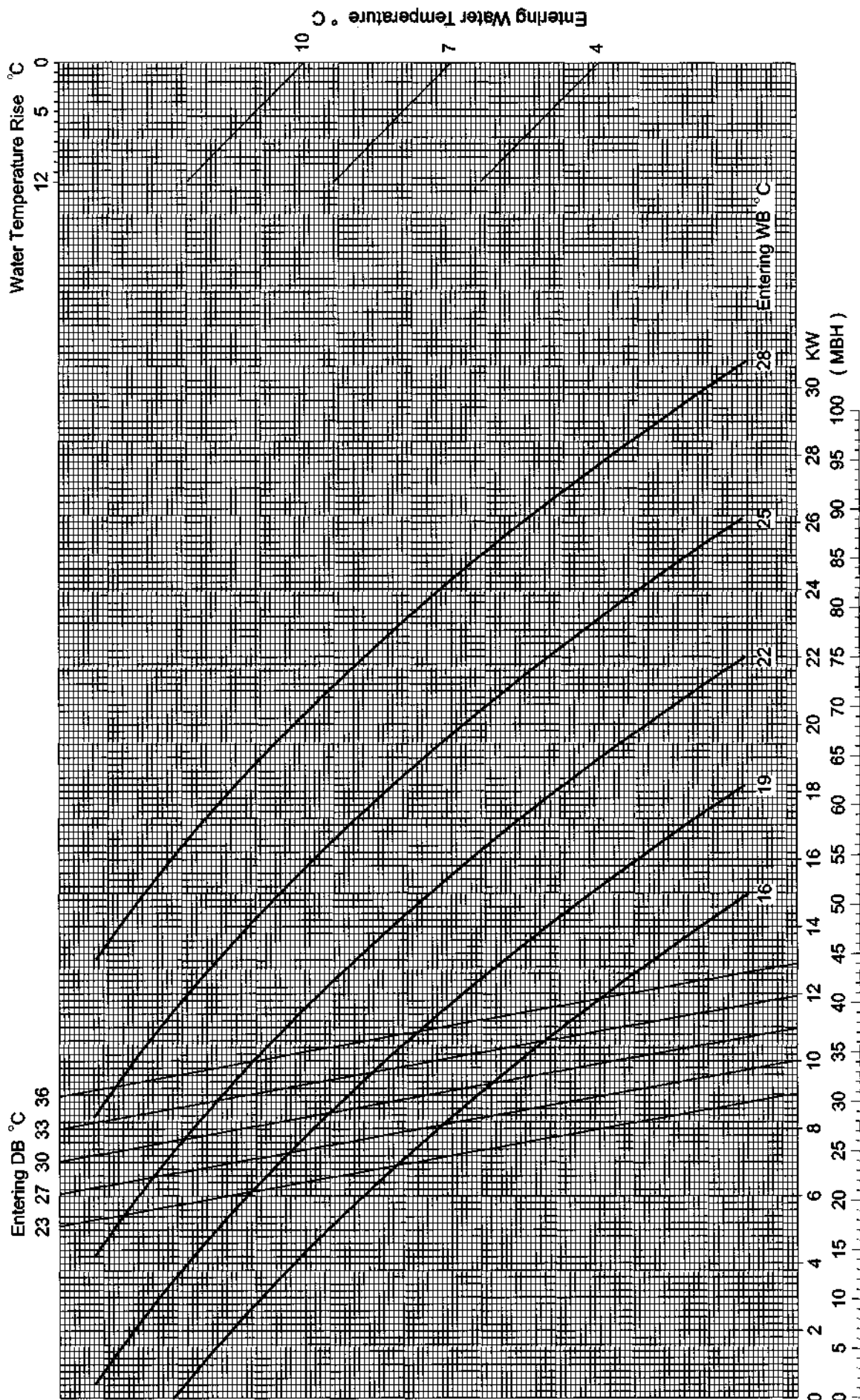
ACC25CW



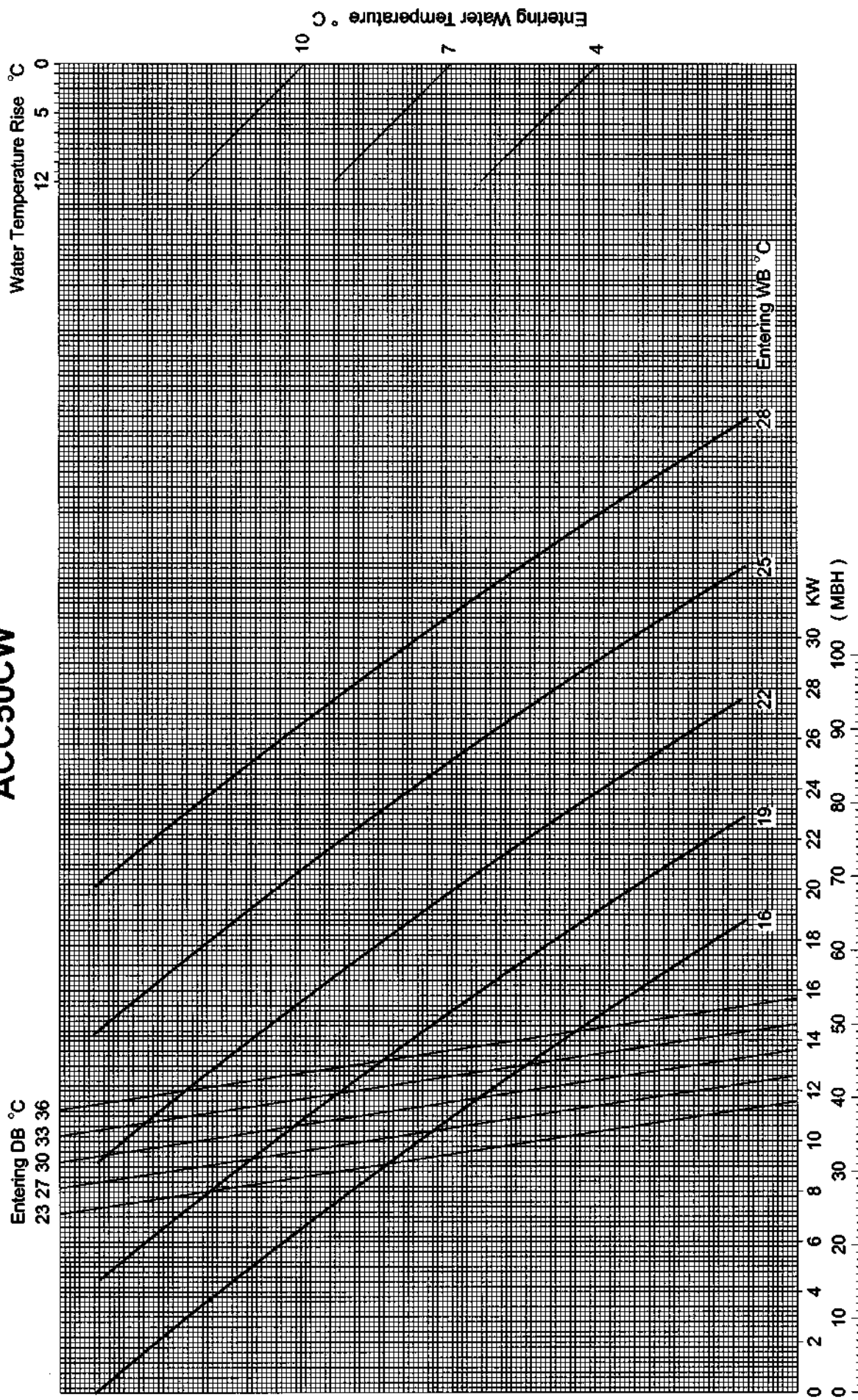
ACC30CW



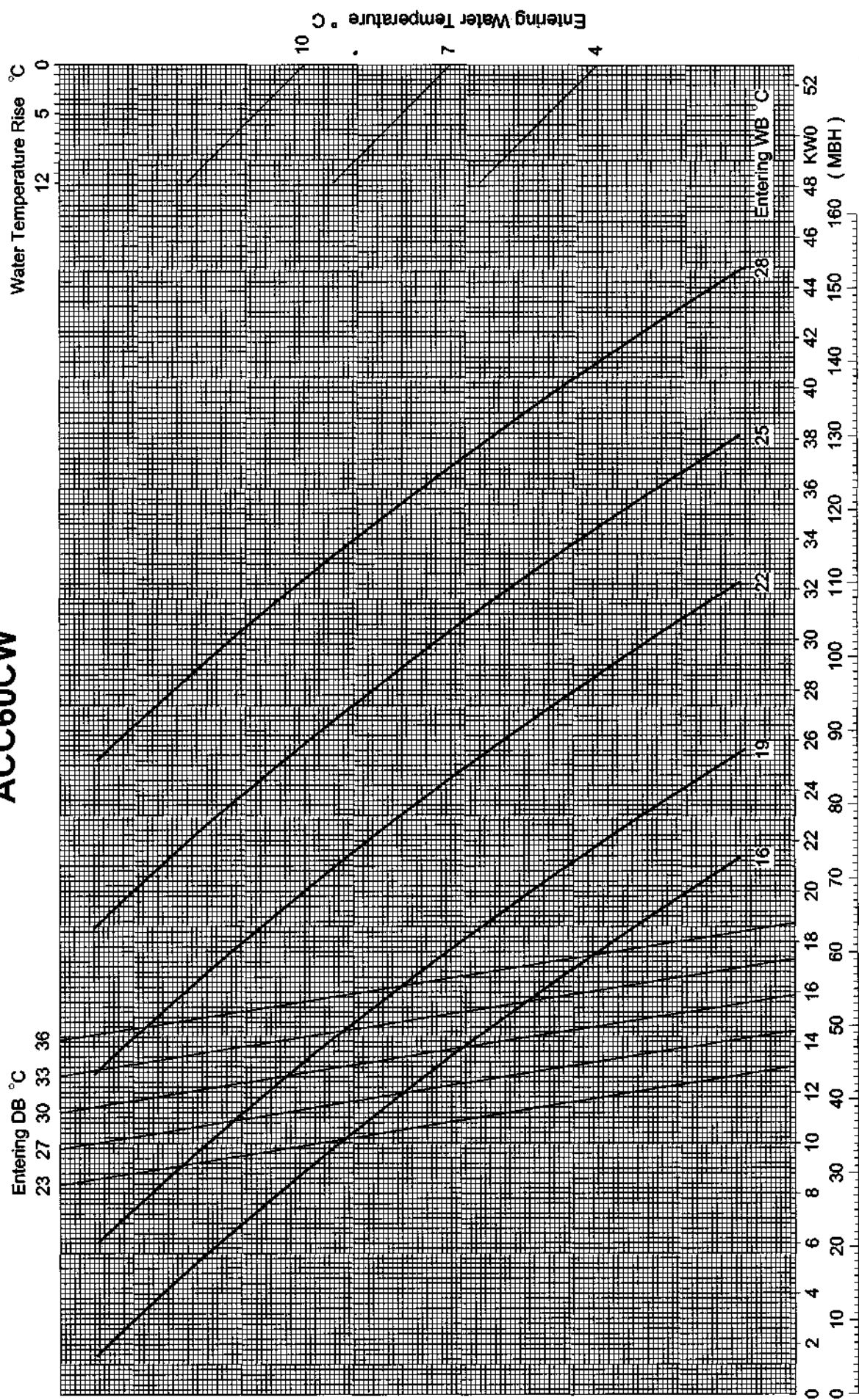
ACC40CW



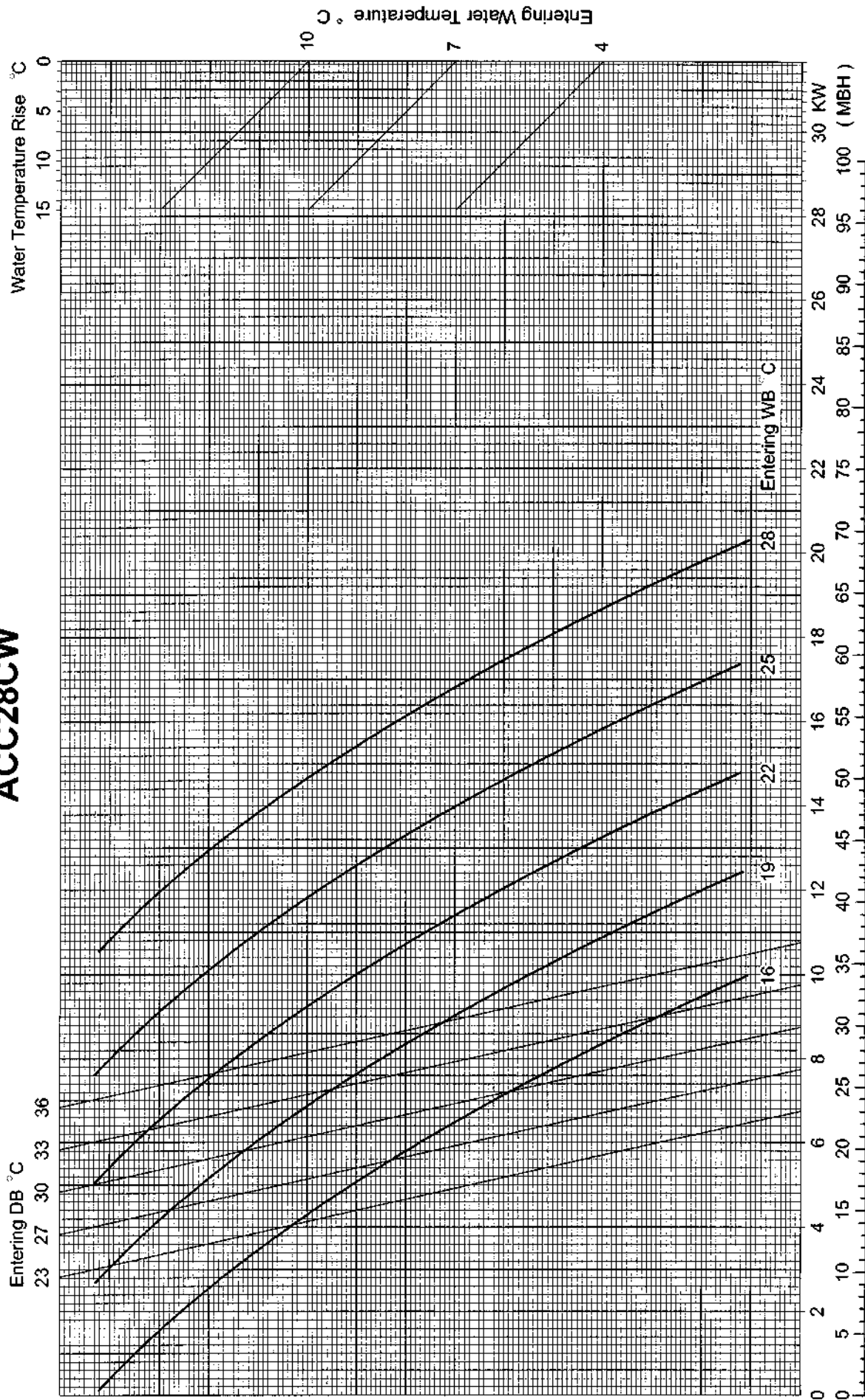
ACC50CW



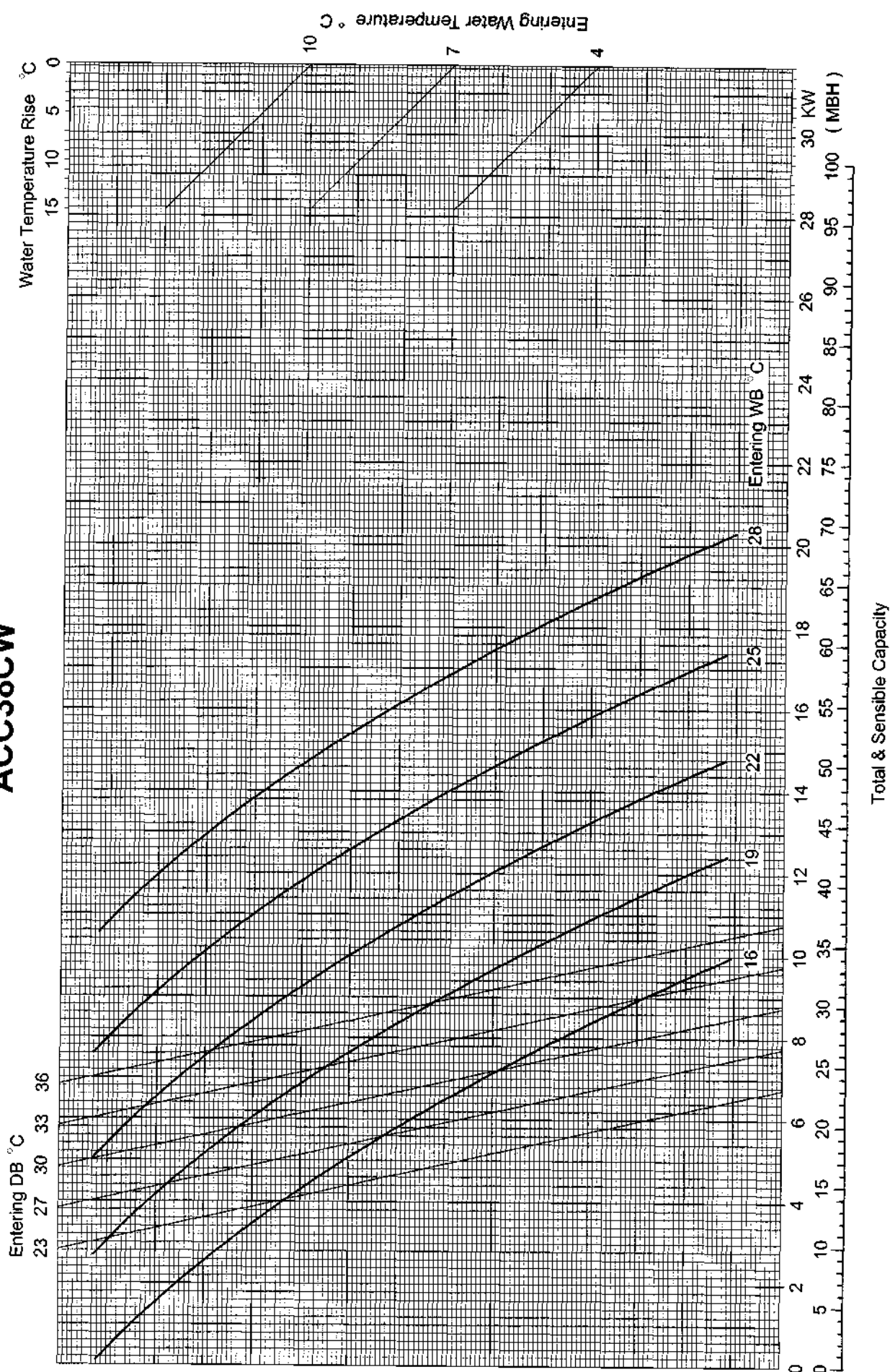
ACC60CW



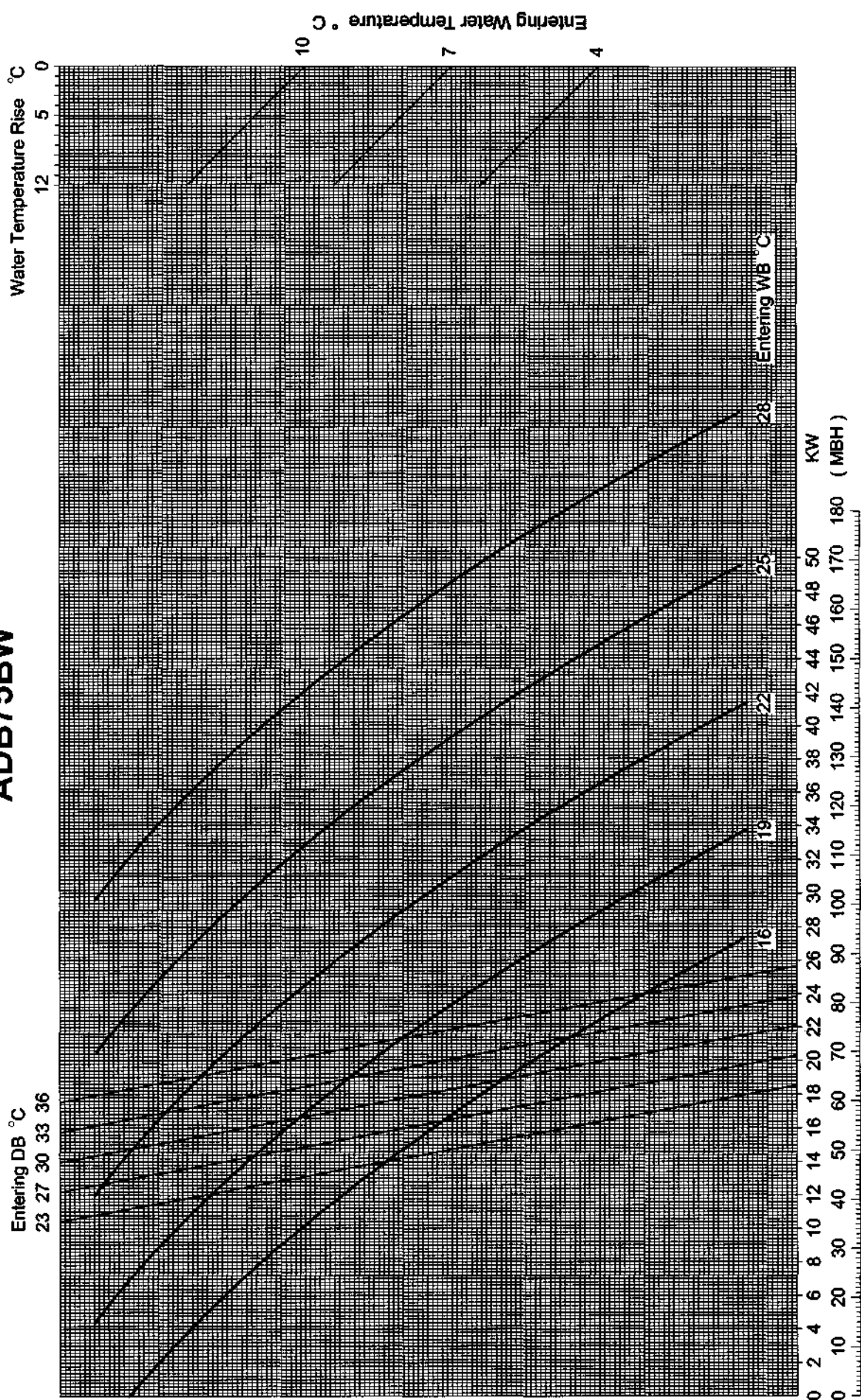
ACC28CW



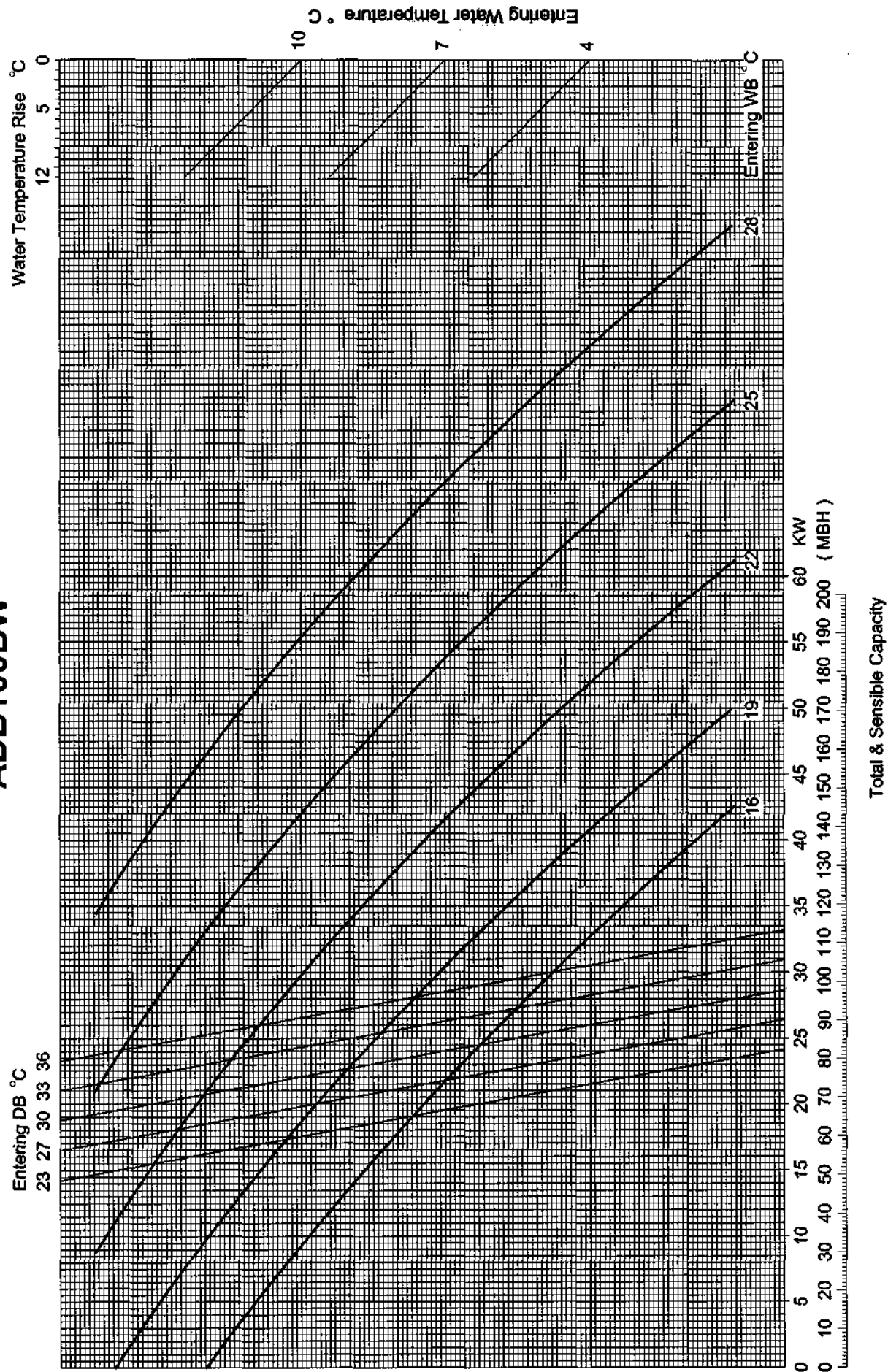
ACC38CW



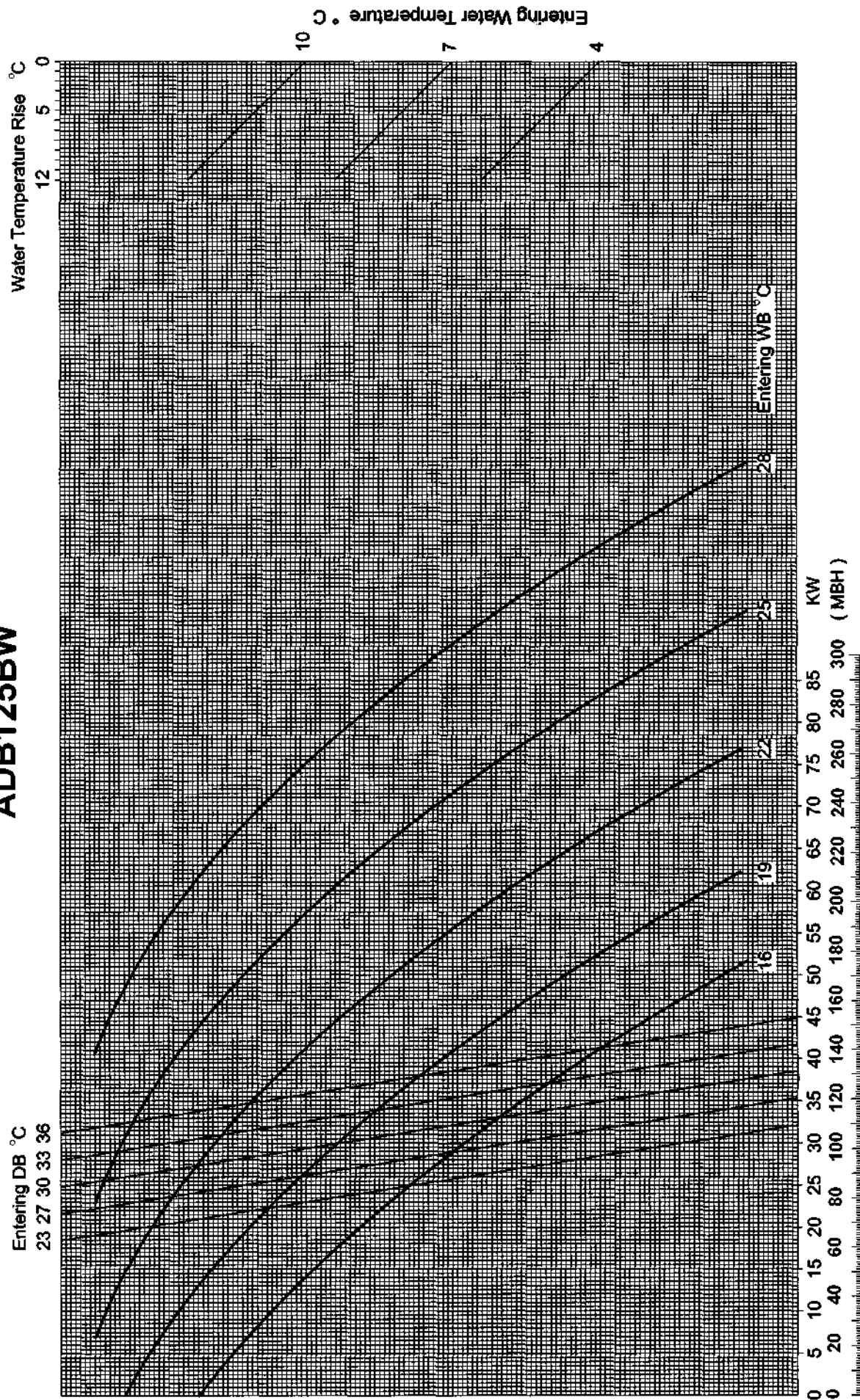
ADB75BW



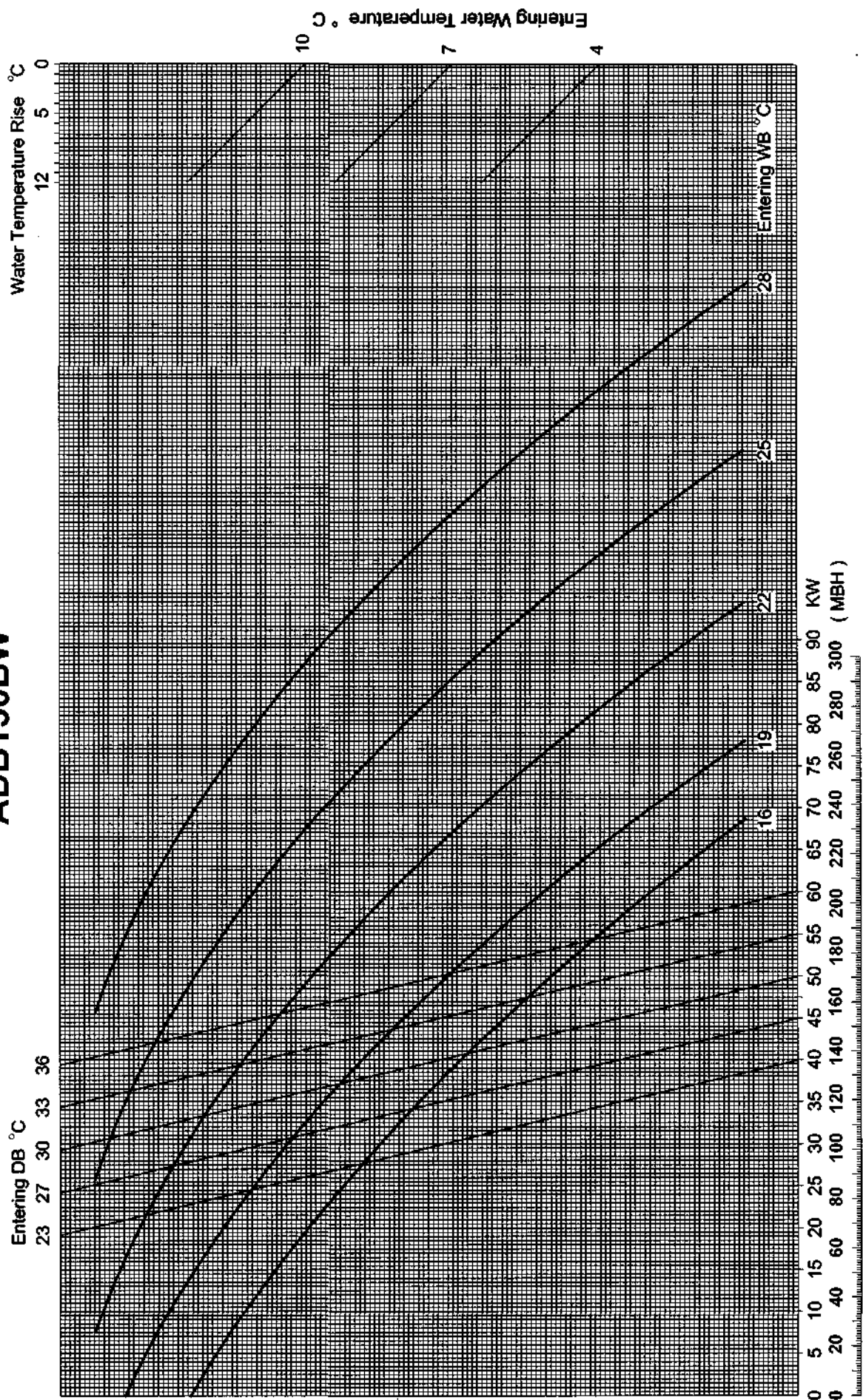
ADB100BW



ADB125BW



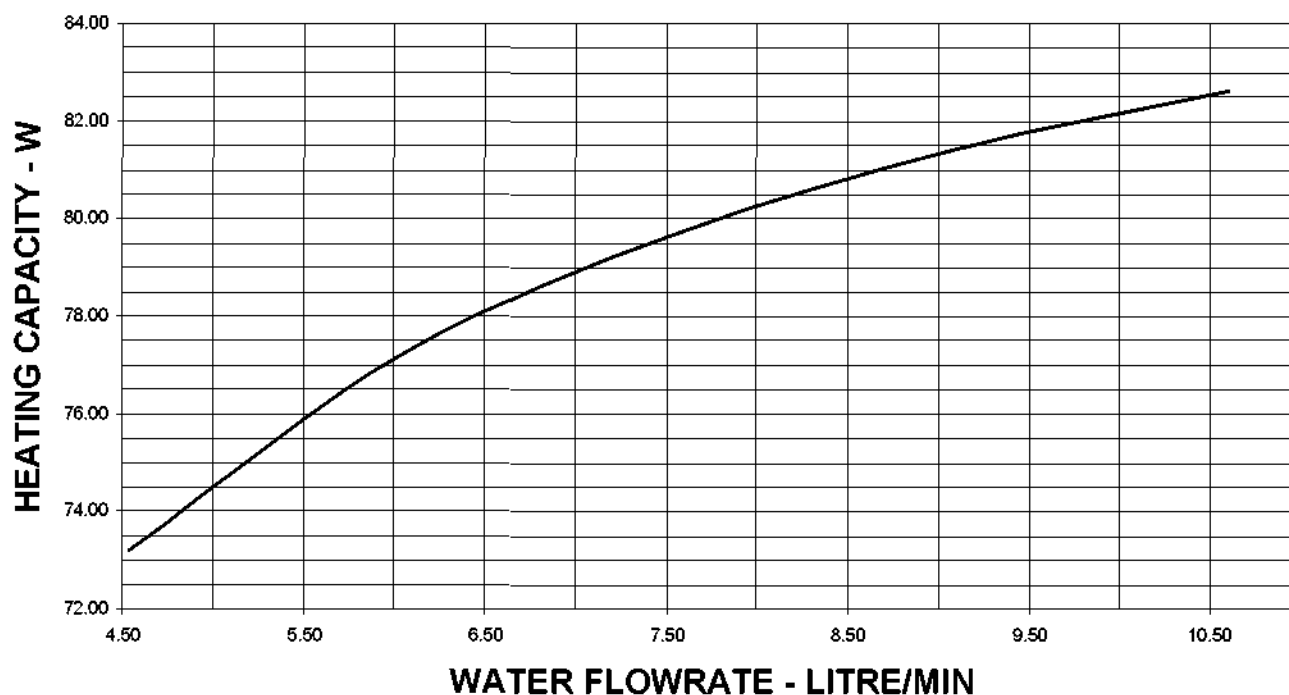
ADB150BW



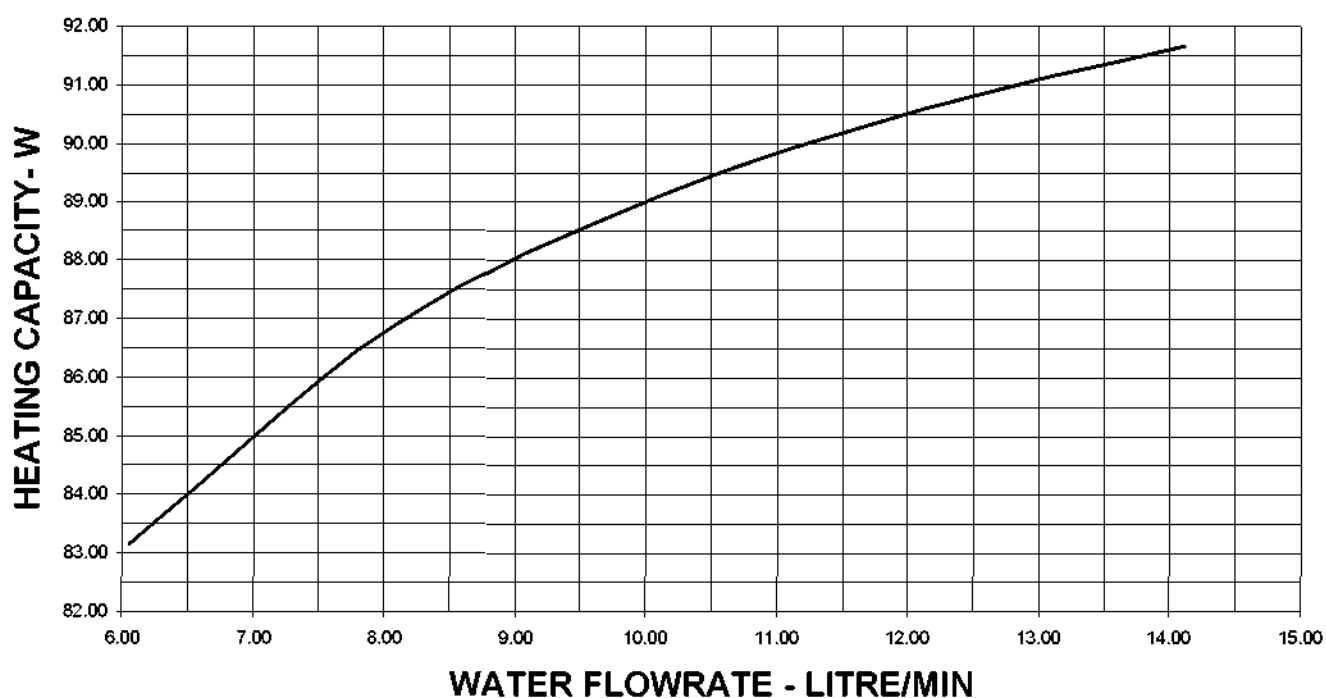
5. HEATING CAPACITY PERFORMANCE CHART

WALL MOUNTED TYPE

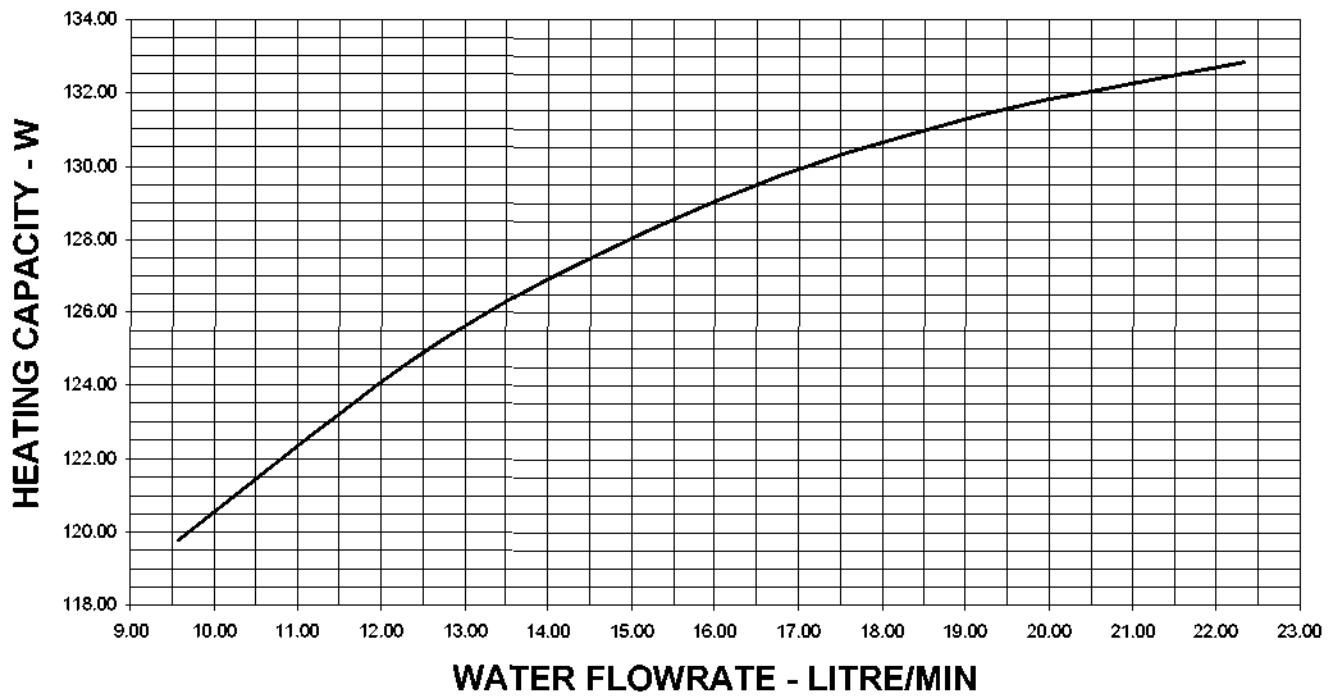
AWM10FW



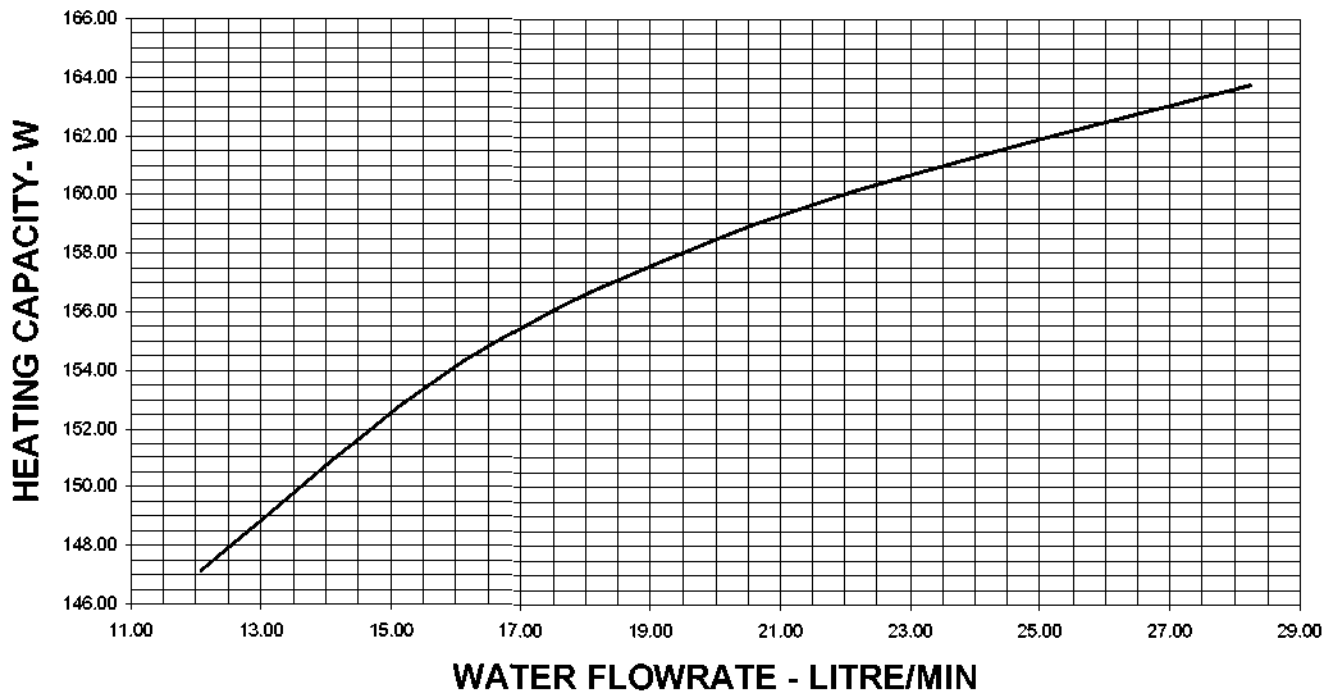
AWM15FW



AWM20FW

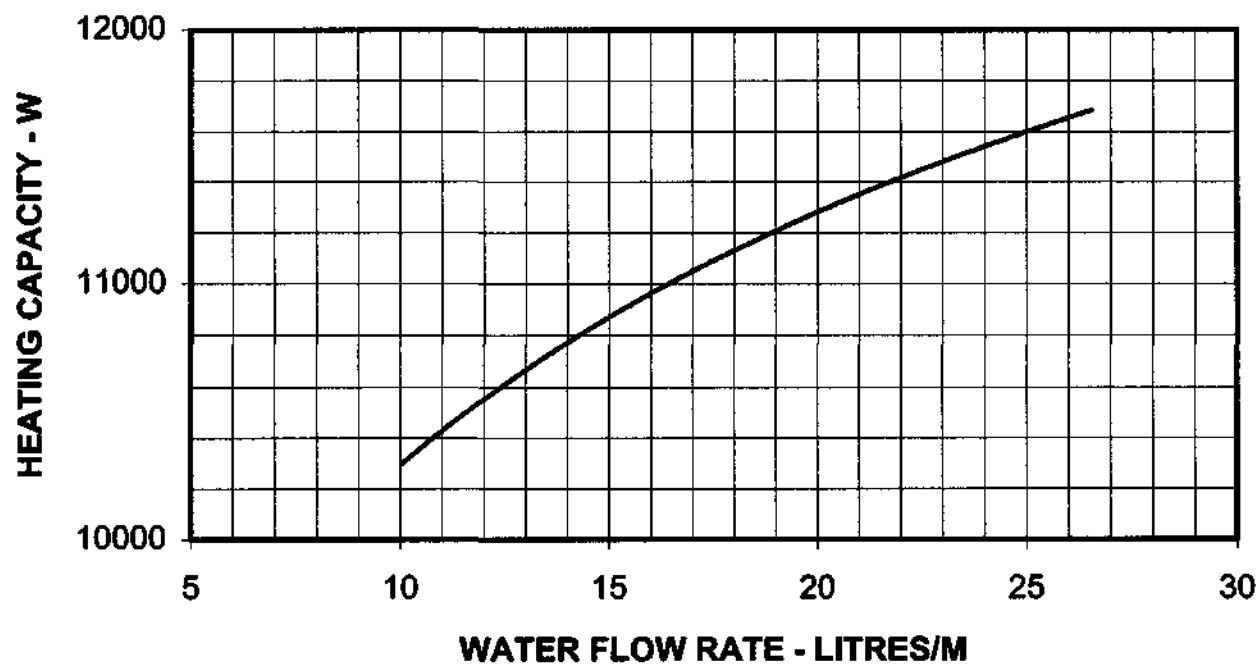


AWM25FW

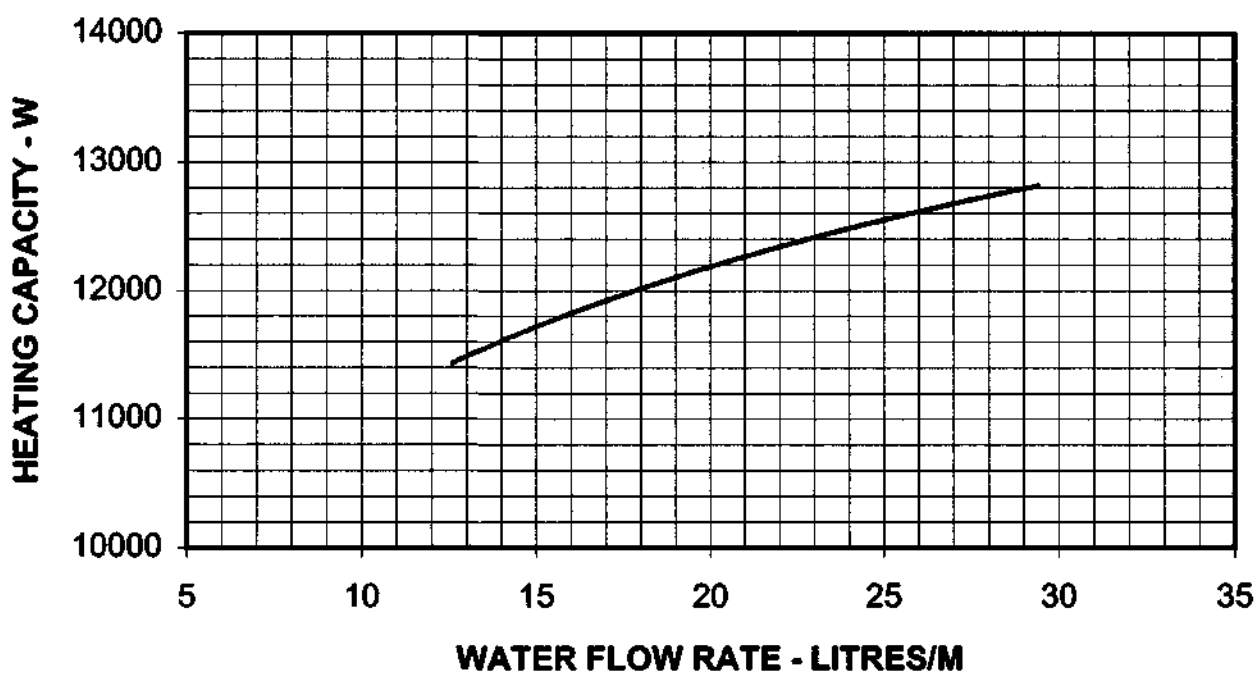


CEILING CASSETTE TYPE

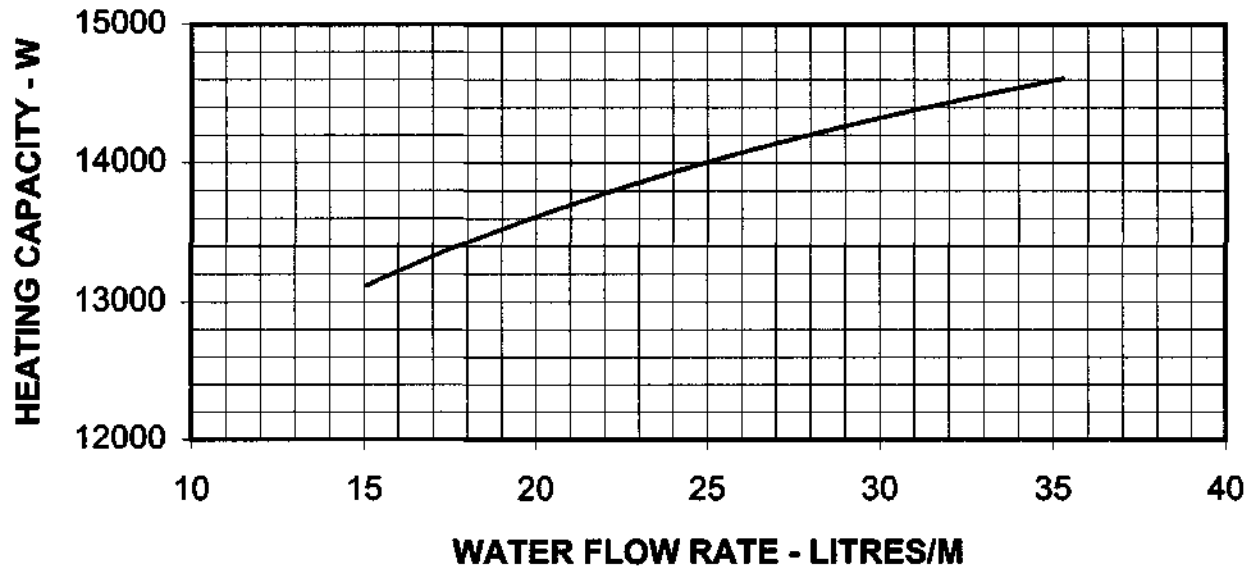
ACK20AW



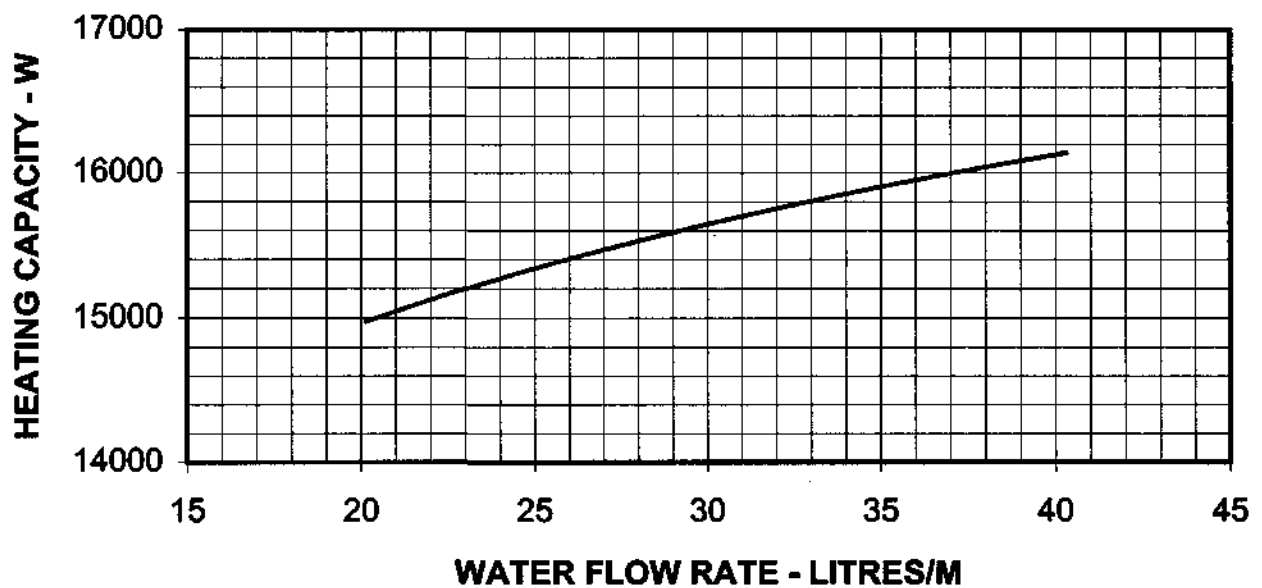
ACK25AW



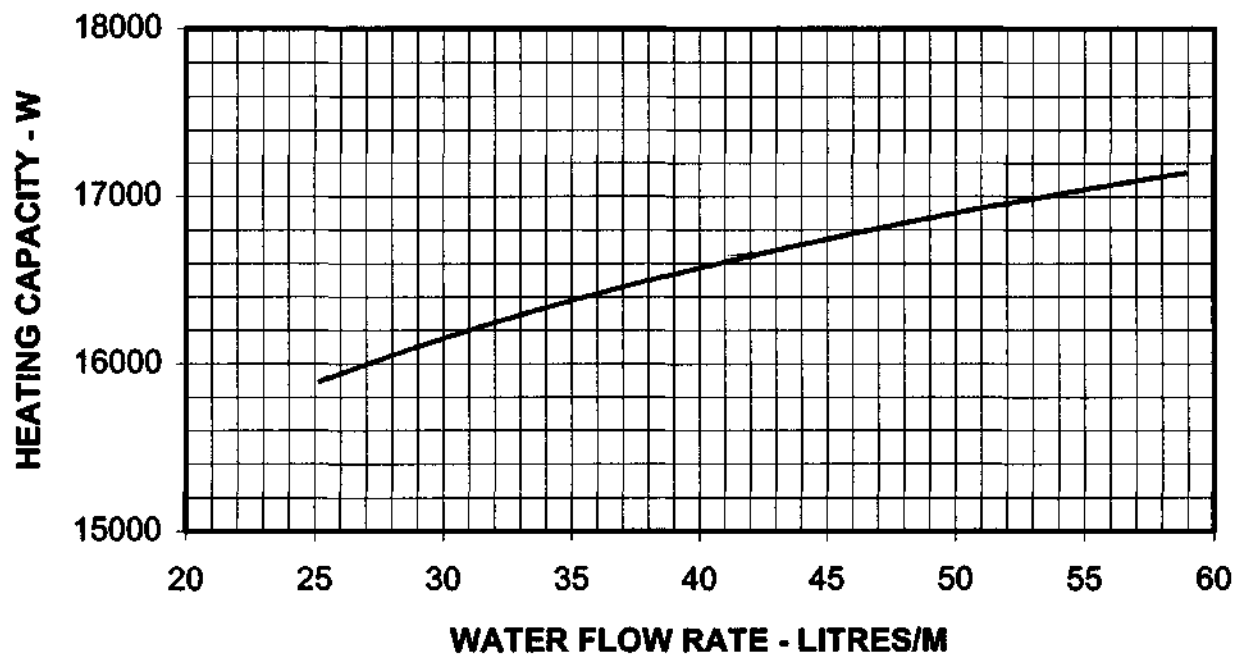
ACK30AW



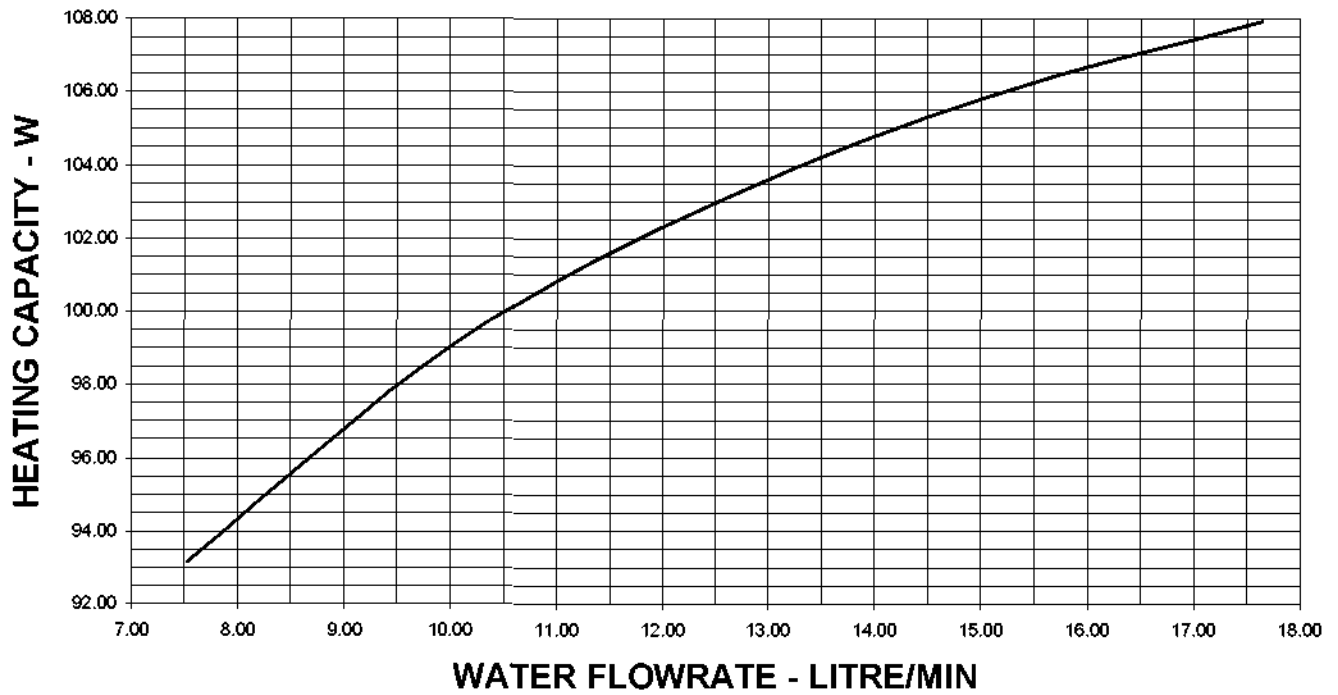
ACK40AW



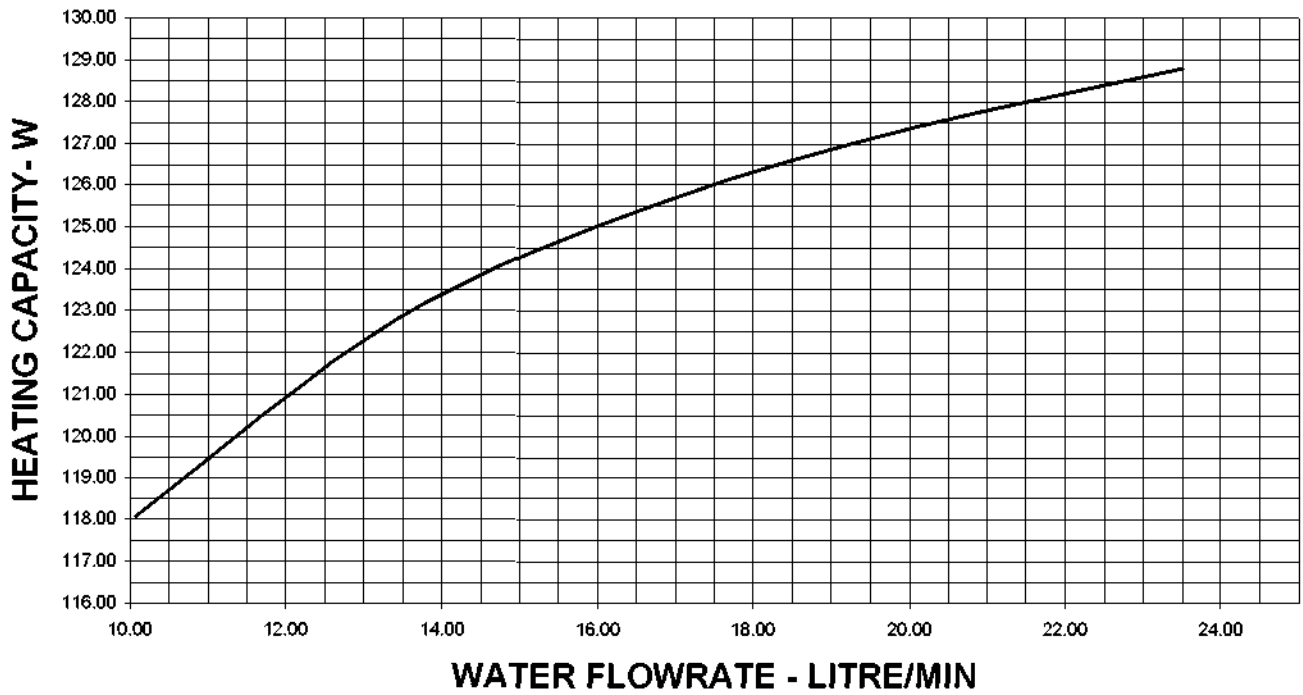
ACK50AW



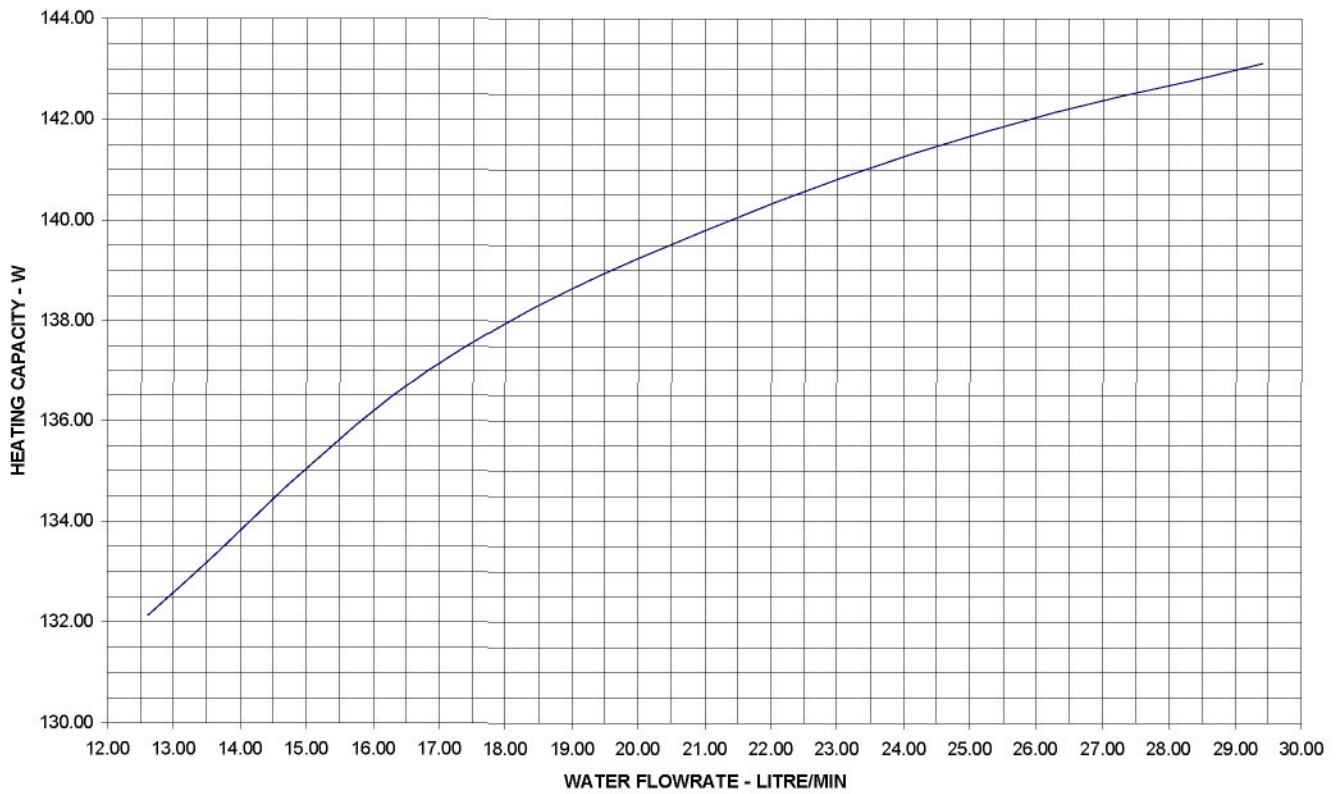
ACK15BW



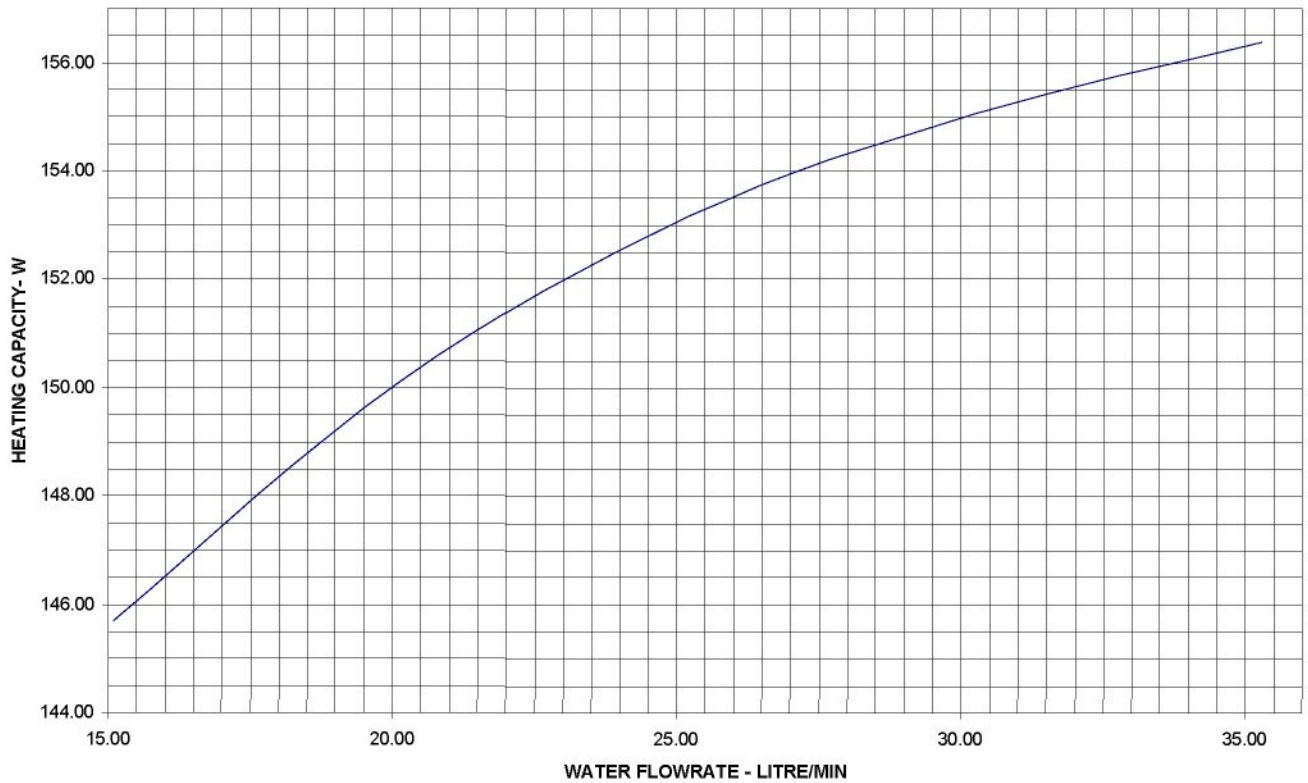
ACK20BW



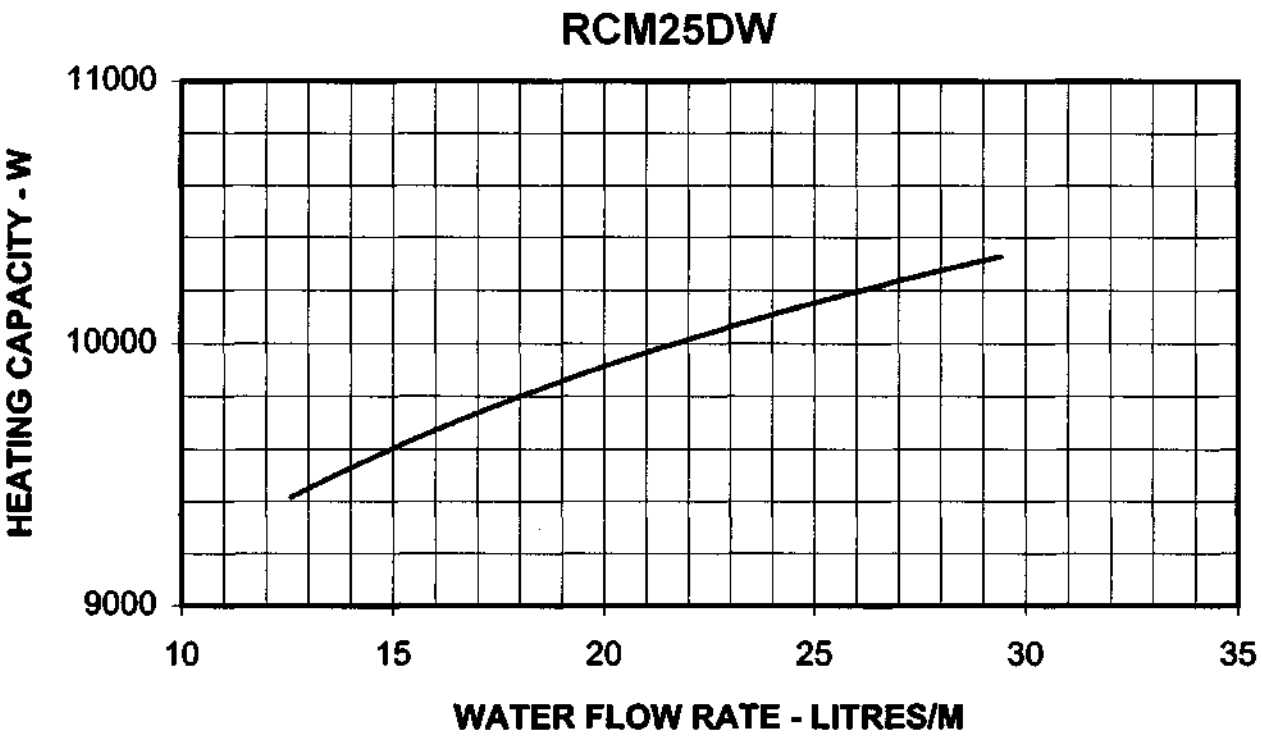
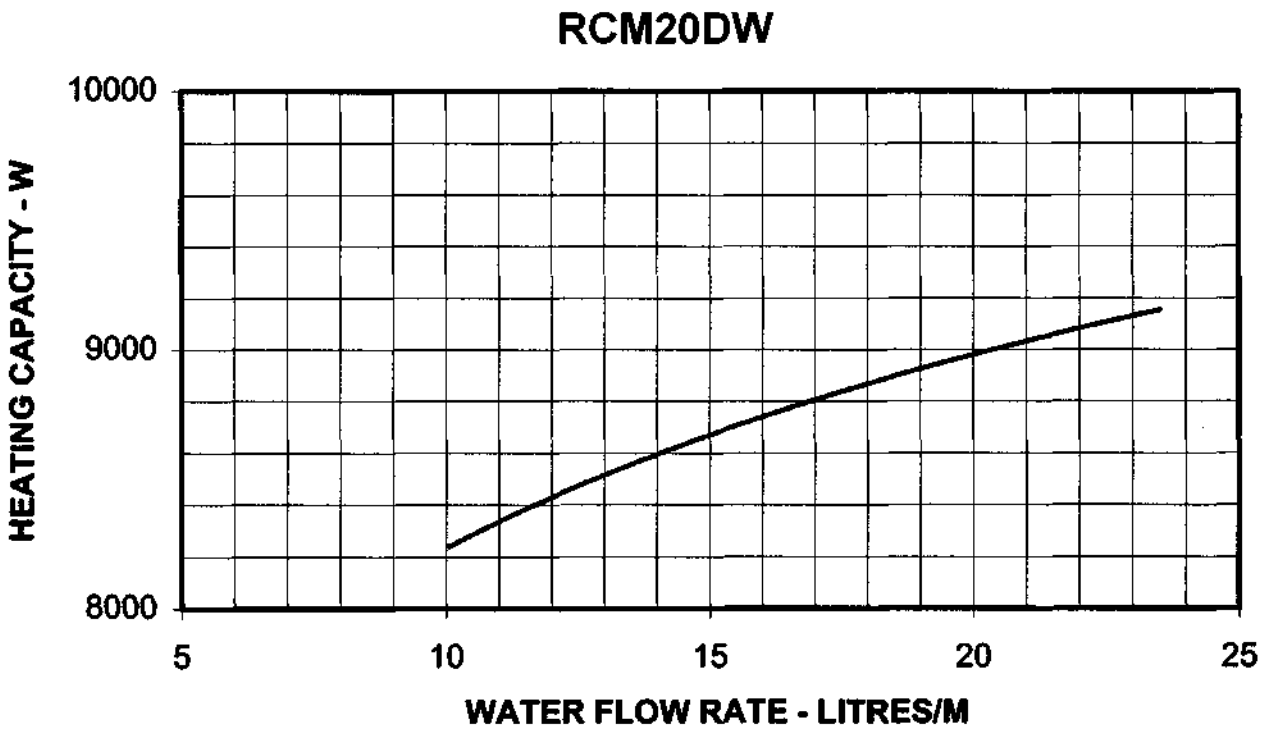
ACK25BW



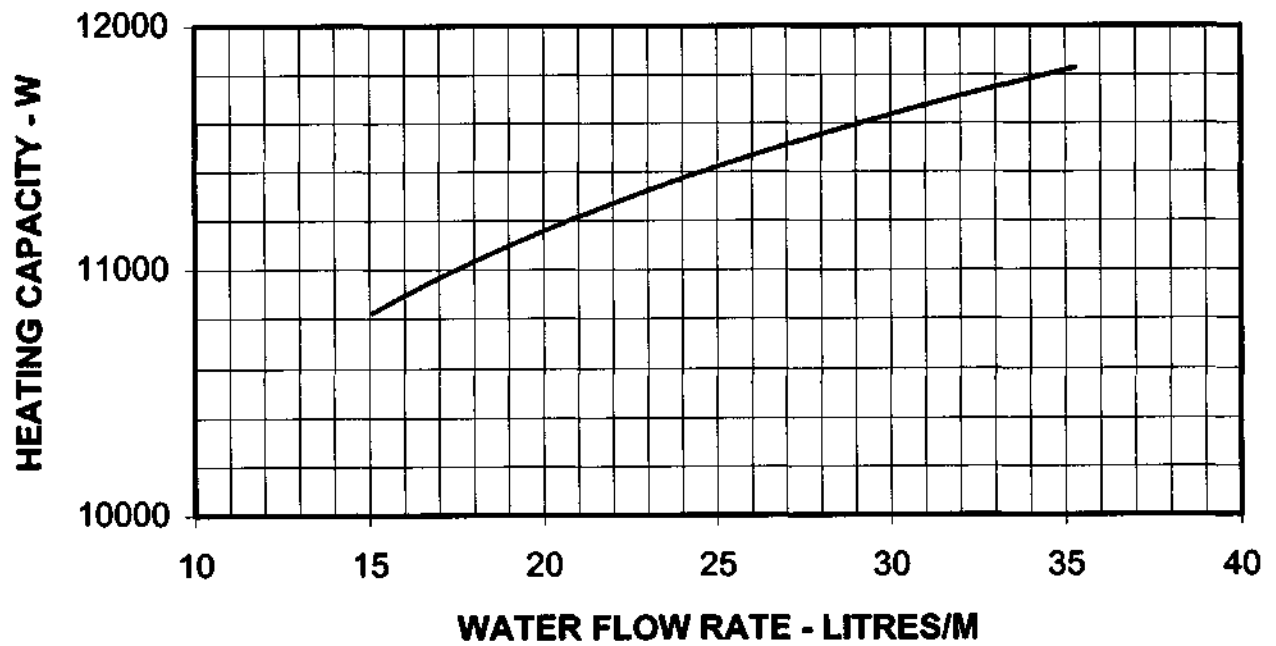
ACK30BW



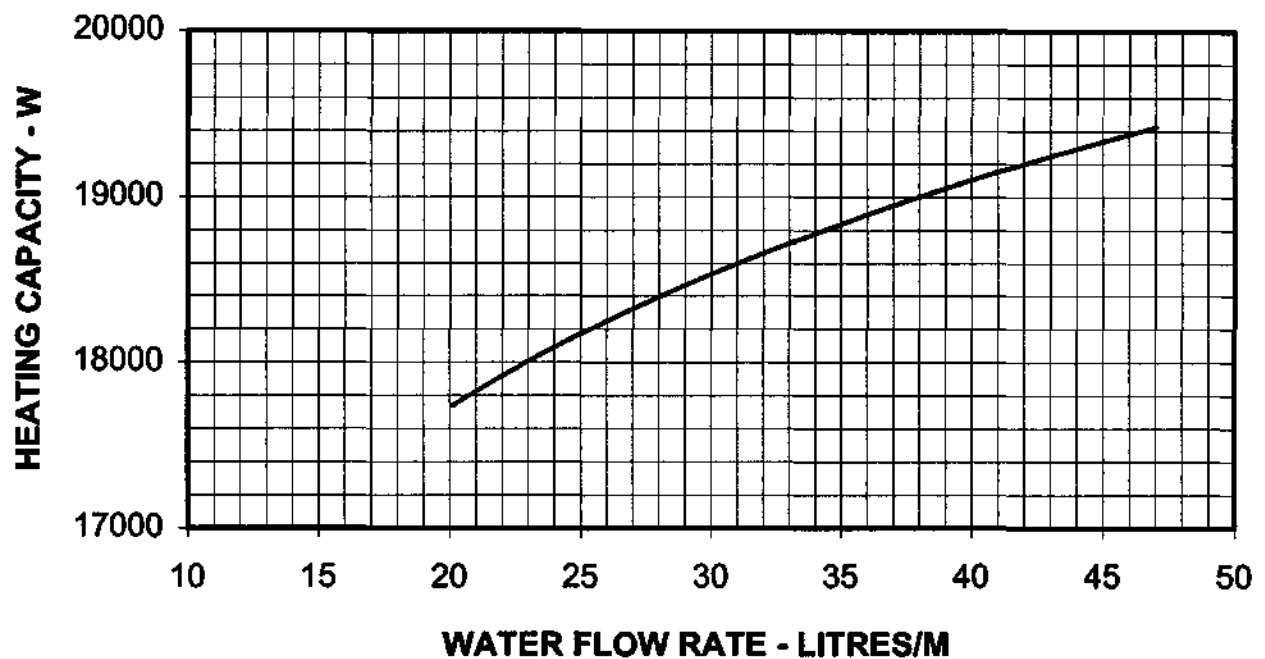
CEILING SUSPENDED TYPE



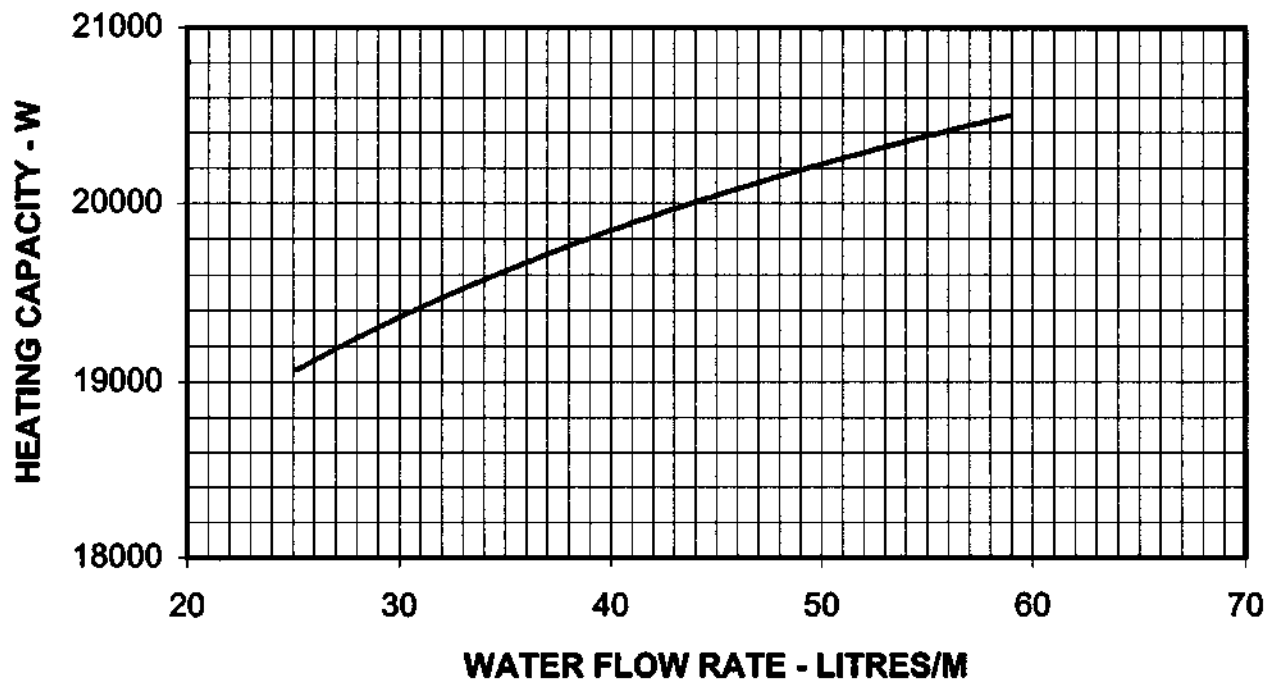
RCM30DW



RCM40DW

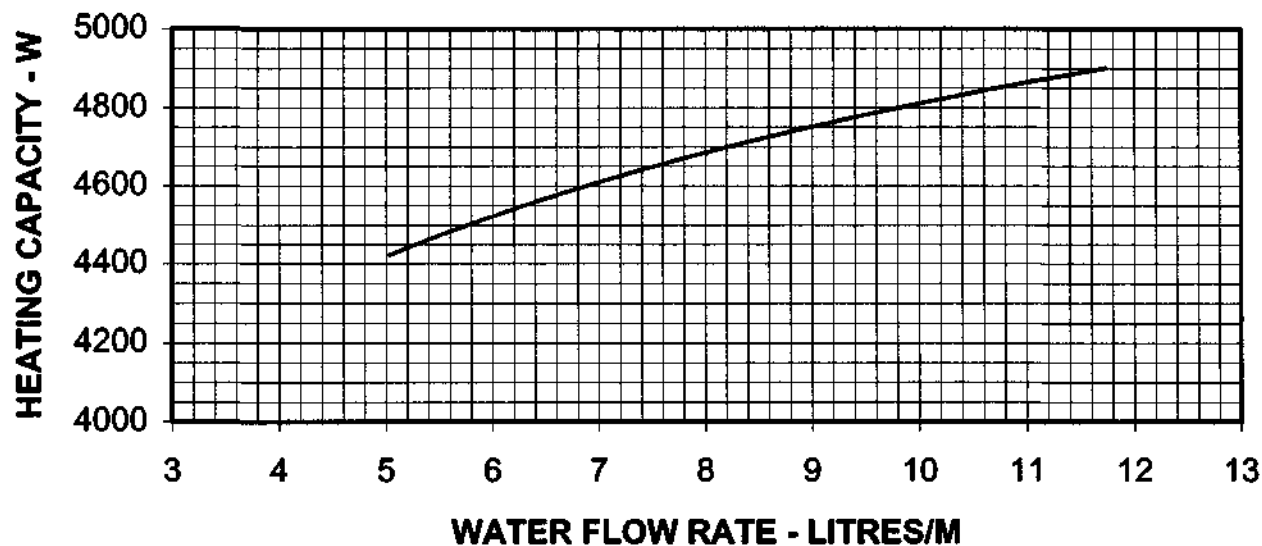


RCM50DW

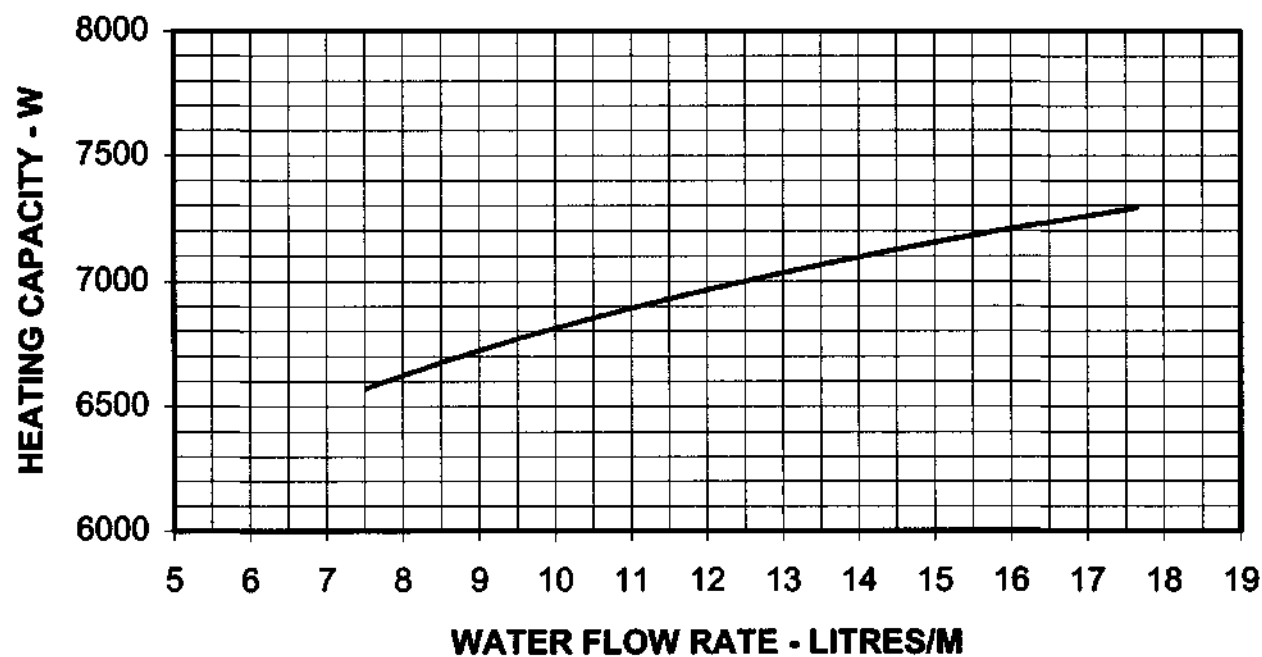


CEILING CONCEALED TYPE

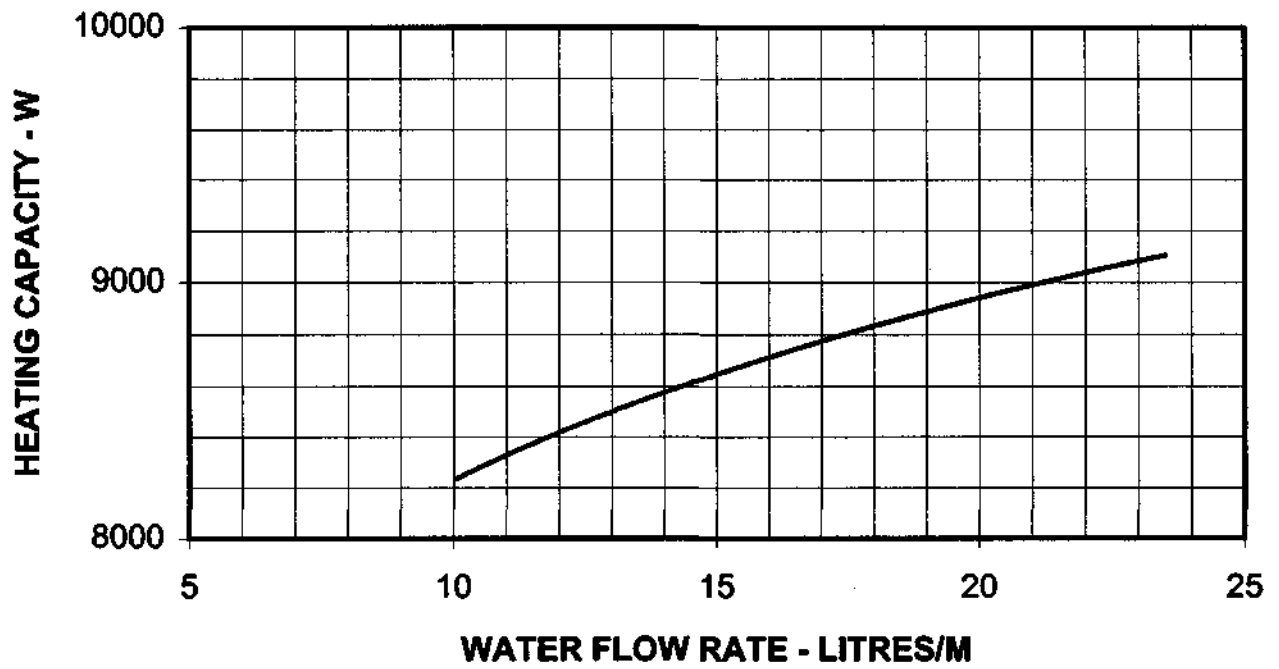
ACC10CW



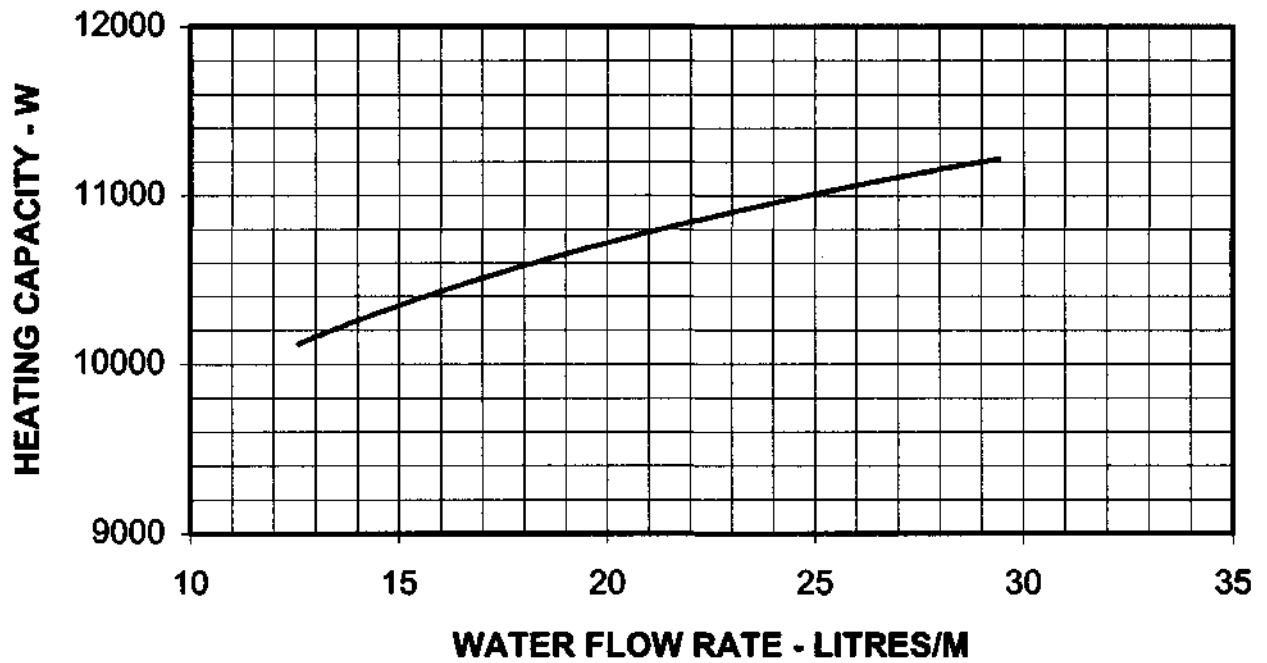
ACC15CW



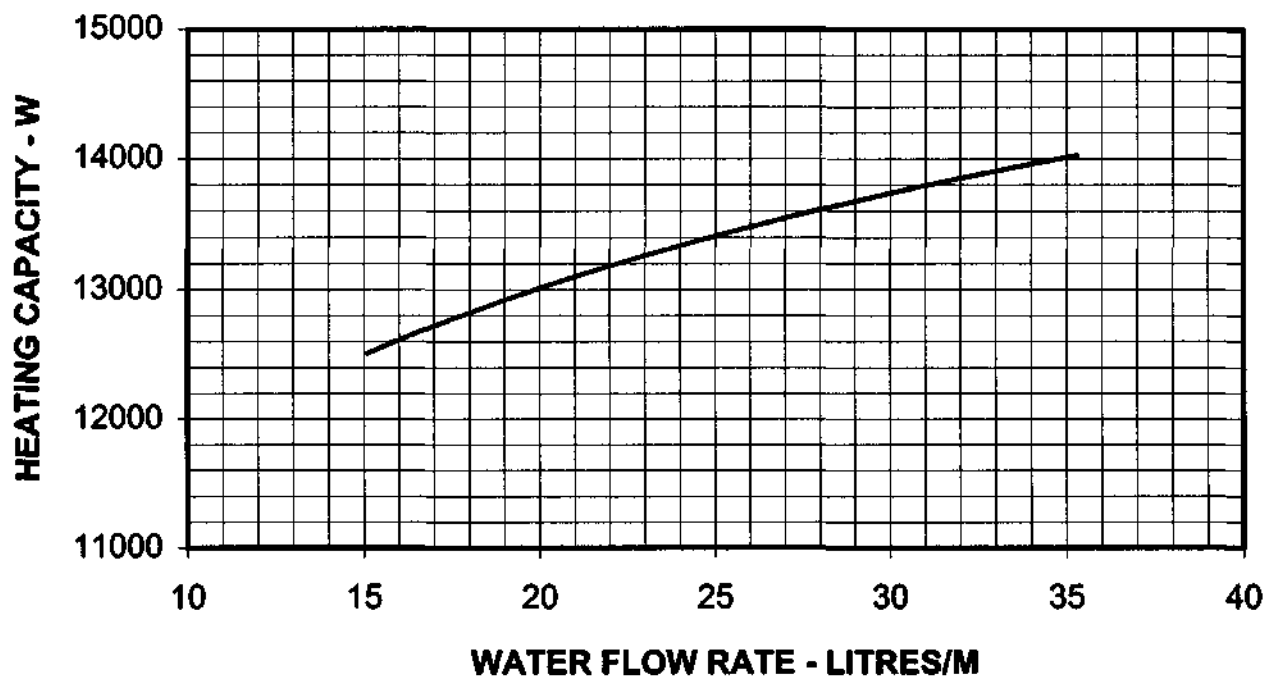
ACC20CW



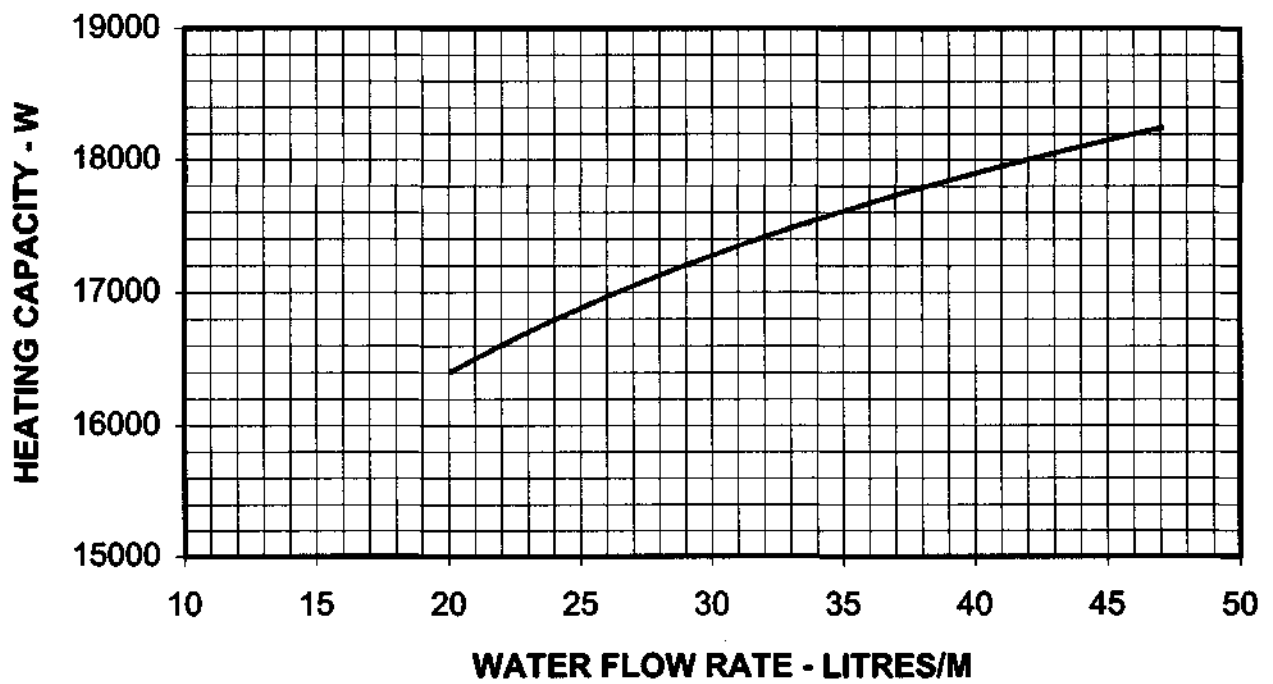
ACC25CW



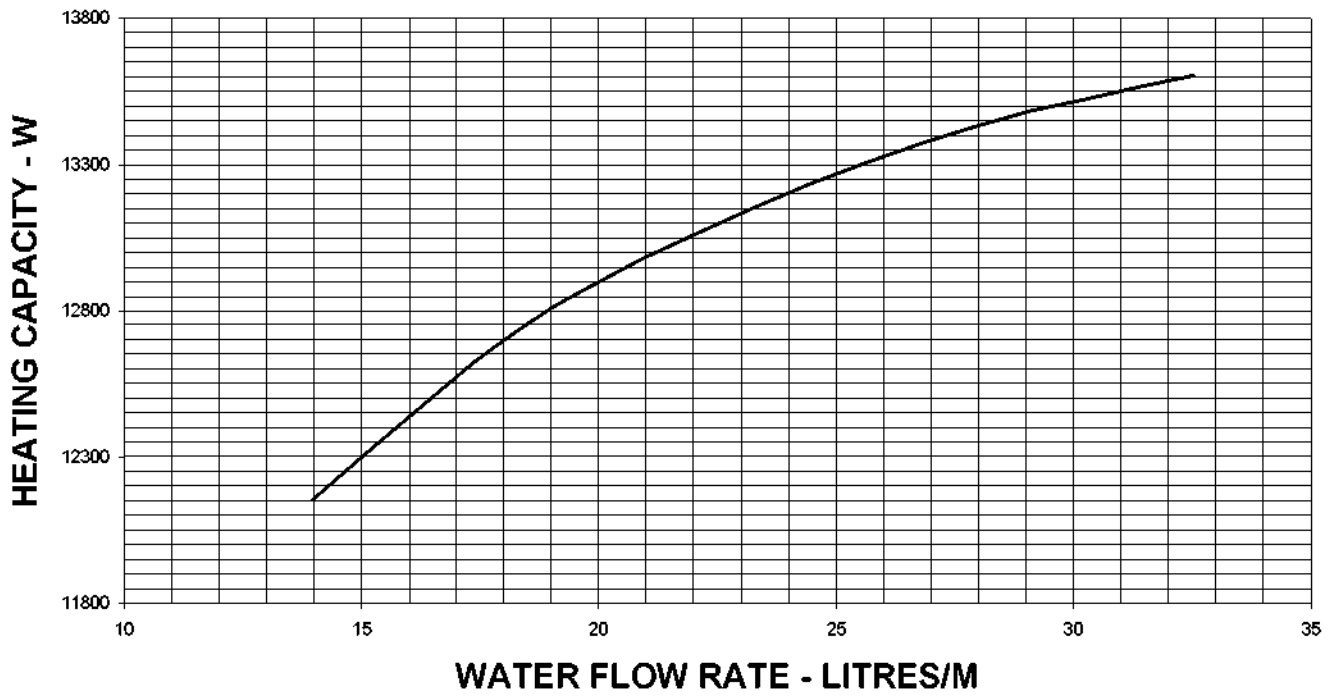
ACC30CW



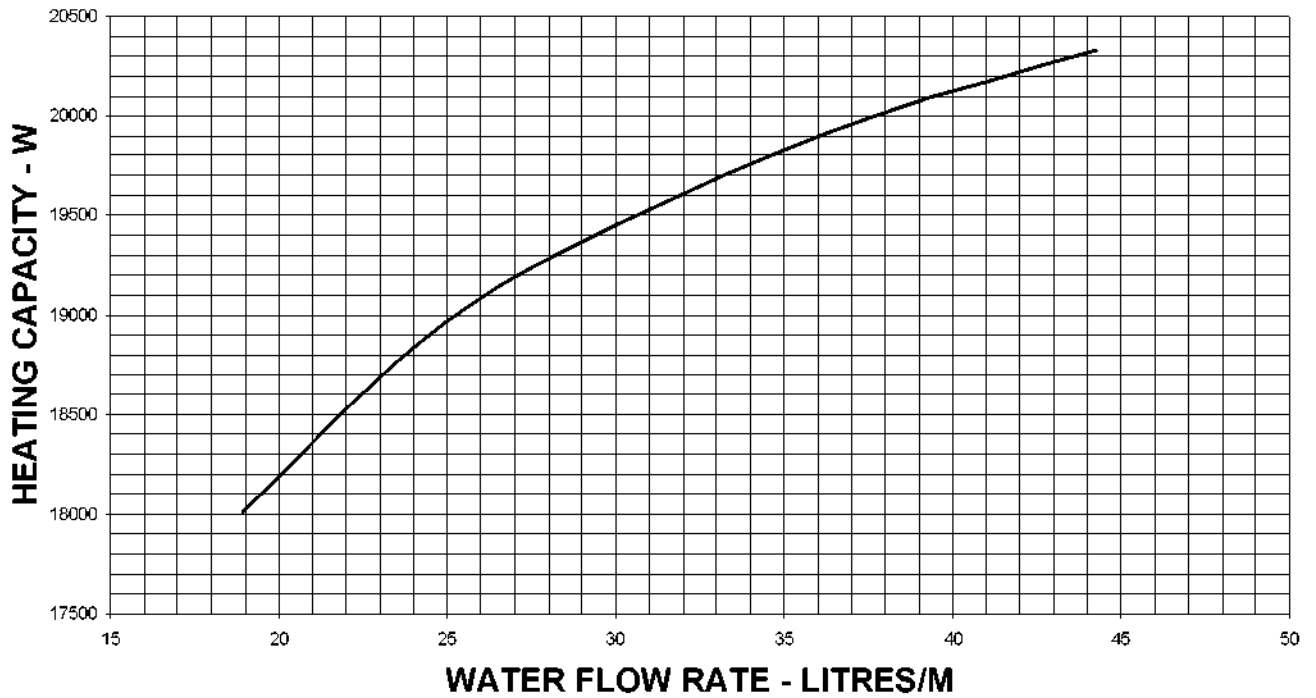
ACC40CW



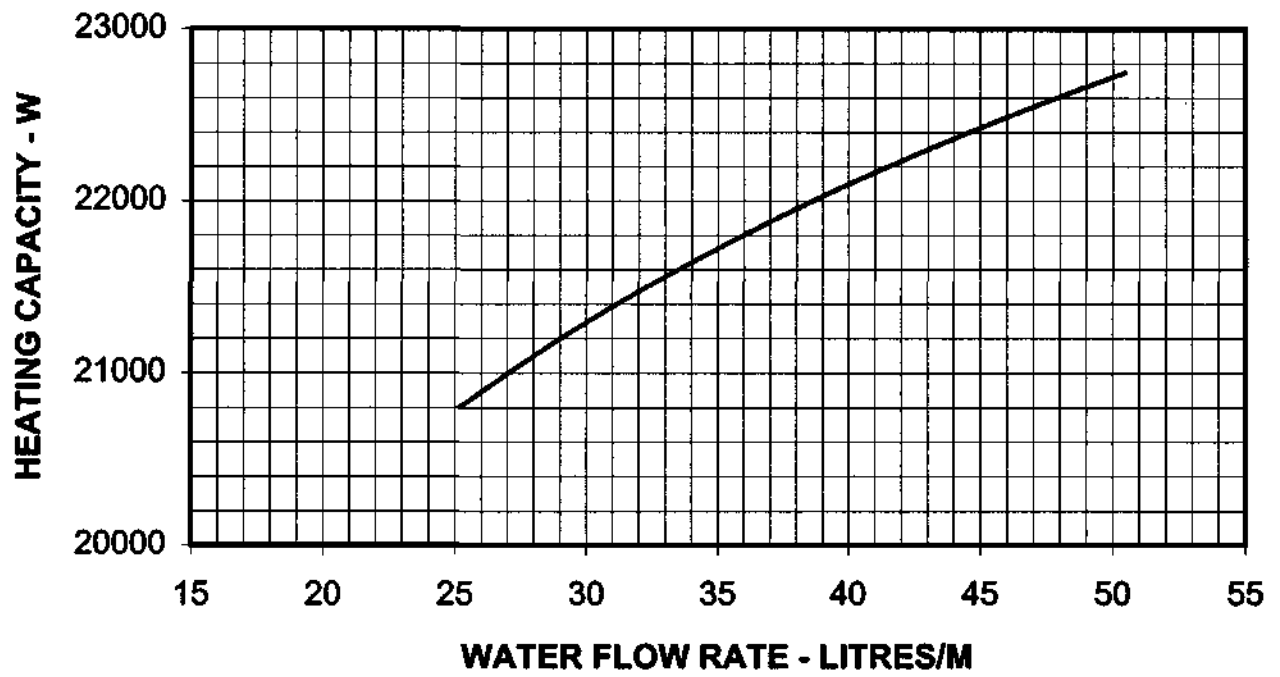
ACC28CW



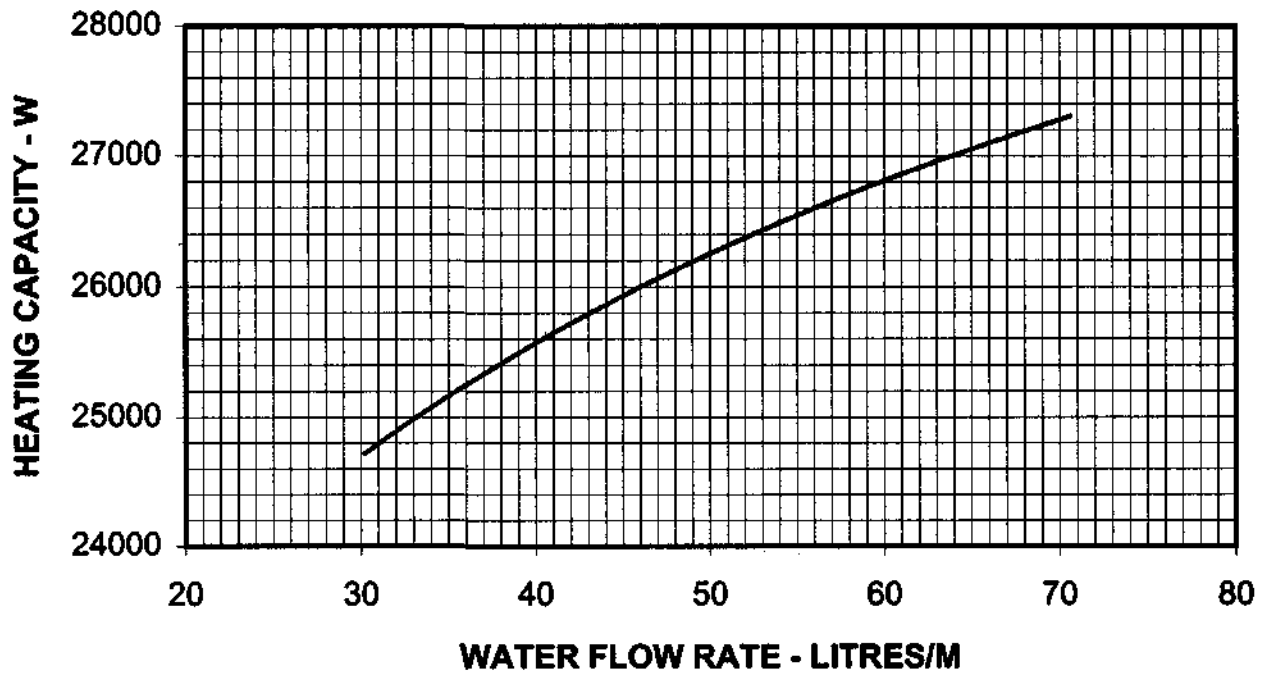
ACC38CW



ACC50CW

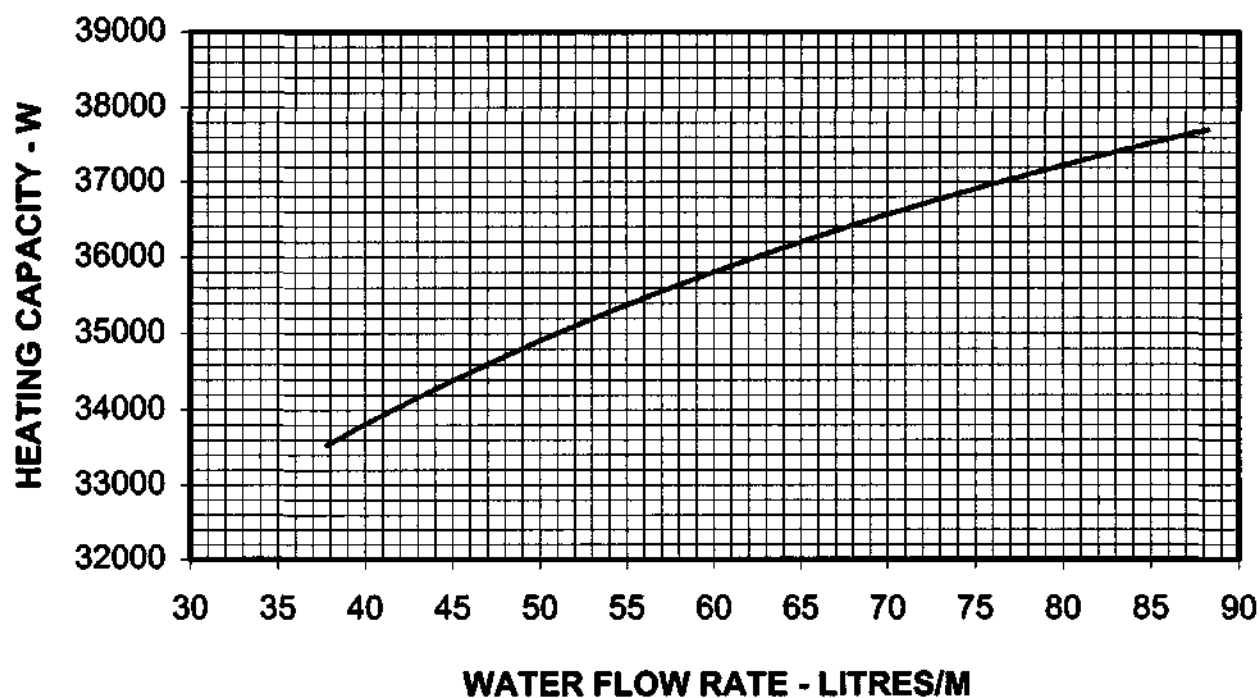


ACC60CW

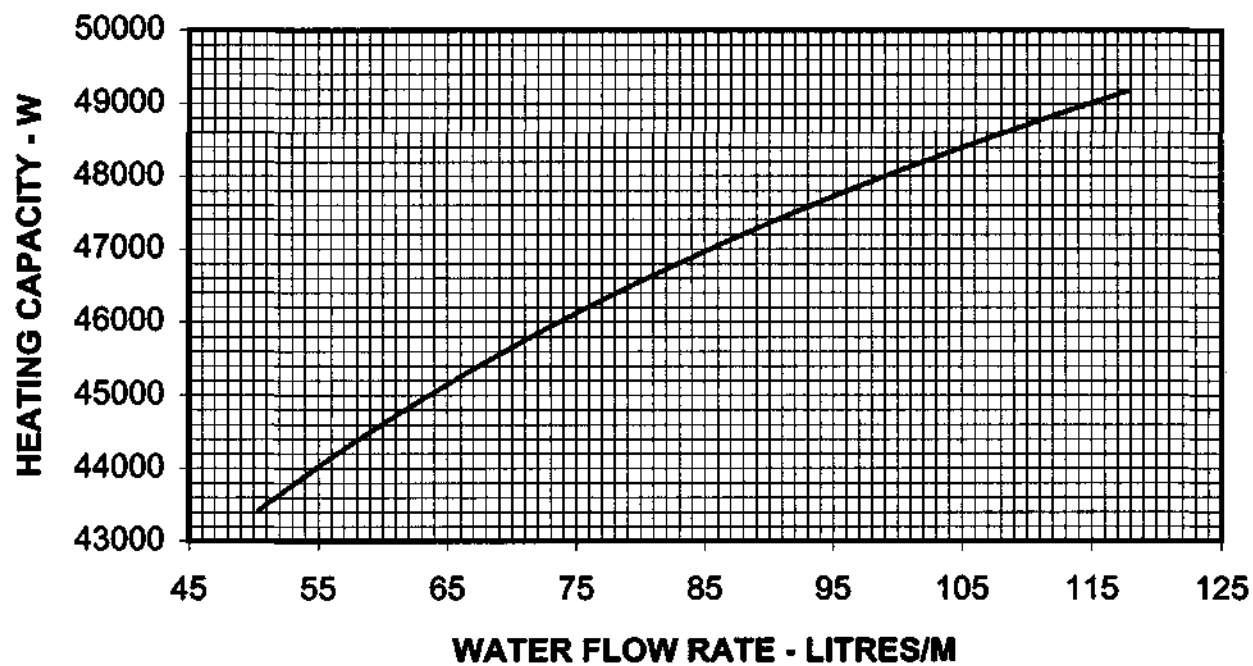


DUCTED BLOWER SPLIT TYPE

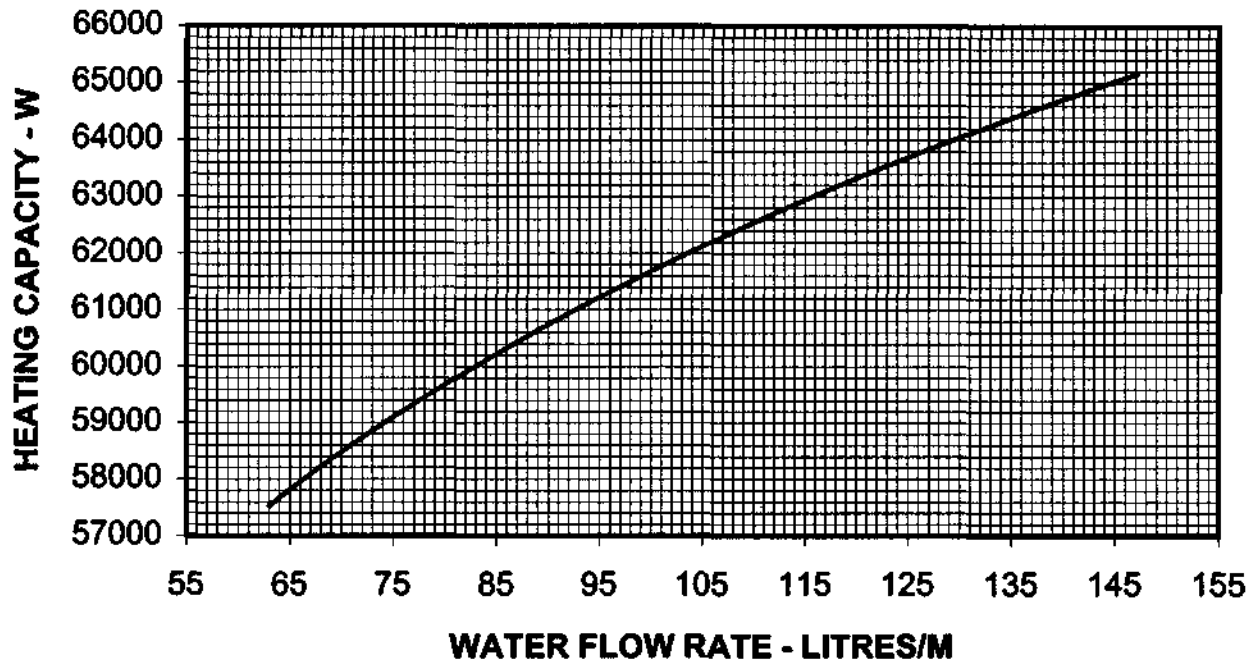
ADB75BW



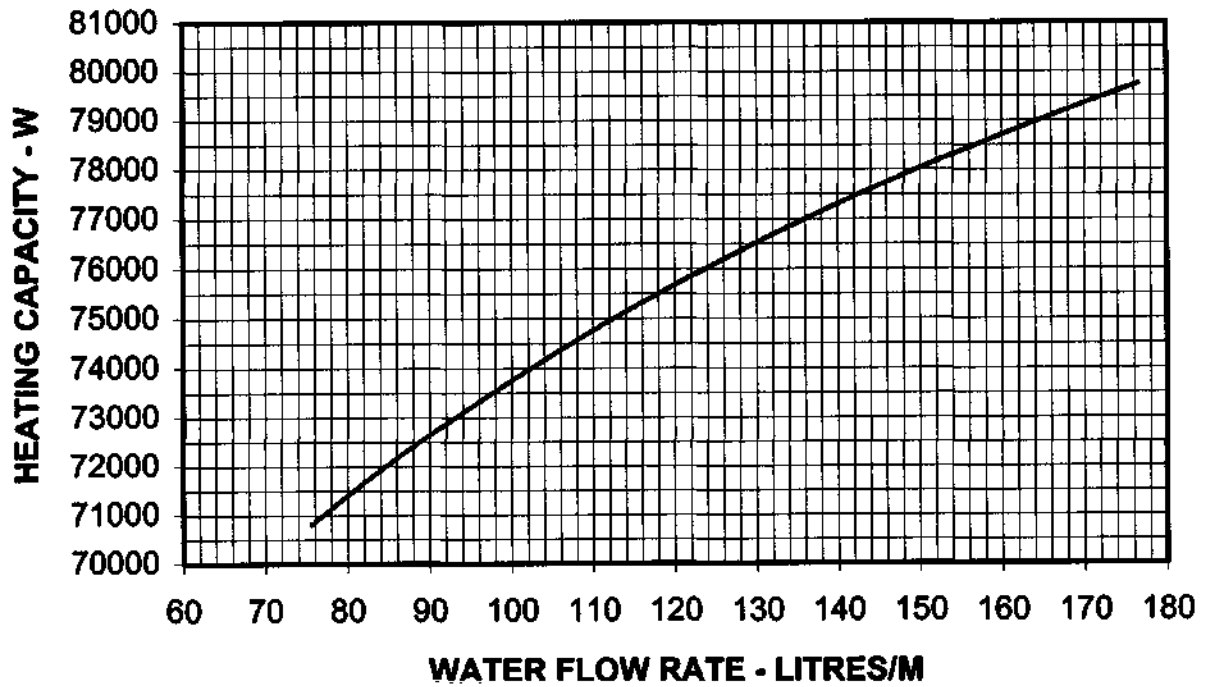
ADB100BW



ADB125BW



ADB150BW



6. WATER FLOW RATE VS PRESSURE DROP

MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
AWM10FW	4.54	1.20	3.67	0.533
	6.06	1.60	6.08	0.882
	7.57	2.00	9.01	1.308
	9.08	2.40	12.55	1.822
	10.60	2.80	16.57	2.405
AWM15FW	6.06	1.60	6.08	0.883
	8.06	2.13	10.15	1.473
	10.11	2.67	15.22	2.209
	12.11	3.20	21.11	3.064
	14.12	3.73	27.90	4.049
AWM20FW	9.58	2.53	2.29	0.333
	12.76	3.37	3.80	0.551
	15.97	4.22	5.69	0.826
	19.15	5.06	7.88	1.144
	22.33	5.90	10.40	1.510
AWM25FW	12.07	3.19	3.45	0.501
	16.12	4.26	5.80	0.842
	20.17	5.33	8.67	1.258
	24.19	6.39	12.04	1.747
	28.24	7.46	15.95	2.315

Note :

- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * (EWT^{\circ}C * 1.8 + 32)$
- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * EWT^{\circ}F$

MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
ACK20AW	10.07	2.66	8,681	1.26
	13.44	3.55	14,614	2.12
	16.81	4.44	21,869	3.17
	20.17	5.32	30,385	4.41
	26.55	7.02	40,589	5.89
ACK25AW	12.60	3.33	13,043	1.89
	16.81	4.44	21,890	3.18
	23.45	6.22	40,614	5.89
	25.21	6.66	46,204	6.71
	29.41	7.77	61,479	8.92
ACK30AW	15.10	3.99	18,079	2.62
	20.14	5.32	30,440	4.42
	26.84	7.11	52,258	7.58
	30.14	7.97	64,794	9.40
	35.28	9.32	86,339	12.53
ACK40AW	20.14	5.32	30,468	4.42
	26.87	7.10	52,075	7.56
	30.14	8.00	64,821	9.41
	33.61	8.88	78,911	11.45
	40.31	10.65	110,901	16.10
ACK50AW	25.21	6.66	46,287	6.72
	33.49	8.88	78,925	11.46
	42.06	11.11	120,093	17.43
	50.42	13.32	169,129	24.55
	58.86	15.55	228,341	33.14

MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
ACK15BW	7.53	1.99	1.26	0.183
	10.07	2.66	2.09	0.304
	12.60	3.33	3.13	0.455
	15.10	3.99	4.33	0.628
	17.64	4.66	5.73	0.831
ACK20BW	10.07	2.66	4.02	0.583
	13.44	3.55	6.74	0.978
	16.81	4.44	10.07	1.461
	20.14	5.32	13.96	2.026
	23.50	6.21	18.31	2.658
ACK25BW	12.60	3.33	5.98	0.868
	16.81	4.44	10.07	1.462
	21.01	5.55	15.08	2.189
	25.21	6.66	21.04	3.053
	29.41	7.77	28.10	4.078
ACK30BW	15.10	3.99	8.32	1.208
	20.14	5.32	15.22	2.209
	25.21	6.66	21.04	3.054
	30.24	7.99	29.59	4.295
	35.28	9.32	39.36	5.713

Note :

a. PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * (EWT^{\circ}C * 1.8 + 32)$

b. PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * EWT^{\circ}F$

MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
RCM20DW	10.07	2.66	6,704	0.97
	13.44	3.55	11,293	1.64
	16.75	4.44	16,915	2.46
	20.14	5.32	23,509	3.41
	23.50	6.21	31,418	4.56
RCM25DW	12.60	3.33	10,080	1.46
	16.81	4.44	16,929	2.46
	18.42	4.88	20,191	2.83
	25.21	6.66	35,766	5.19
	29.41	7.77	47,603	6.91
RCM30DW	15.10	3.99	9,329	1.35
	21.77	5.76	18,215	2.64
	25.21	6.66	23,578	3.42
	30.24	7.99	33,141	4.81
	35.28	9.32	44,075	6.40
RCM40DW	20.14	5.32	14,800	2.15
	26.87	7.10	24,900	3.61
	31.82	8.44	34,279	4.98
	40.31	10.65	52,681	7.65
	47.05	12.43	70,195	10.19
RCM50DW	25.21	6.66	22,186	3.22
	33.61	8.88	37,688	5.47
	40.19	10.66	52,731	7.65
	42.06	11.11	56,987	8.27
	50.45	13.33	79,986	11.61
	58.86	15.55	106,726	15.49

Note :

- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * (EWT^{\circ}C * 1.8 + 32)$
- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * EWT^{\circ}F$

MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
ACC10CW	5.03	1.33	10,266	1.49
	6.70	1.77	17,204	2.50
	8.40	2.22	25,900	3.76
	10.07	2.66	35,993	5.22
	11.73	3.10	47,954	6.96
ACC15CW	7.53	1.99	23,702	3.44
	10.07	2.66	40,086	5.82
	12.61	3.33	60,894	8.84
	13.45	3.55	68,612	9.96
	15.10	3.99	85,119	12.35
ACC20CW	17.64	4.66	113,685	16.50
	10.07	2.66	14,331	2.08
	13.44	3.55	24,129	3.50
	16.75	4.44	36,500	5.30
	20.14	5.32	50,972	7.40
ACC25CW	23.50	6.21	67,942	9.86
	12.60	3.33	10,459	1.52
	16.81	4.44	17,556	2.55
	20.10	5.33	24,455	3.55
	25.21	6.66	37,082	5.38
ACC28CW	29.41	7.77	49,346	7.16
	14.01	3.7	5594	0.78
	18.55	4.9	9273	1.29
	23.47	6.2	13999	1.95
	28.01	7.4	19528	2.72
ACC30CW	32.55	8.6	25703	3.58
	15.10	3.99	4,603	0.67
	20.14	5.32	7,717	1.12
	24.28	6.44	10,852	1.58
	30.24	7.99	16,067	2.33
ACC38CW	35.28	9.32	21,269	3.09
	18.93	5.0	11568	1.61
	24.98	6.6	19062	2.66
	31.80	8.4	29289	4.08
	37.85	10.0	40957	5.71
ACC40CW	44.29	11.7	54784	7.64
	20.14	5.32	8,358	1.21
	26.87	7.10	14,035	2.04
	31.82	8.44	19,194	2.79
	40.31	10.65	29,565	4.29
ACC50CW	47.05	12.43	39,335	5.71
	25.21	6.66	14,476	2.10
	33.61	8.88	24,356	3.54
	41.03	10.89	35,408	5.14
	42.05	11.11	36,930	5.36
ACC60CW	50.45	13.33	51,730	7.51
	58.86	15.55	68,914	10.00
	30.24	7.99	22,296	3.24
	40.31	10.65	37,929	5.51
	49.41	13.11	55,316	8.03
	60.52	15.99	80,413	11.67
	70.63	18.66	107,394	15.59

Note :

- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * (EWT^{\circ}C * 1.8 + 32)$
- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * EWT^{\circ}F$

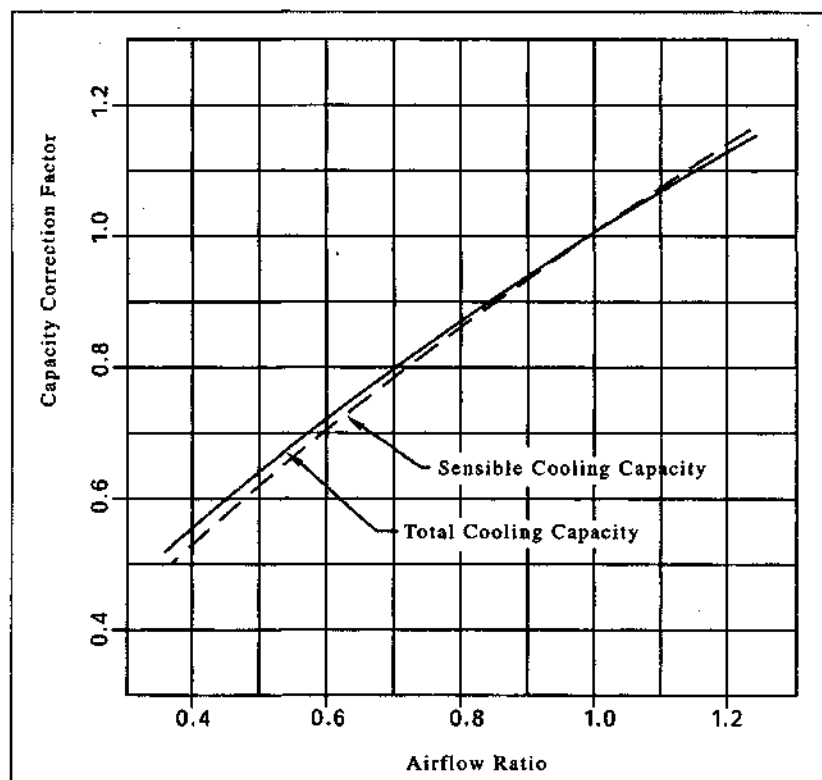
MODELS	FLOW RATE		WATER PRESSURE DROP	
	LITRES / M	USGPM	Pa	PSI
ADB75BW	37.81	9.99	19,499	2.83
	50.42	13.32	32,900	4.78
	63.64	16.88	50,000	7.26
	75.66	19.99	70,154	10.18
	88.27	23.32	93,601	13.59
ADB100BW	50.45	13.33	6,304	0.92
	67.26	17.77	10,549	1.53
	82.06	21.77	15,179	2.20
	100.91	26.67	22,206	3.22
	117.71	31.11	29,503	4.28
ADB125BW	63.06	16.66	7,648	1.11
	84.06	22.22	12,822	1.86
	108.86	28.88	20,377	2.96
	126.12	33.33	27,036	3.92
	17.12	38.88	35,945	5.22
ADB150BW	75.66	20.00	5,567	0.81
	100.91	26.67	9,357	1.36
	136.49	36.22	15,897	2.31
	151.36	40.00	19,499	2.83
	176.61	46.67	26,037	3.78

Note :

- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * (EWT^{\circ}C * 1.8 + 32)$
- PRESSURE DROP CORRECTION FACTOR = $1.2947 - 0.0021 * EWT^{\circ}F$

7. CORRECTION FACTORS

AIRFLOW CAPACITY CORRECTION FACTORS



Water temperature rise is held as constant.

ALTITUDE CORRECTION FACTORS

Elevation, m	Total Capacity	Sensible Capacity
0	1.00	1.00
300	0.99	0.96
600	0.98	0.93
900	0.97	0.90
1200	0.96	0.86
1500	0.94	0.83
1800	0.93	0.80

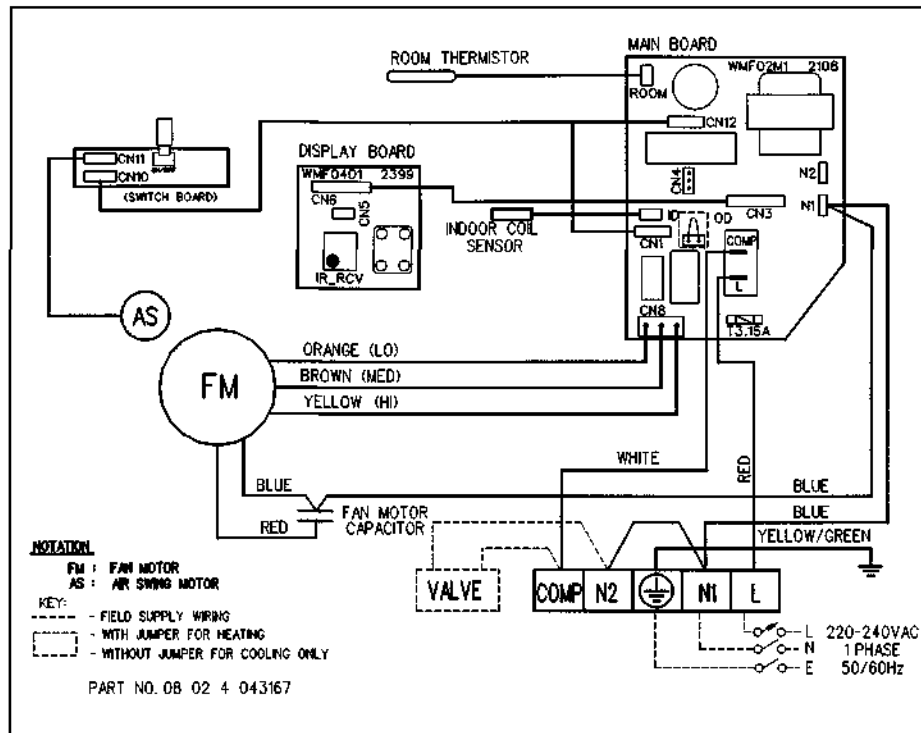
HEATING CAPACITY CORRECTION FACTORS

EAT °C	ENTERING TEMPERATURE, °C										
	37.8	43.3	45.0	48.8	54.4	60.0	65.5	71.1	76.7	82.2	87.7
4.4	0.838	0.980	1.021	1.122	1.265	1.406	1.552	1.698	1.845	1.988	2.134
7.2	0.771	0.913	0.954	1.055	1.198	1.379	1.485	1.631	1.778	1.920	2.067
10.0	0.700	0.843	0.885	0.986	1.130	1.272	1.417	1.563	1.710	1.853	2.000
12.7	0.631	0.773	0.817	0.918	1.062	1.205	1.349	1.495	1.639	1.786	1.931
15.5	0.562	0.705	0.748	0.848	0.992	1.137	1.281	1.427	1.572	1.719	1.865
18.3	0.493	0.636	0.679	0.779	0.923	1.070	1.212	1.358	1.504	1.650	1.799
21.1	0.424	0.567	0.610	0.711	0.855	1.000	1.146	1.290	1.438	1.583	1.730
23.9	0.354	0.498	0.541	0.642	0.786	0.932	1.078	1.222	1.369	1.515	1.664
26.7	0.284	0.428	0.471	0.573	0.717	0.863	1.008	1.155	1.302	1.449	1.597

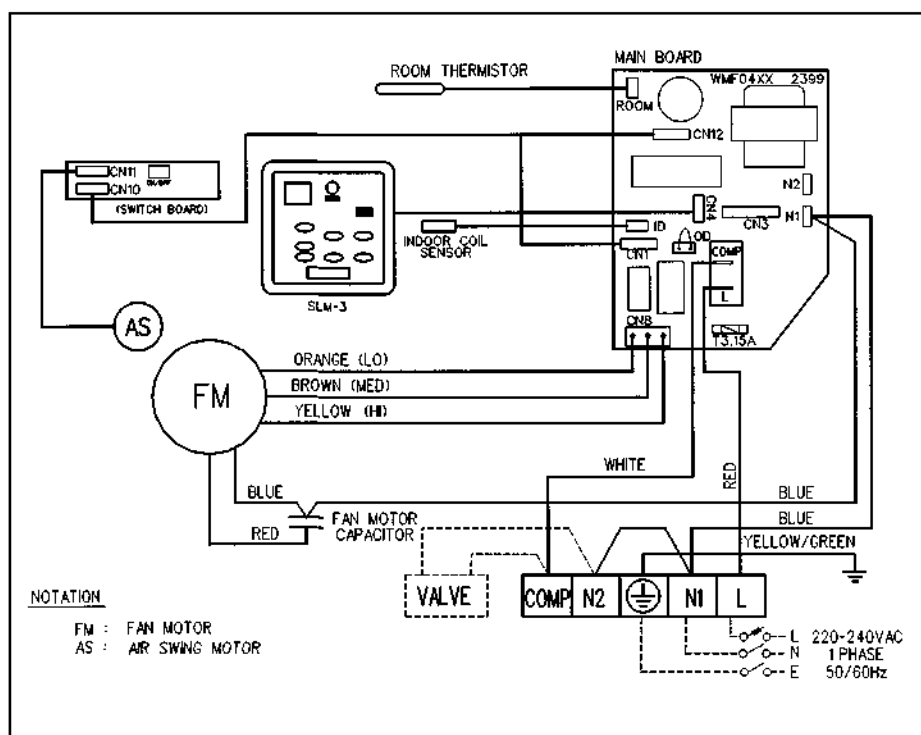
Notes : Adjusted capacity, W (@ Nominal air flow) = base heating capacity (@ nominal 60°C EWT, 21.1°C EAT) x Heating Capacity Correction Factor

8. WIRING DIAGRAMS

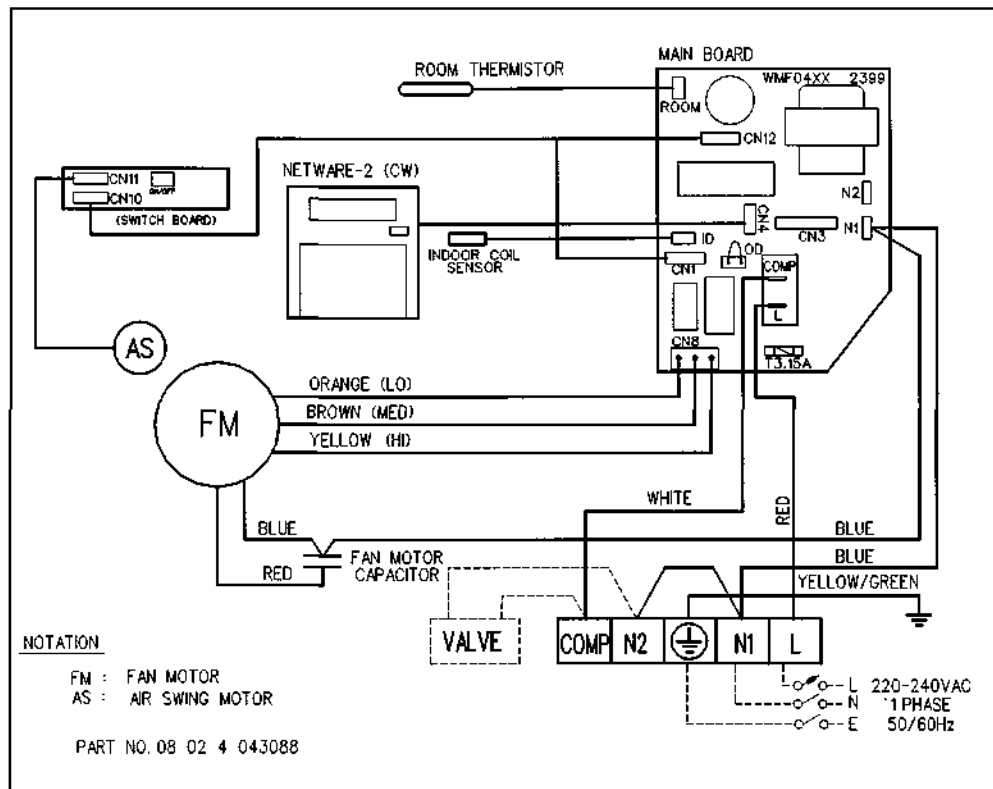
MODEL : AWM 05/07/10/15FW (G6 CONTROLLER)



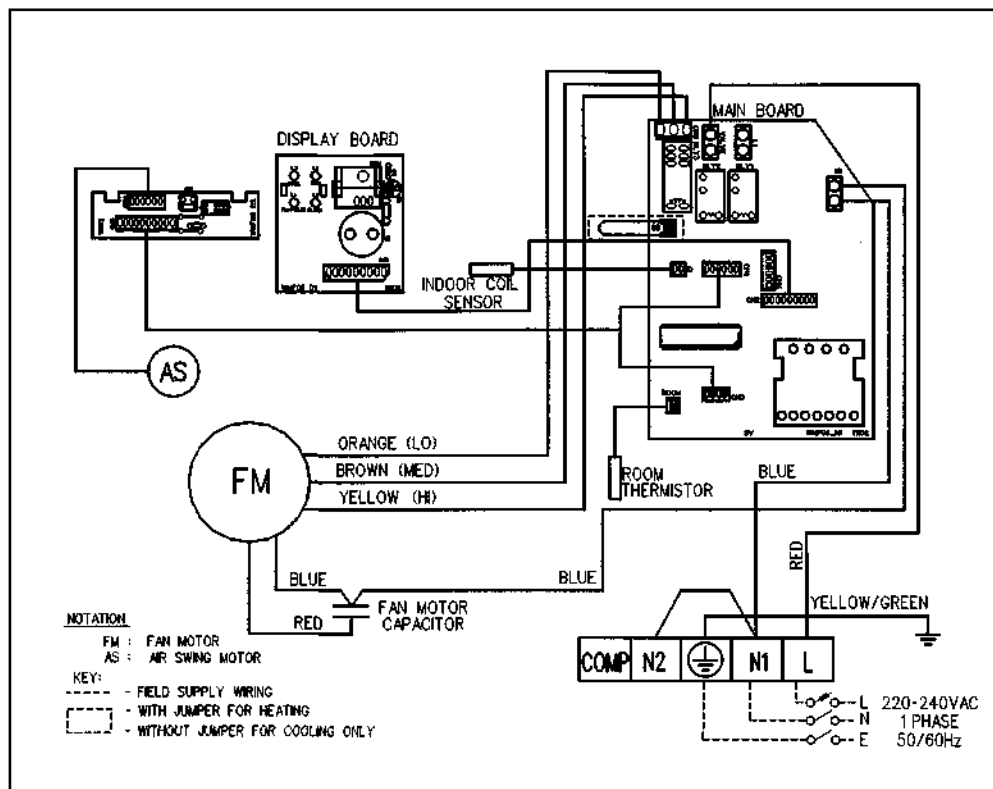
MODEL : AWM 05/07/10/15FW (SLM-3)



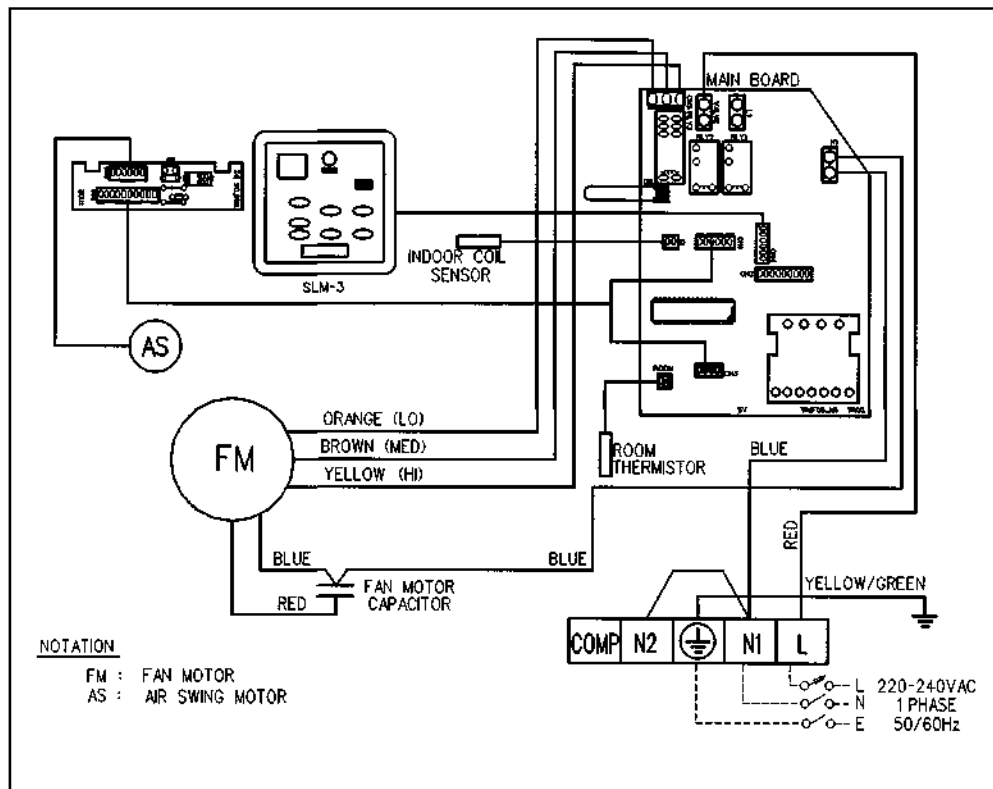
MODEL : AWM 05/0710/15FW (NETWARE 2)



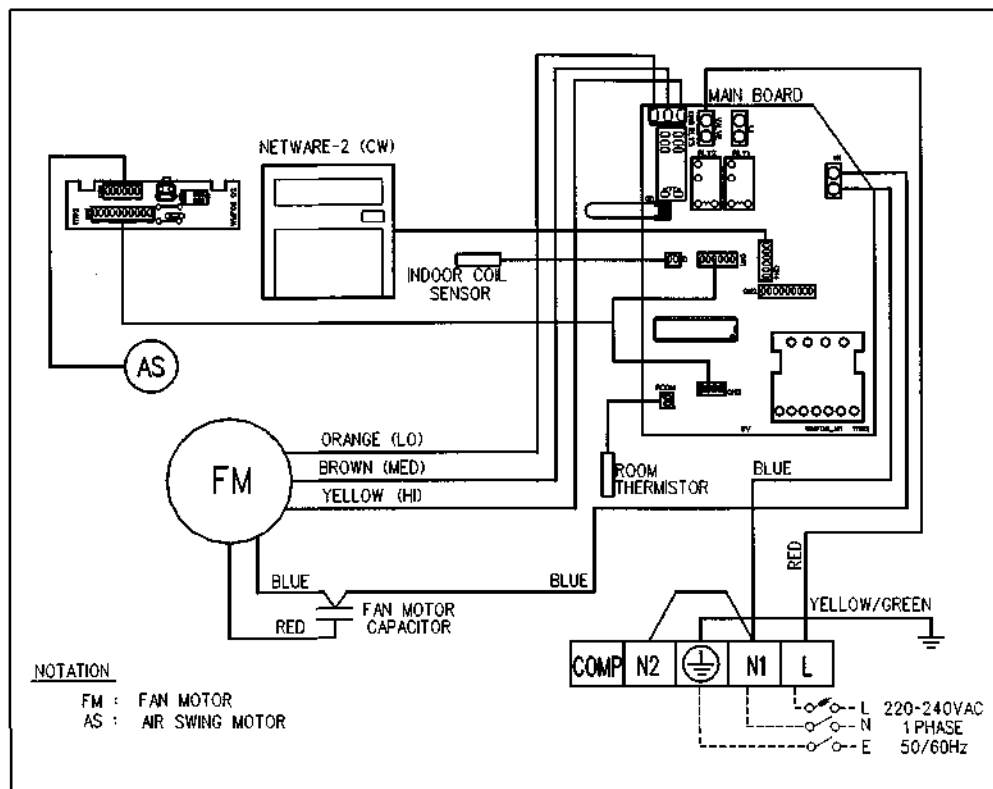
MODEL : AWM 05/0710/15FWN (G6 CONTROLLER)



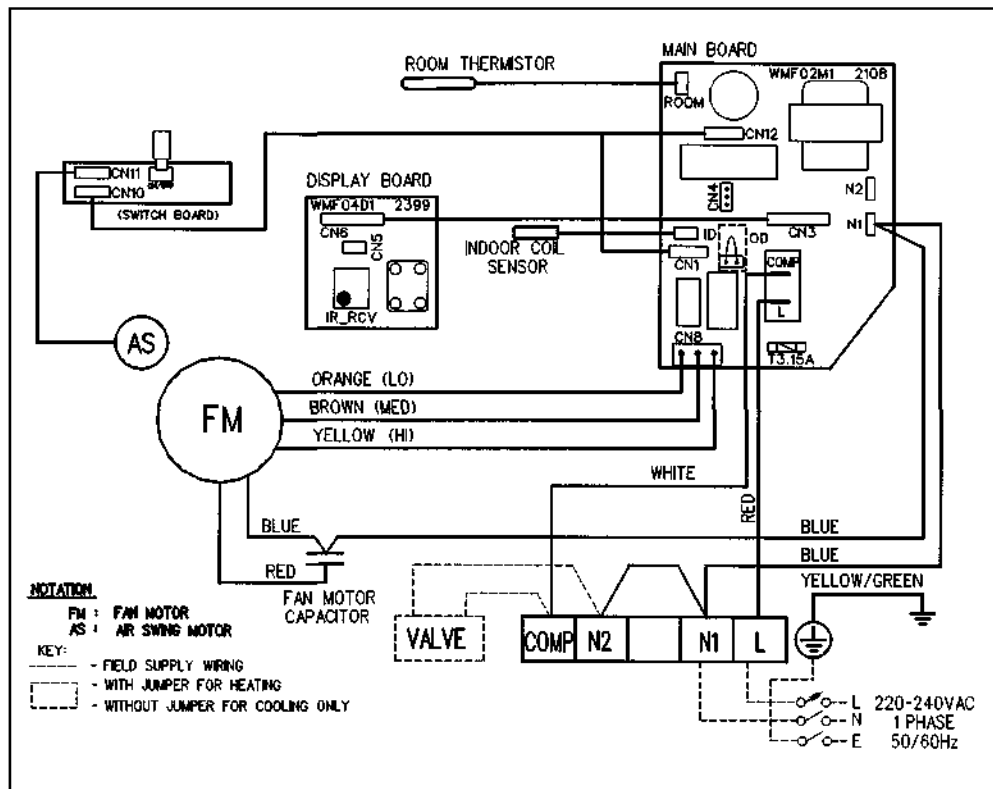
MODEL : AWM 05/07/10/15FWN (SLM-3)



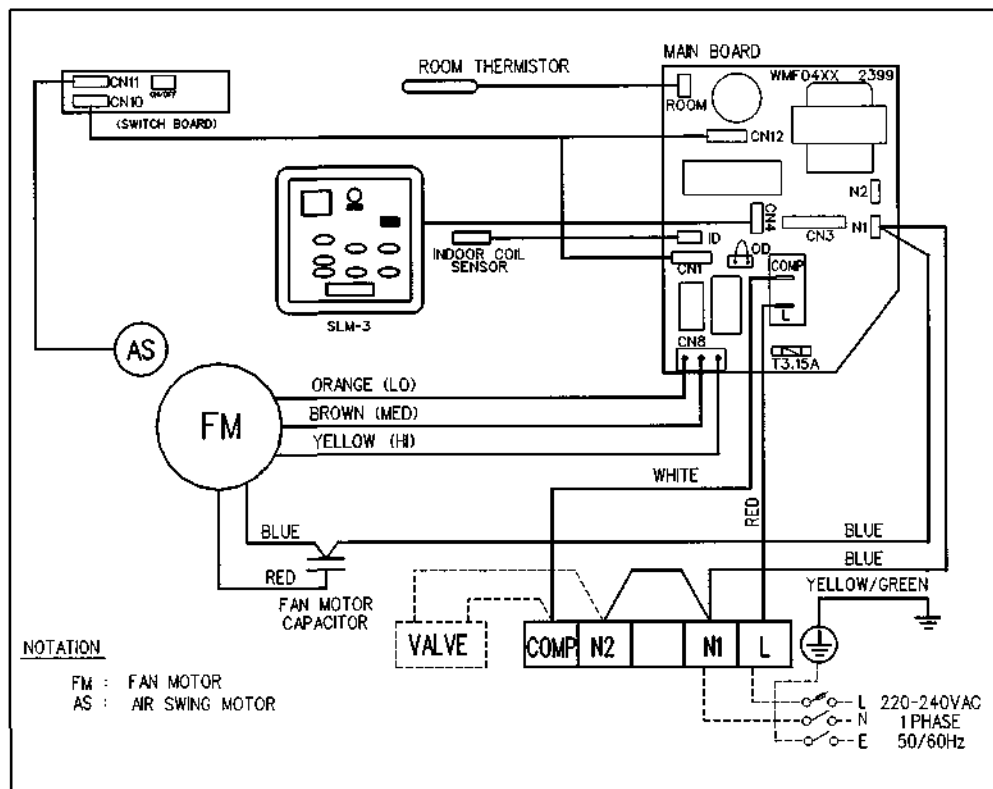
MODEL : AWM 05/07/10/15FWN (NETWARE 2)



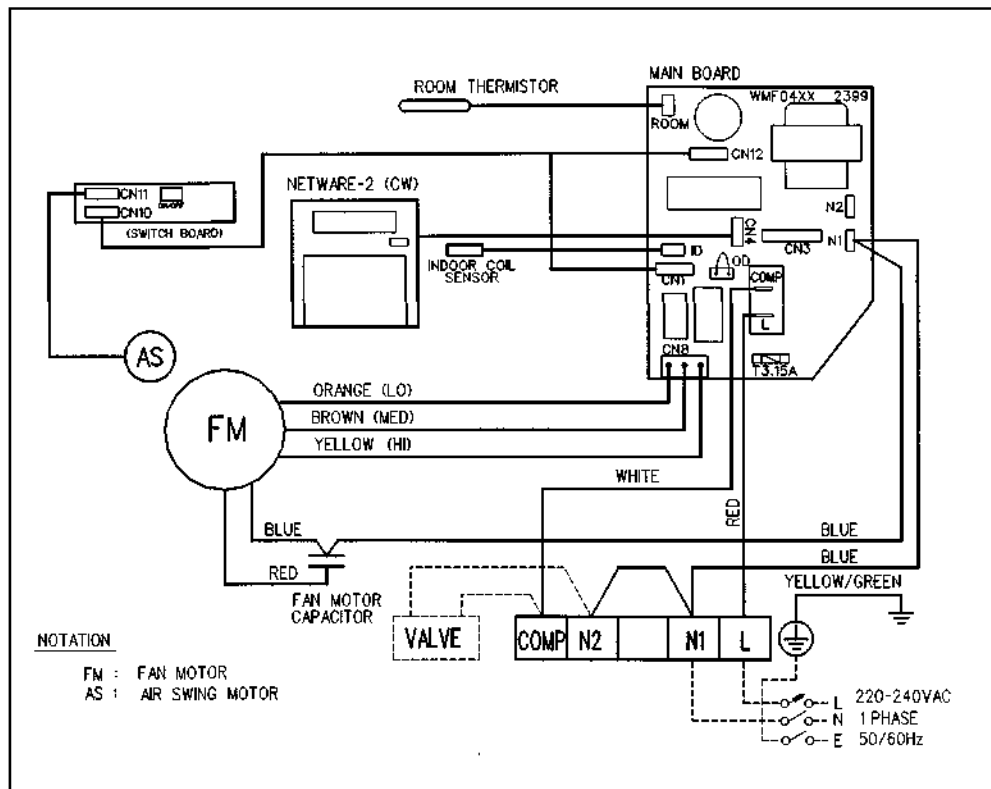
MODEL : AWM20/25FW (G6 CONTROLLER)



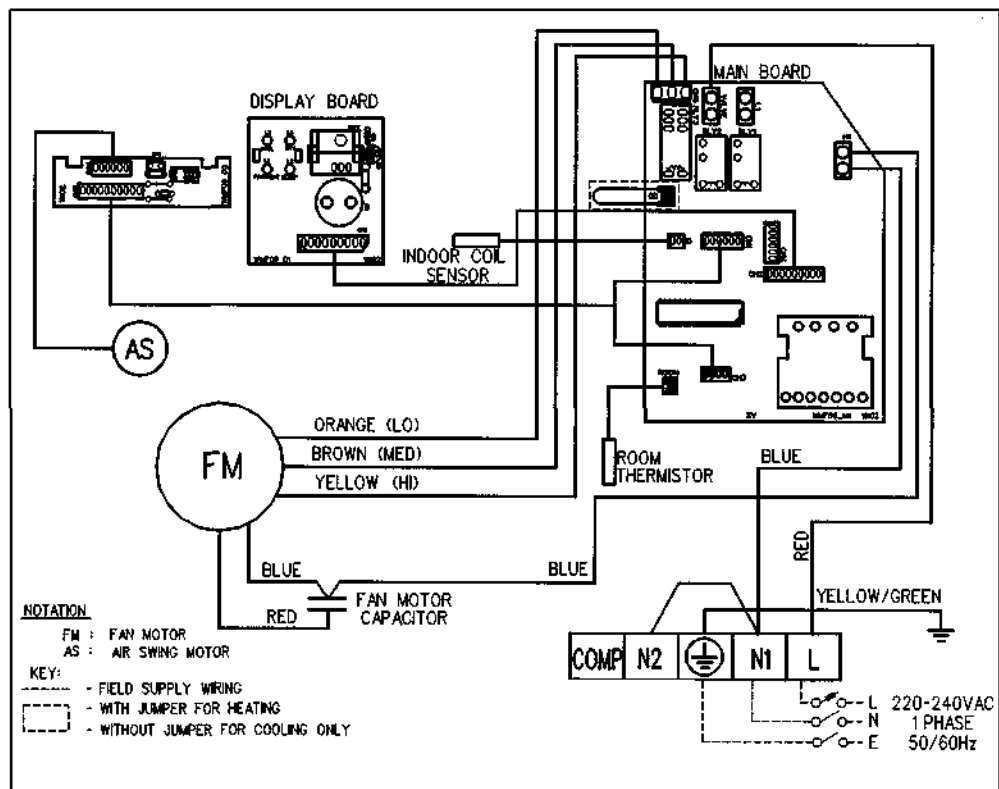
MODEL : AWM20/25FW (SLM-3)



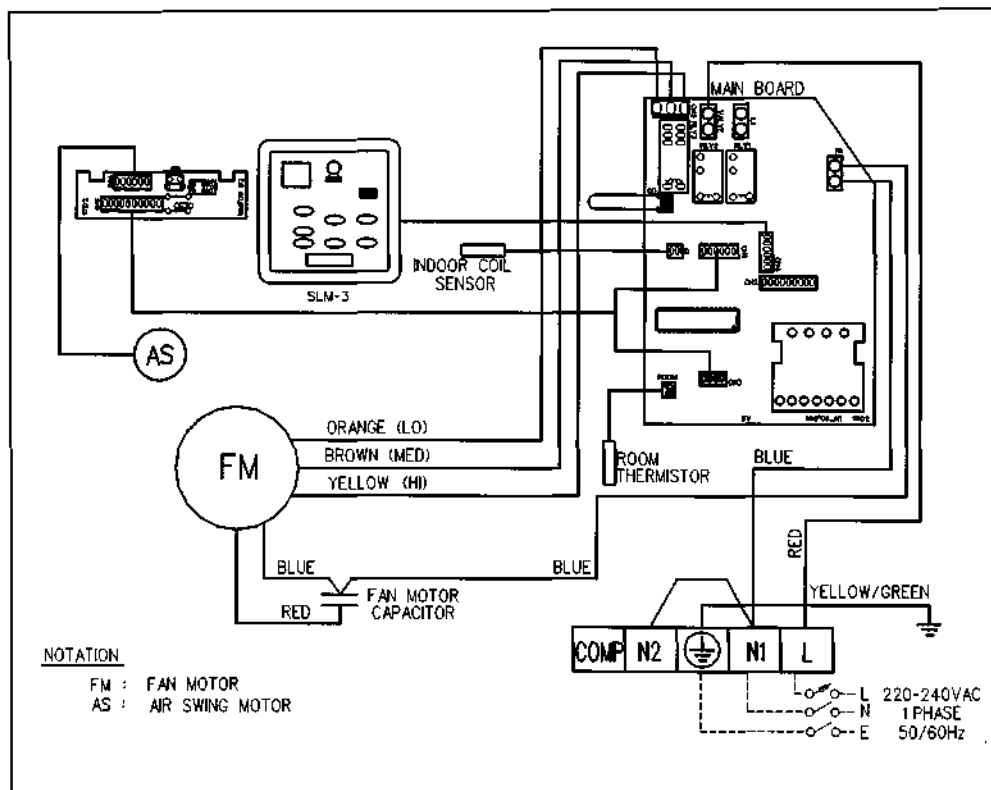
MODEL : AWM20/25FW (NETWARE 2)



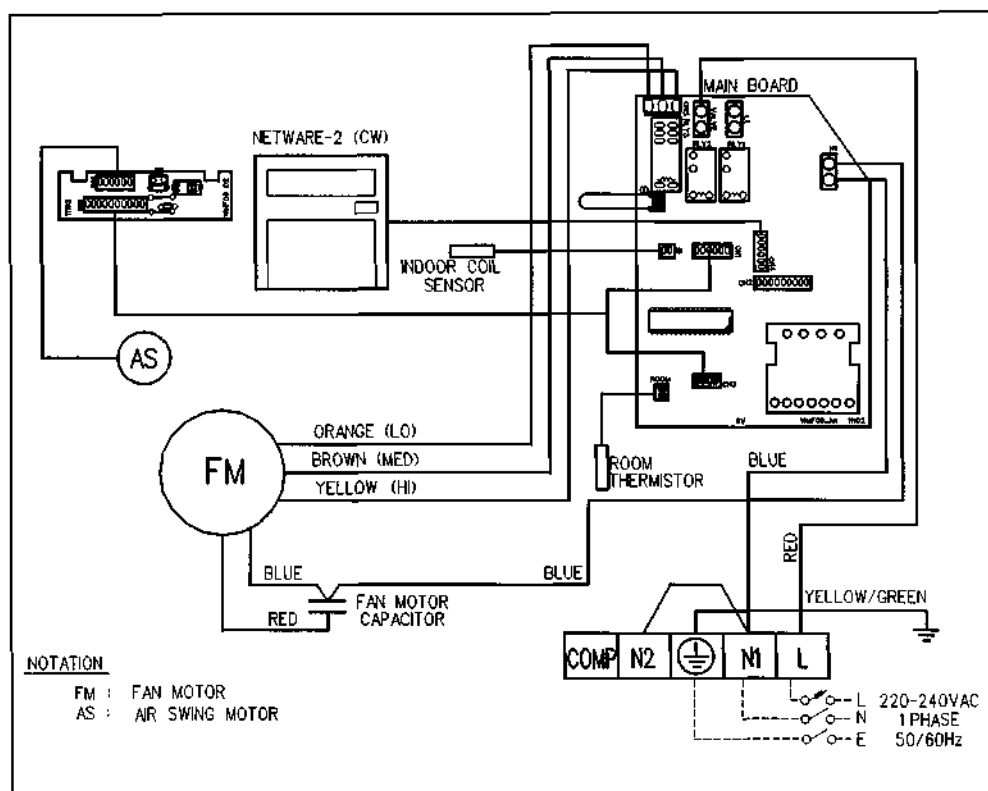
MODEL : AWM20/25FWN (G6 CONTROLLER)



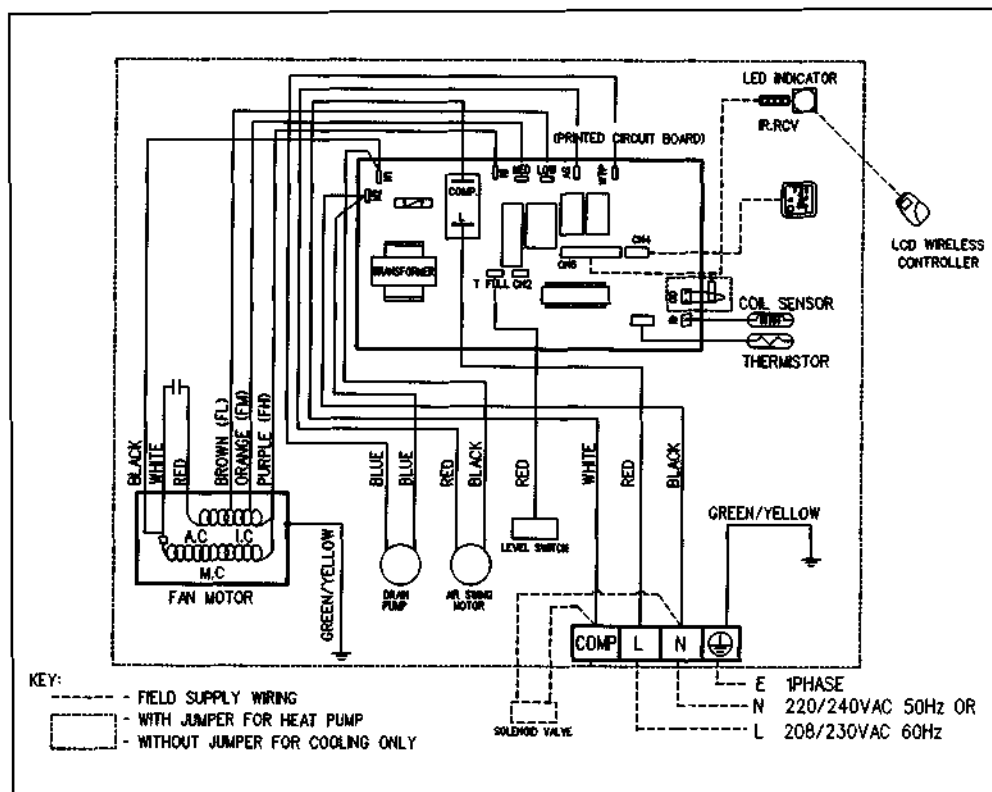
MODEL : AWM20/25FWN (SLM-3)



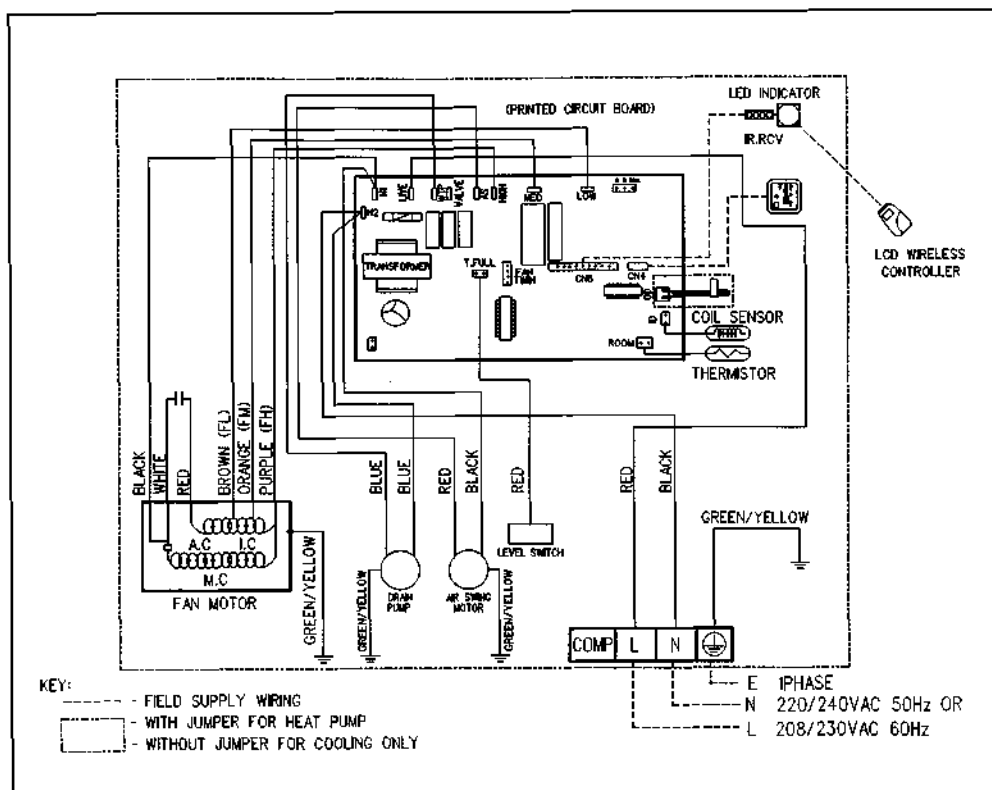
MODEL : AWM20/25FWN (NETWARE 2)



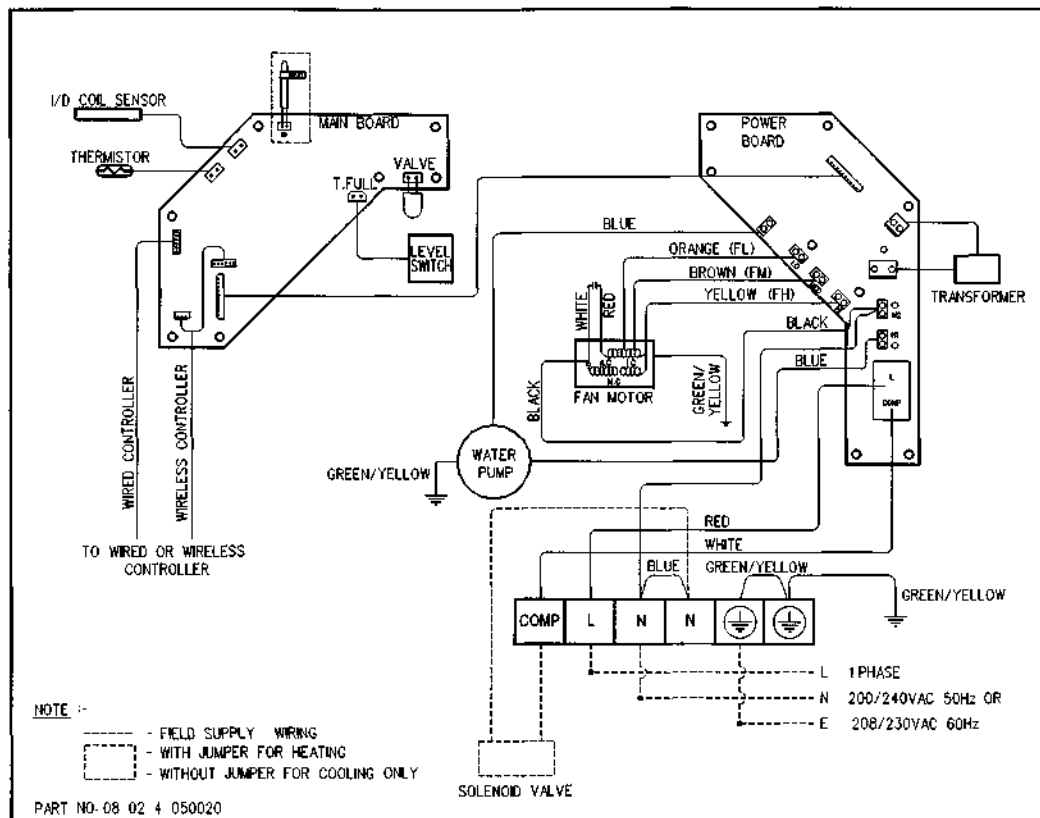
MODEL : ACK20/25/30/40/50AW C/W G6 CONTROLLER OR NETWARE-1 CW WIRED CONTROLLER



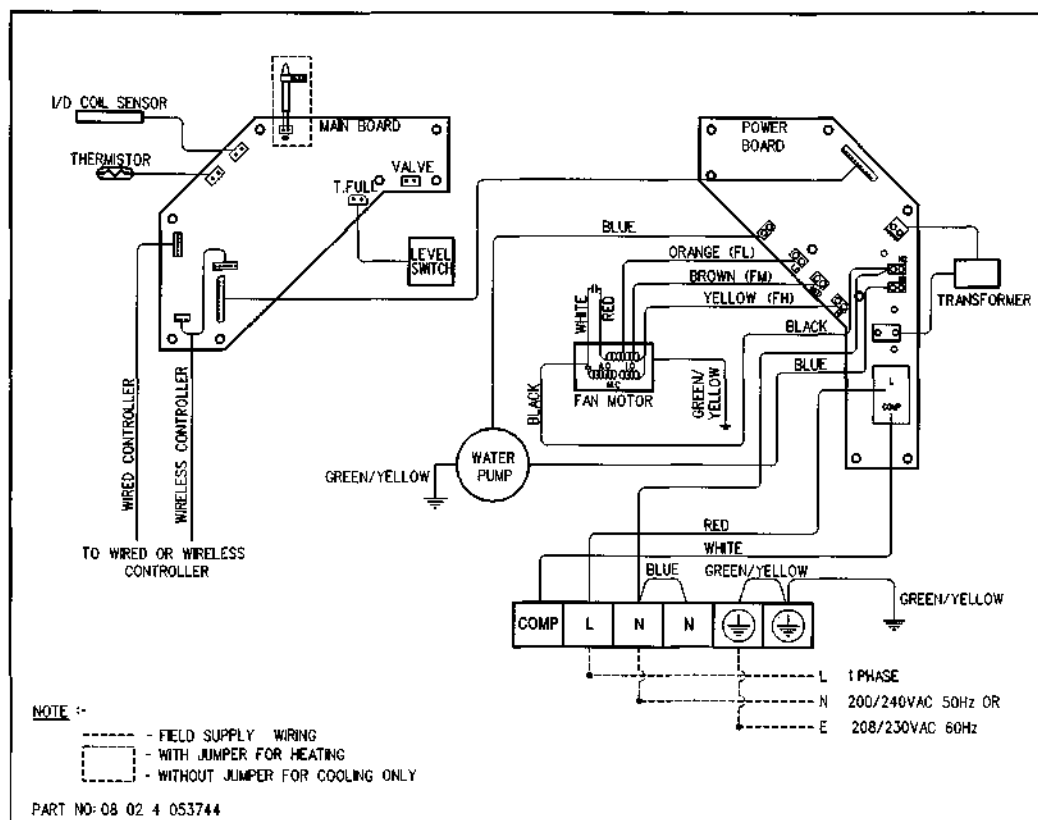
MODEL : ACK20/25/30/40/50AWN (WITH W1V3 CONTROLLER WITHOUT VALVE)



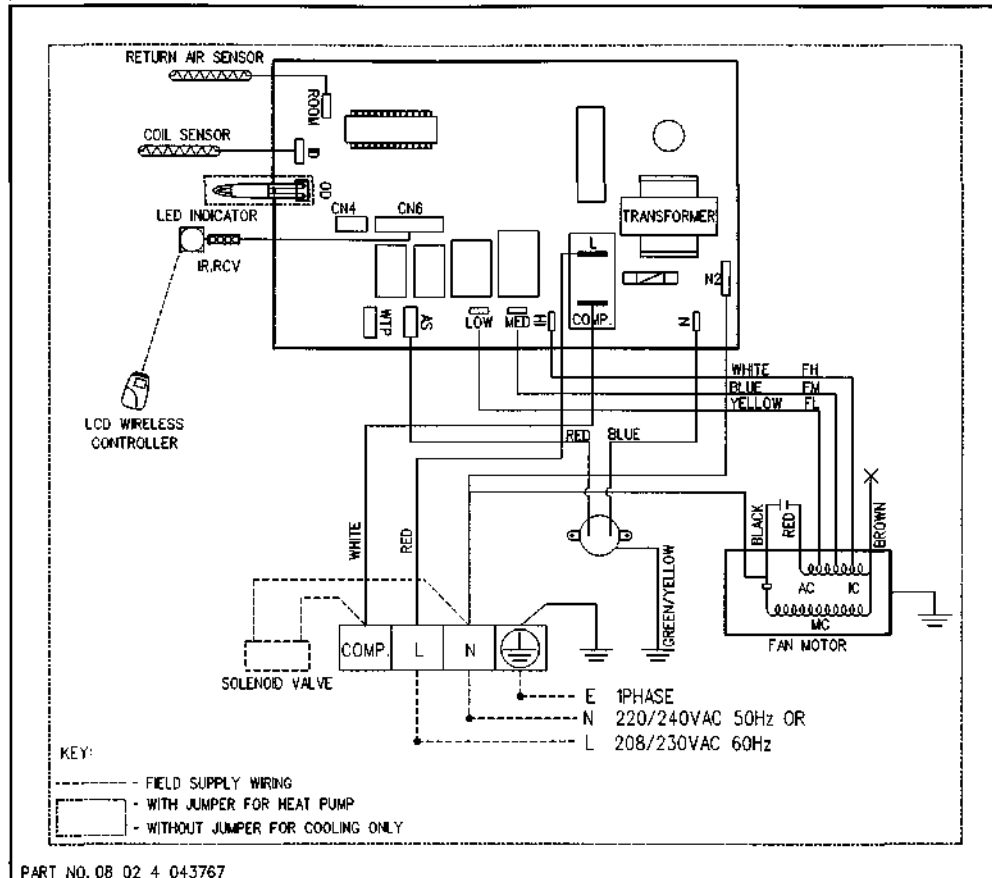
MODEL : ACK15/20/25/30BW



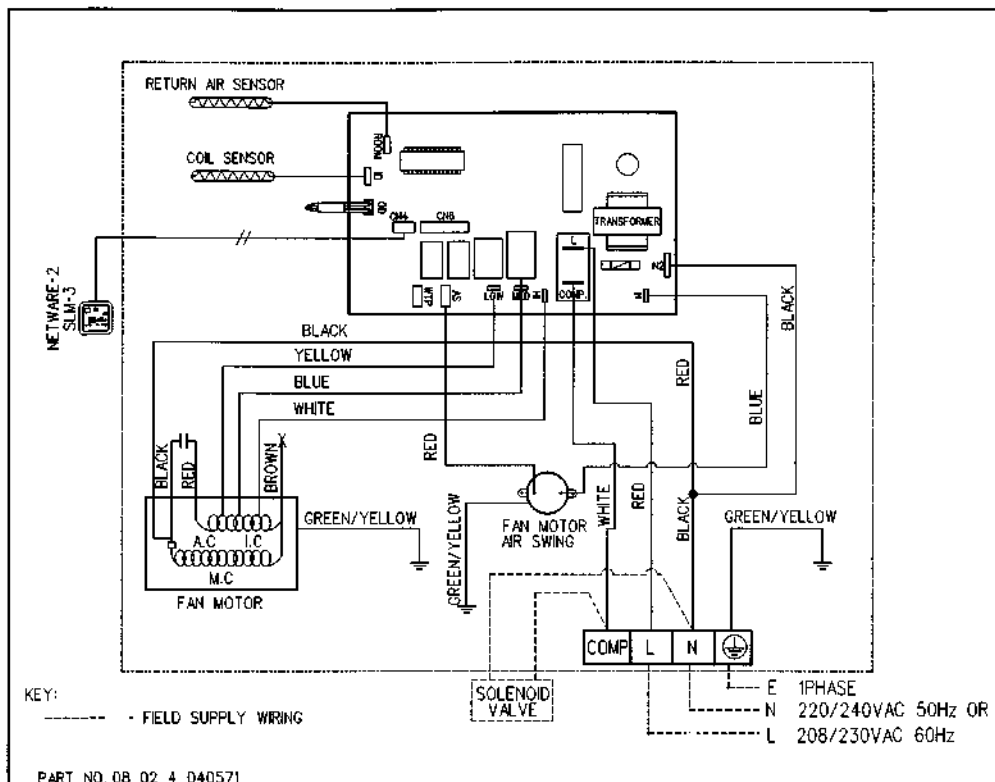
MODEL : ACK15/20/25/30BWN (W1V3 VALVELESS)



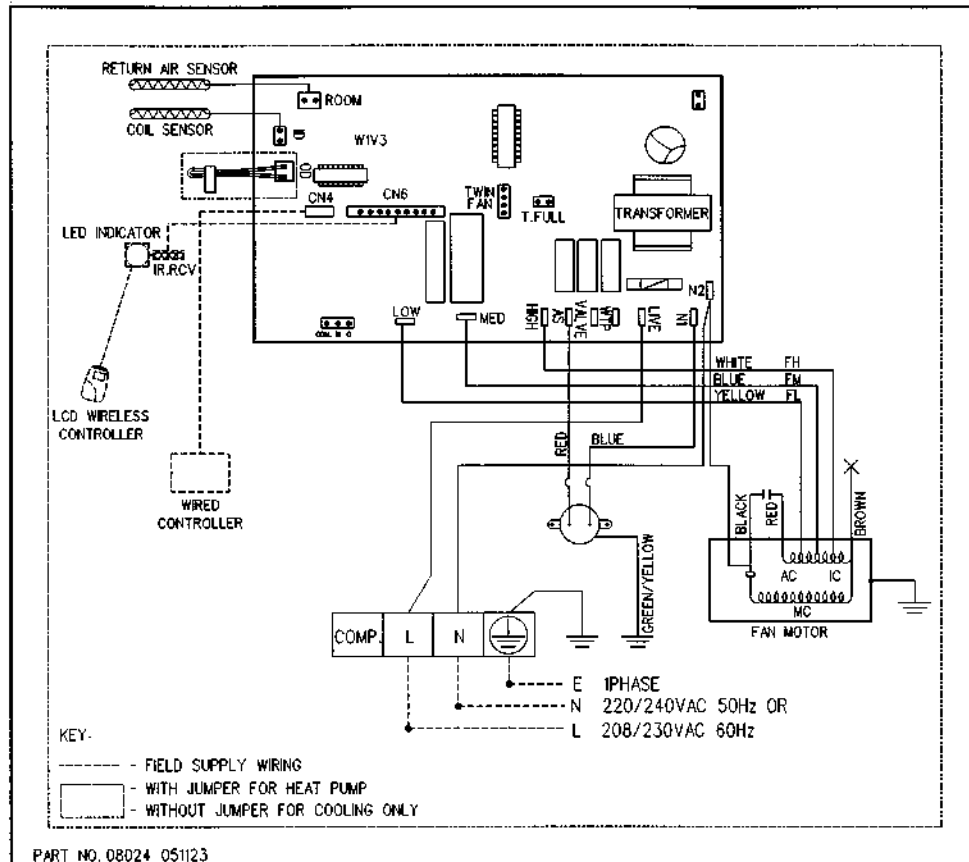
MODEL : RCM20/25/30/40/50DW (G6 CONTROLLER)



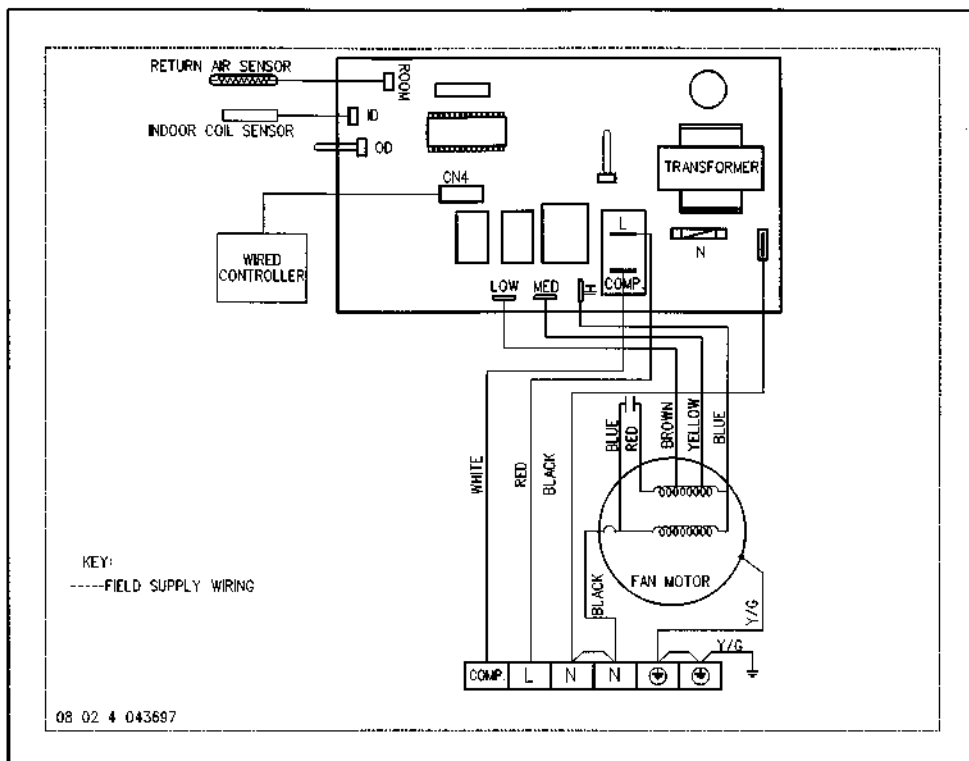
MODEL : RCM20/25/30/40/50DW (NETWARE 2)



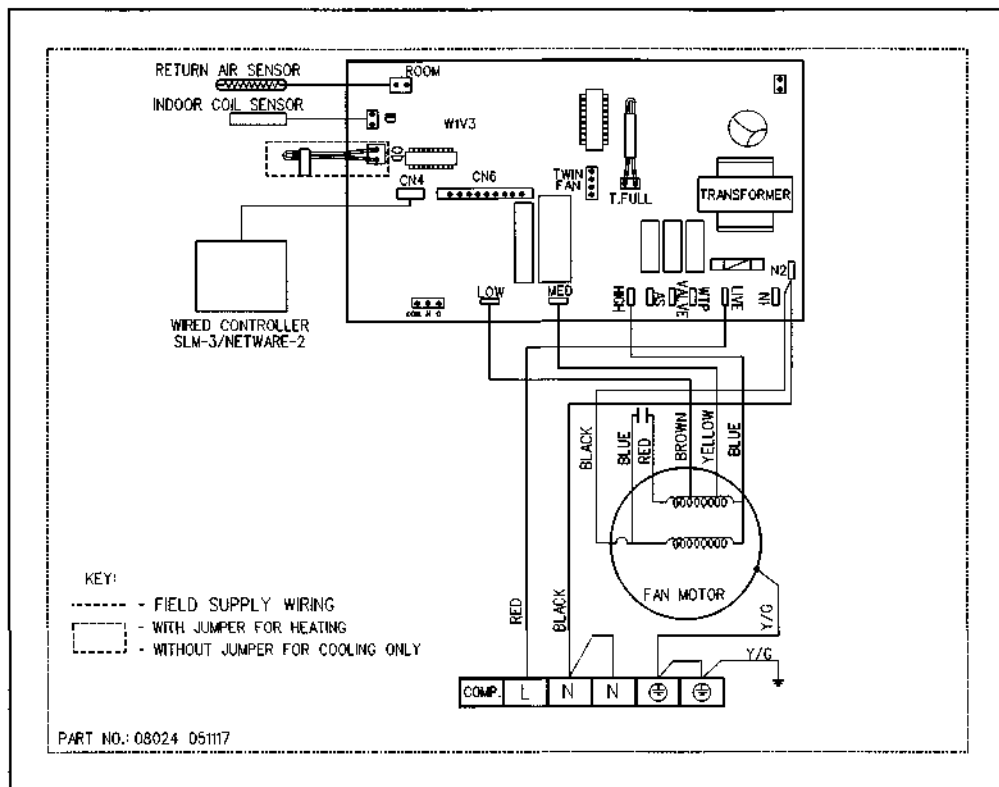
MODEL : RCM20/25/30/40/50DWN



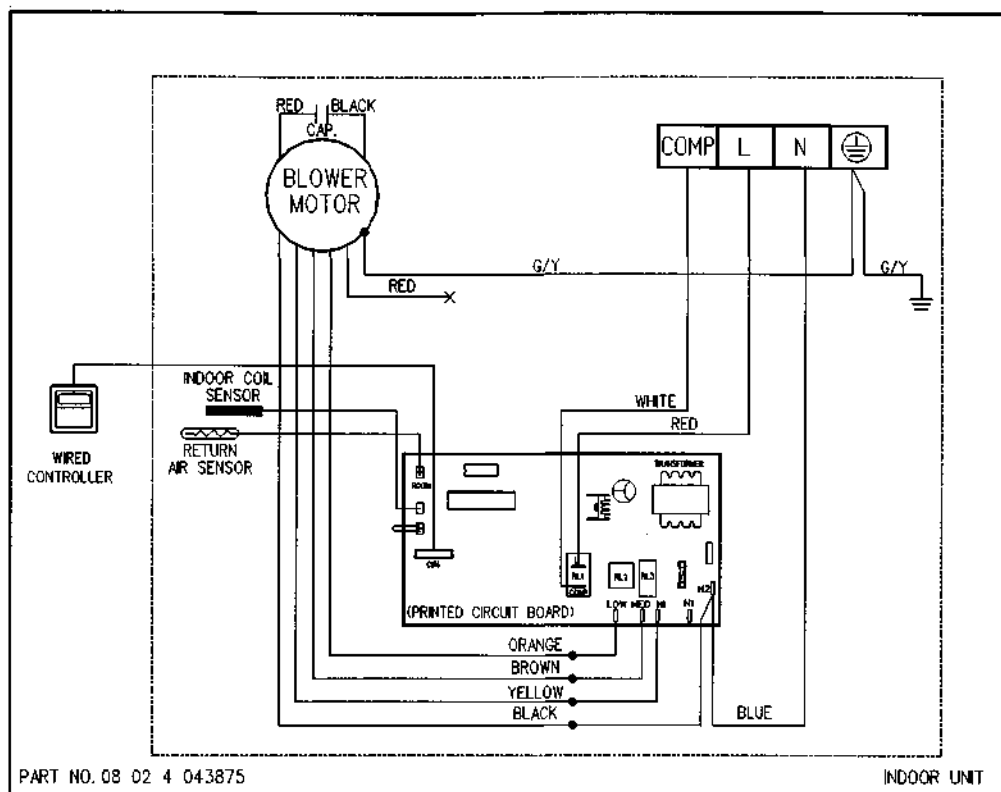
MODEL : ACC10/15/20/25CW (NETWARE 2 / SLM-3)



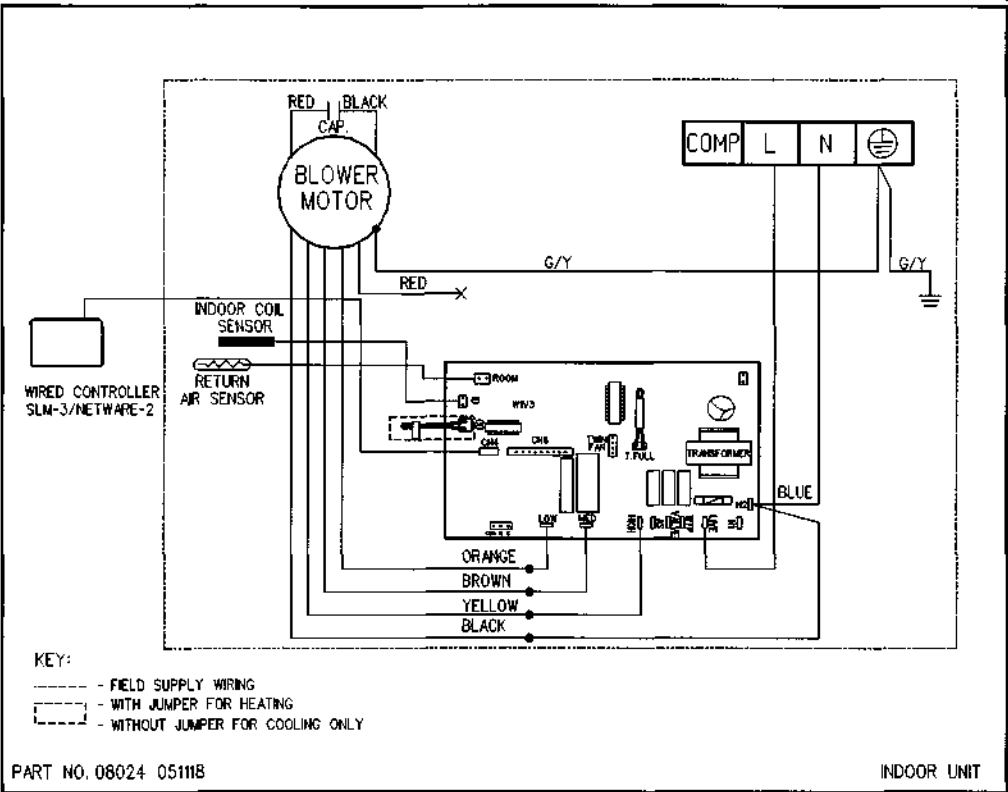
MODEL : ACC10/15/20/25CWN



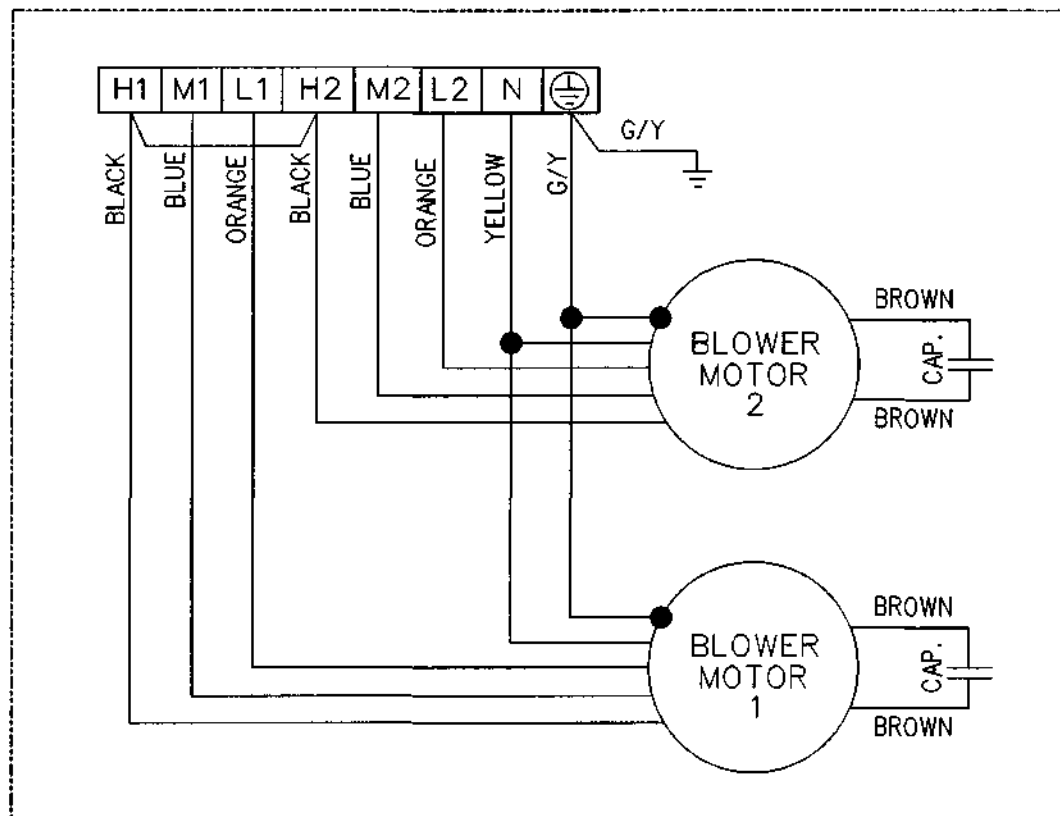
MODEL : ACC28/30/38/40/50/60CW



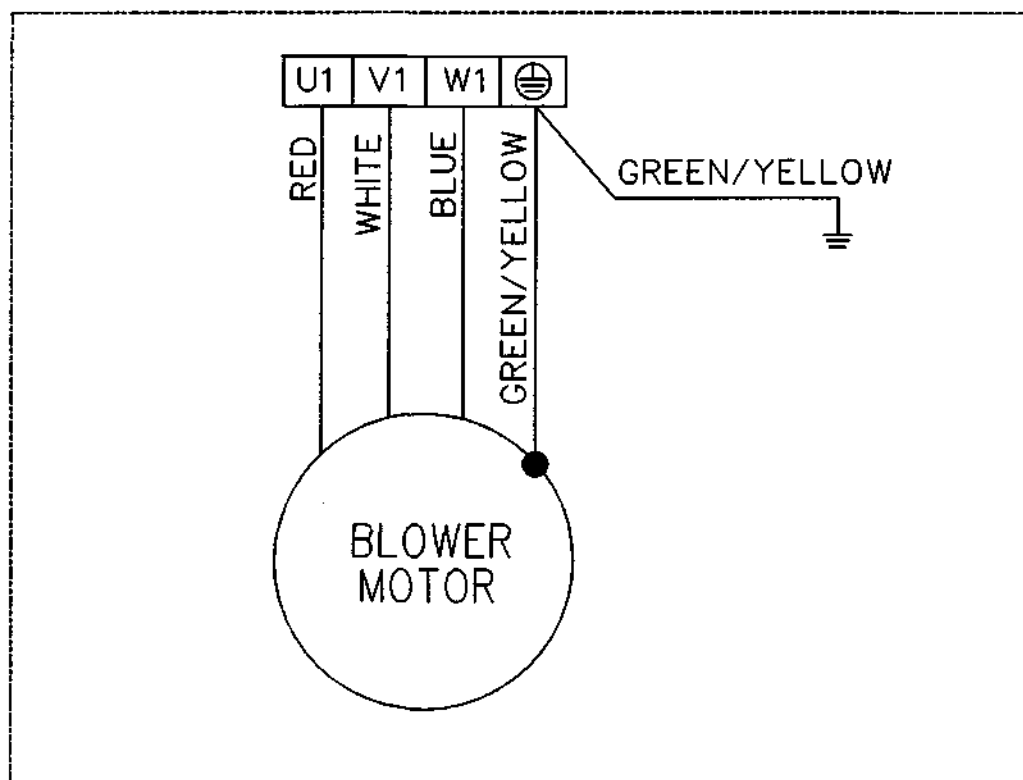
MODEL : ACC28/30/38/40/50/60CWN



MODEL : ADB75/100BW - WITHOUT CONTROLLER



MODEL : ADB125/150BW - WITHOUT CONTROLLER



9. CONTROLLERS

TYPE OF CONTROLLER VS TYPE OF FAN COIL

MODELS	STANDARD CONTROLLER	OPTIONAL CONTROLLER
ACK20~50AW	G6 WIRELESS CONTROL	NETWARE 2 CW (WIRED CONTROLLER)
RCM20~50DW	G6 WIRELESS CONTROL	NETWARE 2 CW (WIRED CONTROLLER)
ACC10~60CW	NETWARE 2 CW (WIRED CONTROLLER)	-
ADB75~150BW	WITHOUT CONTROLLER	-

SELF DIAGNOSIS TABLE

Wireless		Wired	Operation / Faulty Indication
Power LED	Other LEDs	7 Segment Display	
Blinks 4 times	Fan blinks	E1 Blinking	Room sensor contact loose / short
Blinks 4 times	Sleep blinks	E2 Blinking	Indoor coil sensor contact loose / short
Blinks 1 time	Cool blinks	E4 Blinking	Pipe water temperature fault
Blinks 2 times	Cool & Fan blinks	E6 Blinking	Pump faulty

OPERATION GUIDE FOR G6

7 FAN SPEED AND VENTILATION MODE SELECTION

- Press the button until the desired fan speed is achieved.

8 SIGNAL TRANSMISSION INDICATION

- Blink to confirm the last setting has been send to the unit.

2 TEMPERATURE SETTING

- Set the desire room temperature.
- Press button to increase or decrease the set temperature. Setting range are between 16°C to 30°C setting (60°F to 80°F)(Optional setting from 20°C to 30°C).
- Press Δ or ∇ button simultaneously will toggle the temperature setting between °C and °F.

6 OPERATION MODES

- Press the "mode" button for select the type of operating mode.
- Cooling only unit: Cool→Dry→Fan.
- Heating cycles: Cool→Dry→Heat→Fan.

5 TIMER SETTING

- Press set button to activate the timer setting (from 1 hour to 15 hour) of the air conditioning unit. It will be in "On" or "Off" condition after the set time depending to the current condition (either from "On" to Off" or vise versa)
- To cancel the timer setting, press the button continuously until the timer display goes off.

4 SLEEP MODE

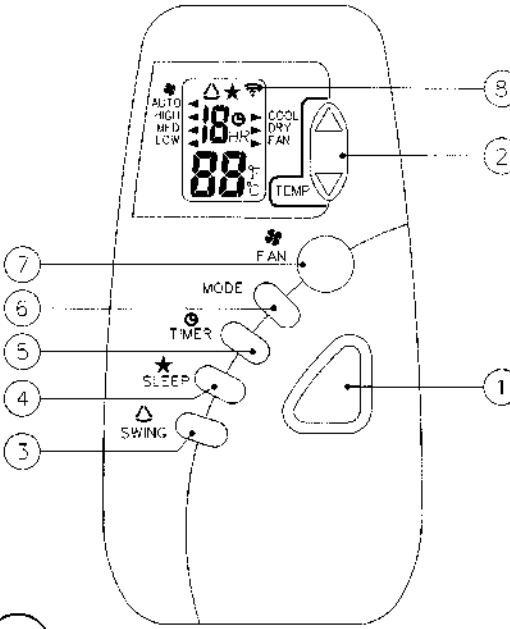
- Press the button to activate sleep mode. This mode can only be activated while in cooling or heating mode operation. If it is activated in "COOL" mode, the set temperature will be increase 0.5°C after 30 minutes, 1°C after 1 hour and 2°C after 2 hours.

3 AUTOMATIC AIR SWING

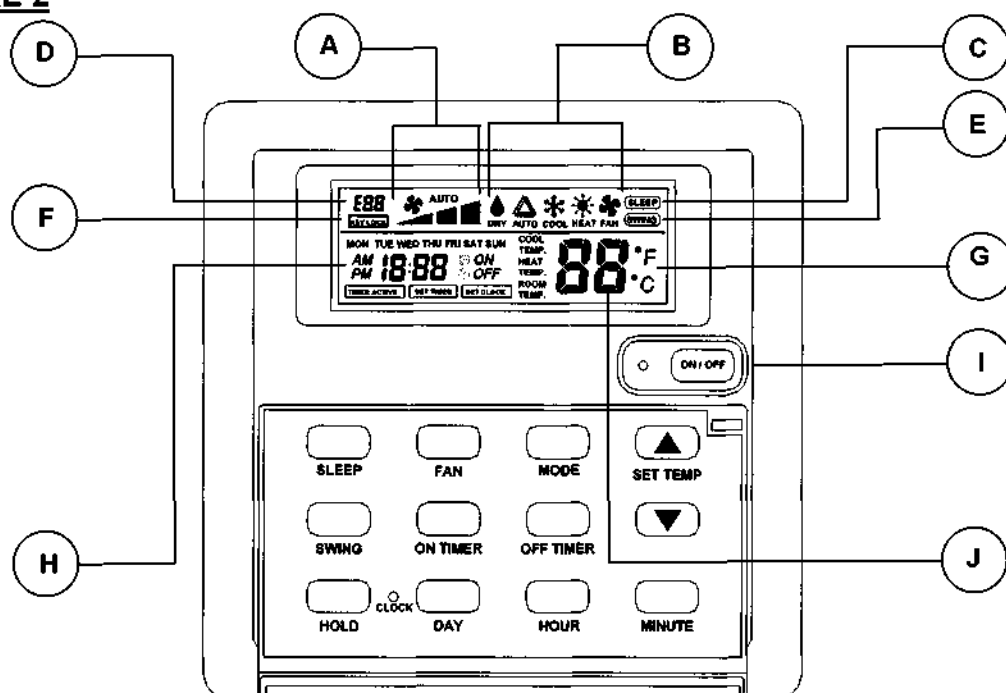
- Press the button to activate the automatic air swing function. The swing angle ranging from horizontal to 25° to bottom.

1 ON / OFF switch

- Press to start the air conditioner unit.
- Press again to stop the unit.



NETWARE 2



Display

A : Fan Speed Display

- Displays the fan speed setting (Auto/High/Medium/Low)

B : Operation Mode Display

- Displays the current mode of operation.

C : Sleep Display

- Display the sleep / energy saving status.

D : Error Display

E : Swing Display

- Display the air swing status.

F : Key Lock Display

- Display indicates when key lock function is activated.

G : °C or °F Display

- Display the temperature in °C or °F.

H : Current Time Start / Stop Time Display

- Display the current time as well as the start and stop time programmed.

I : On / Off Status Lamp Display

J : Set Temperature or Room Temperature Display

- Display the set or room temperature.

Other functions

- Last state memory using battery back up.

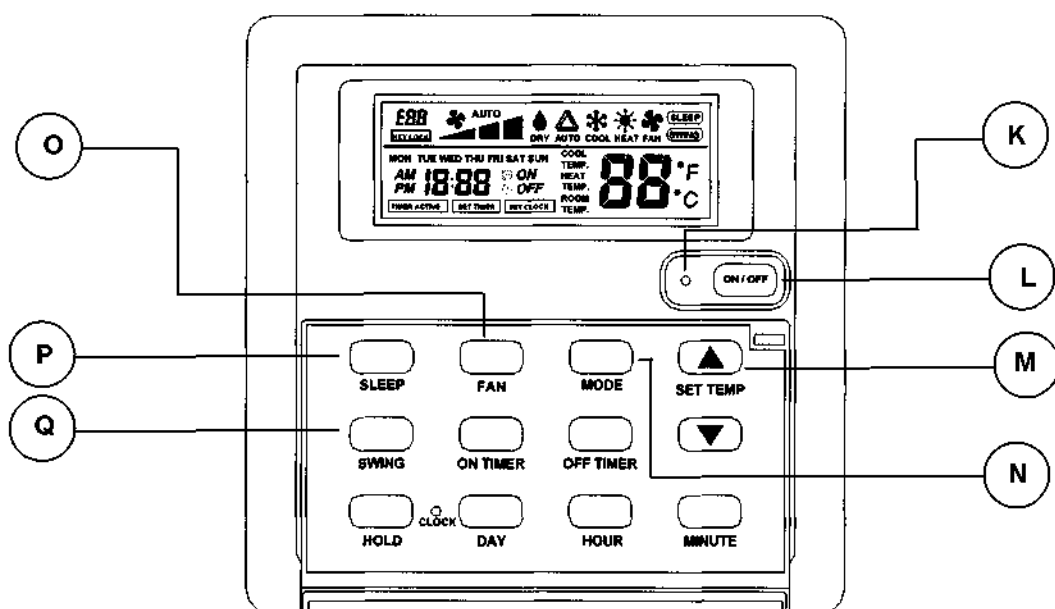
For 7-days programmable time option, battery back up is used to retain the last state data.

Units without battery back up will depend on the EEPROM on the main board.

- Error Indicator

Error code will be shown for any abnormal condition detected.

Refer to main board error codes for detail.



Operation

K : Operating Lamp

L : On / Off

- *Starting operation :*
When the unit is off, press the ON/OFF button. The operation LED lights and the unit will be turned on.
- *Stopping operation :*
When the unit is on, press the ON/OFF button. The operation LED is extinguished and controls are turned off.

M : Set Temperature

- Press this button to set the temperature. By pressing up or down once, temperature changes by 1°C (or 1°F).
- The temperature range is 16°C to 30°C (60°F to 85°F).
- In FAN mode, temperature can not be set.
- Pressing up and down buttons simultaneously will toggle the temperature unit between °C and °F.
- When set temperature button is pressed, the set temperature will be displayed for 5 seconds. After that, room temperature will be displayed.

N : Mode

- Press MODE button to select operation mode from Cool, Heat, Auto, Dry and Fan. The display will show the selected mode.

O : Fan

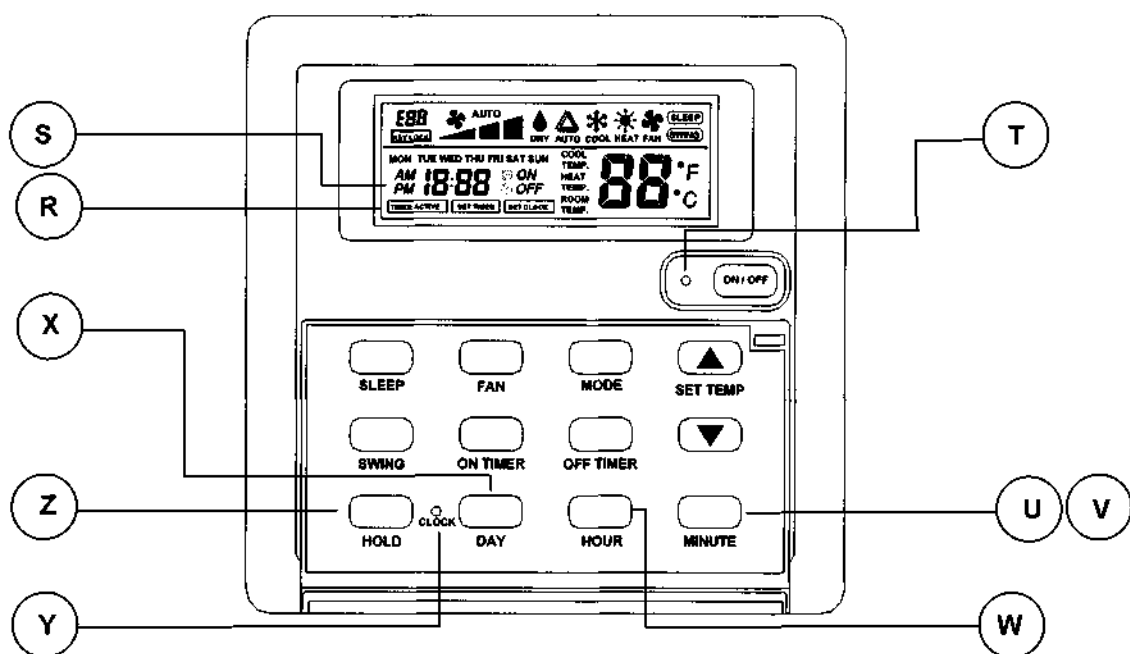
- Press FAN button to select Auto, High, Medium or Low fan speed.

P : Swing

- Press SWING button to activate the air sweep function.

Q : Sleep

- Press SLEEP button to activate the sleep or energy saving mode.



R : Timer Hold / Resume Display

S : Current Time Display

T : Operating Lamp

U : Key Lock

- This feature protects the controls from being tampered with by children or unauthorized persons.
- To activate, press the **MINUTE** button three times consecutively. 'KEY LOCK' symbol will appear on the LCD display.
- During this time, ON/OFF button and FAN button can be used.
- To cancel this feature, press the **MINUTE** button again three times consecutively.

V : Minute

- When the control is in set clock or set timer mode, pressing the **HOUR** button will change the set hour.

W : Hour

- When the control is in set clock or set timer mode, pressing the **HOUR** button will change the set hour.

X : Day

- When the control is in set clock or set timer mode, pressing the **DAY** button will change the set day.

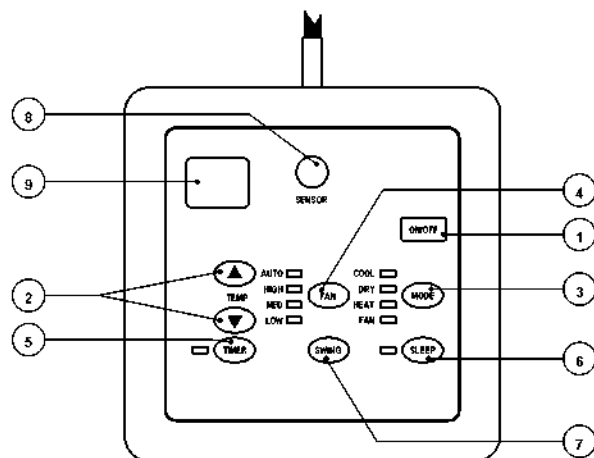
Y : Clock

- Press button once to set the clock mode.
- Press button again to disable the clock mode.
- When the clock mode is activated, the time and date can be set or changed by pressing the **DAY**, **HOUR** or **MINUTE** buttons.

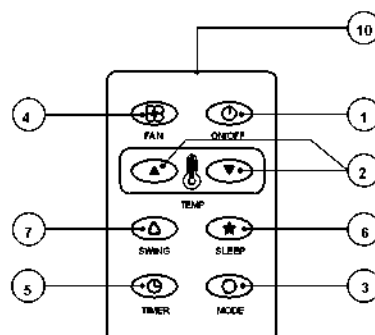
Z : Timer Hold / Resume

- If 7-days timer is set, the word 'TIMER ACTIVE' is displayed.
- To clear the timer setting, press and hold the **HOLD** button for 2 to 3 seconds until the word 'TIMER ACTIVE' is no longer displayed.
- To resume the timer setting after the timer has been placed on hold, press and hold the **HOLD** button again for 2 to 3 seconds until the word 'TIMER ACTIVE' is displayed.

SLM 3 WIRED CONTROLLER



SLM



AC5300 (OPTIONAL)

1. "ON/OFF" switch

- Press to start the air conditioner unit.
- Press again to stop the unit.

2. Temperature setting

- Set the desired room temperature.
- Press button to increase or decrease the set temperature. Setting range are between 16°C to 30°C (60°F to 80°F).

3. Operation Modes

- Press the "mode" button for select the type of operating mode.
 - Cooling Only :
COOL, DRY, FAN
 - Heat Pump :
AUTO, COOL, DRY, HEAT, FAN
(AUTO mode is represented by both COOL and HEAT LED light on)

4. Fan Speed selection.

- Press the button until the desired fan speed is achieved.

5. Timer.

- Press the set button to select the switch timer of the air conditioner unit (the setting range is between 1 to 10 hours).

6. "Sleep" mode

- Press button to activate the sleep function. This function can only be activated under "cool" or heating mode operation. When it is activated under "cool" mode operation, the set temperature will increase 0.5°C after 30 minutes, 1°C after 1 hour and 2°C after 2 hours. If it is activated under "HEAT" mode operation, the set temperature will be decreased 0.5° C after 30 minutes, 1° C after 1 hour and 2° C after 2 hours.

7. Air Swing

- Press button to activate the automatic air swing function.

8. Sensor

- Infra red sensor to receive signals from wireless controller.

9. LED display

- To display the set temperature (in ° C) and timer delay setting (in hours).

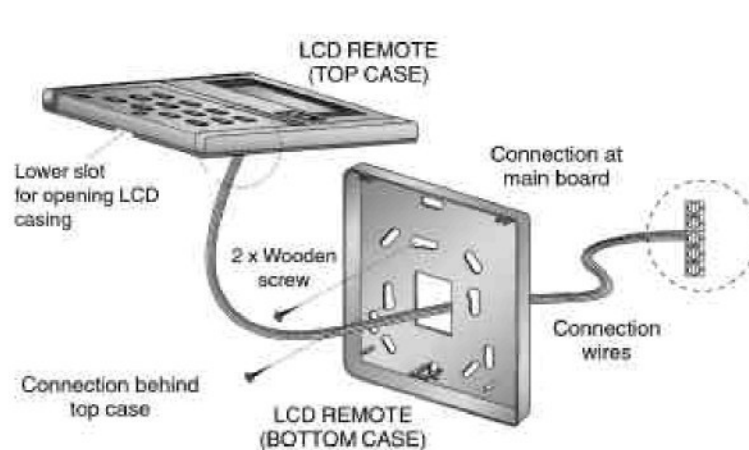
10. Transmission source

- To transmit signals to the air conditioner.

INSTALLATION OF LCD REMOTE CONTROLLER

STEP-BY-STEP GUIDE

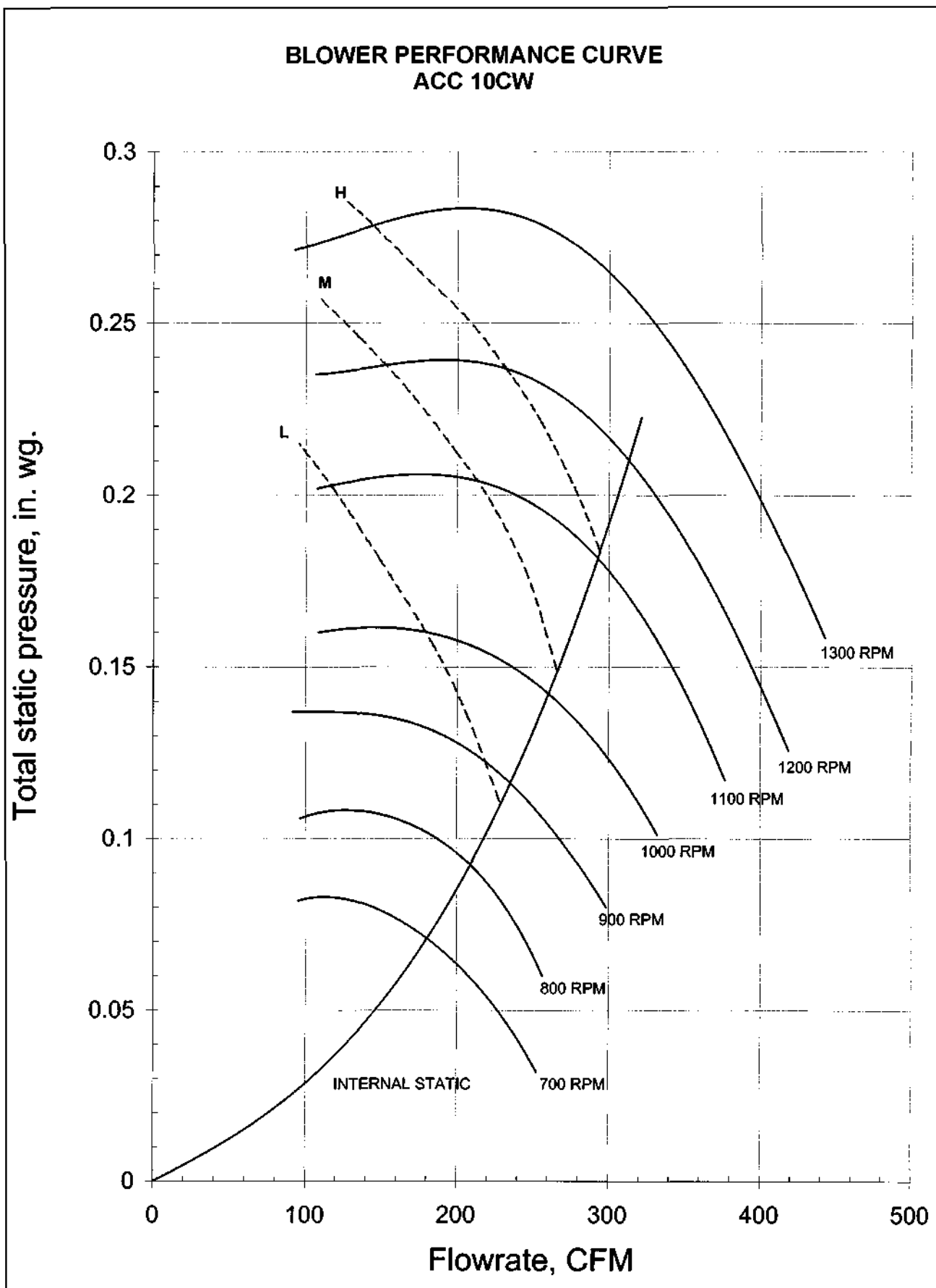
- i) First, open up the casing of the LCD remote controller into its top and bottom case using a screwdriver.
To do this, insert the screwdriver into the lower slot and slide it in the outward direction.
- ii) Fix the bottom case onto the wall with the 2 wooden screws provided. Then, insert the 4 connecting wires (from the main board) through the slot on the lower center of the case as shown below.
- iii) Connect one end in each of the 3 wires to the terminal block behind the top case as illustrated.
- iv) To select cooling only model or heatpump model, some adjustment required in the dip switch setting.
- v) Fasten back the top and bottom case into place. Hook the two upper claws into their respective slots and snap the lower part shut.



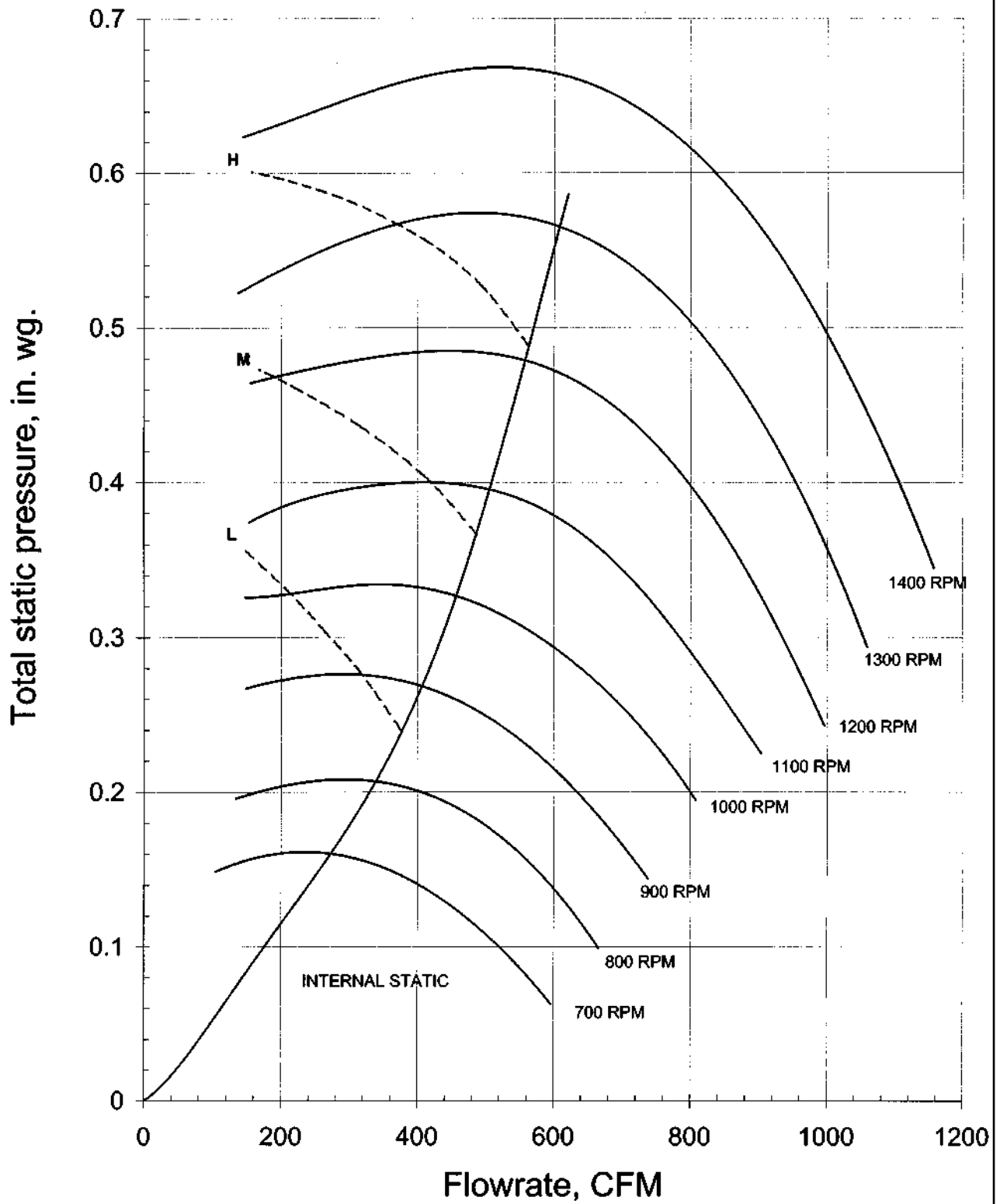
Dip switch setting for model selection

Pin	Function	Remarks
JH & JD	RESERVE	JH-OFF, JD-OFF
	COOL, DRY, FAN	JH-OFF, JD-ON
	COOL, DRY, FAN, HEAT	JH-ON, JD-OFF
	COOL, DRY, FAN HEAT, AUTO	JH-ON, JD-ON
RTC	NO REAL TIME CLOCK	RTC-OFF
	REAL TIME CLOCK	RTC-ON
NO DRY	WITHOUT DRY FUNCTION	NO DRY-ON
	DRY FUNCTION	NO DRY-OFF

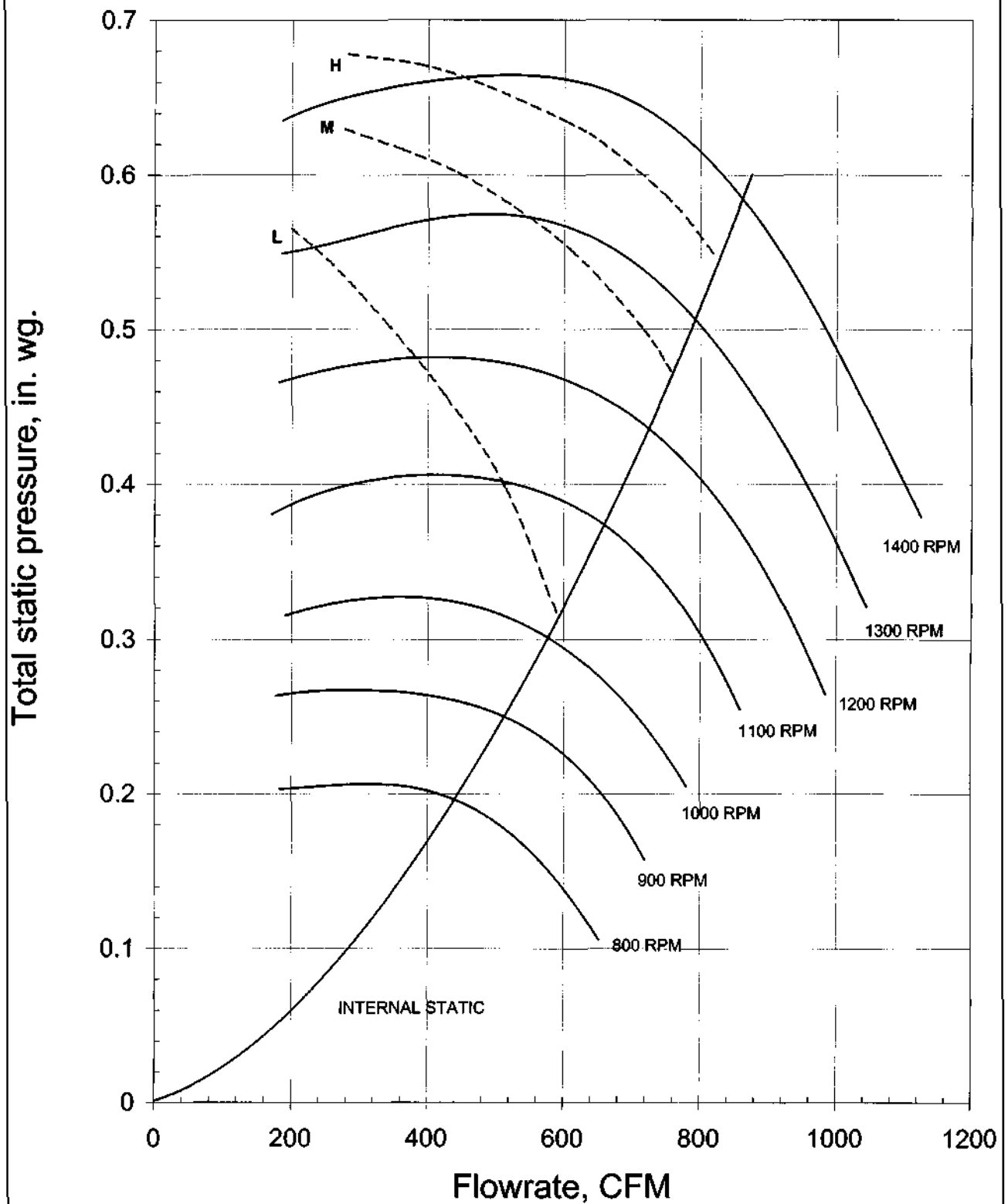
10. BLOWER PERFORMANCE CURVES



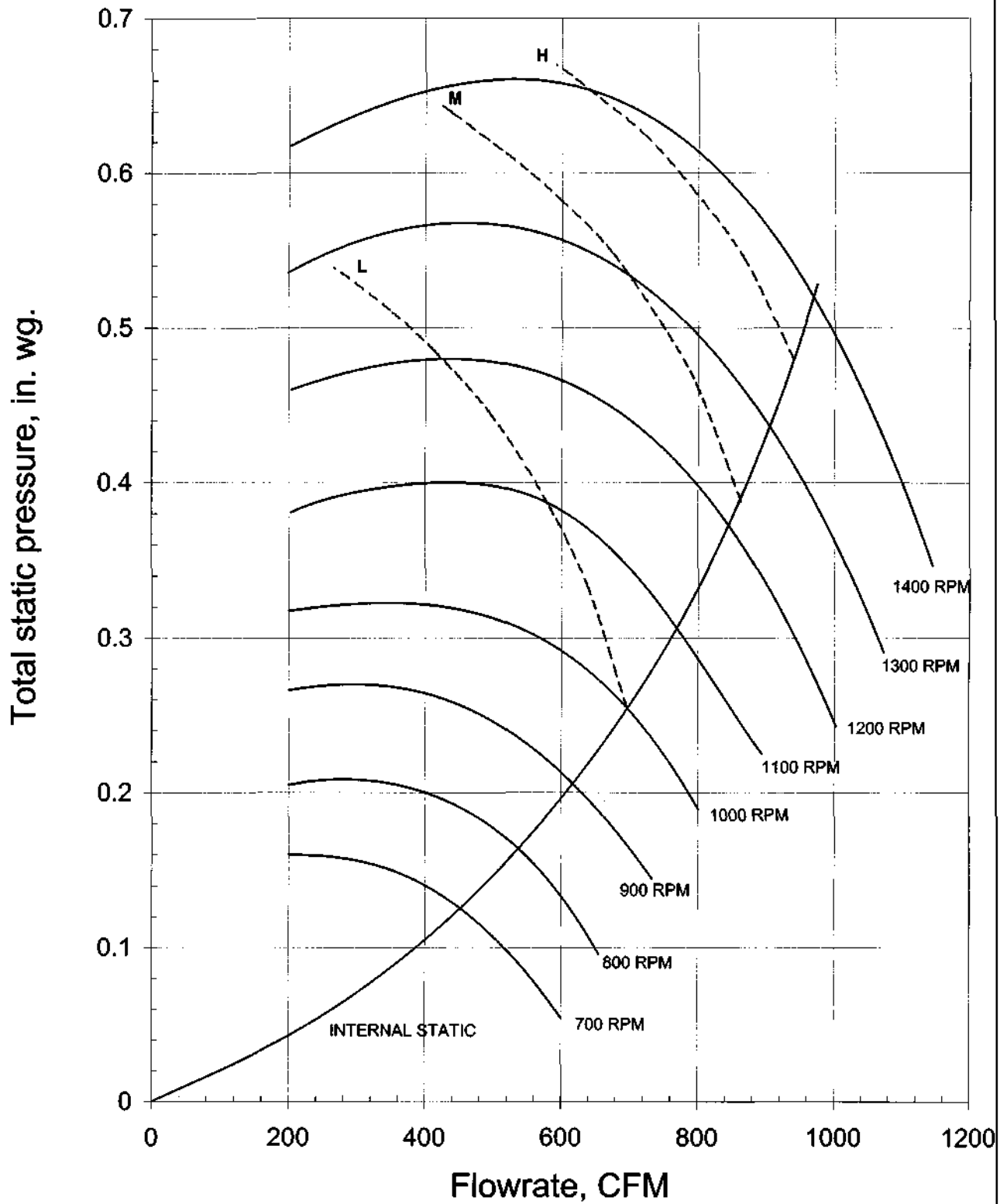
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 15CW**



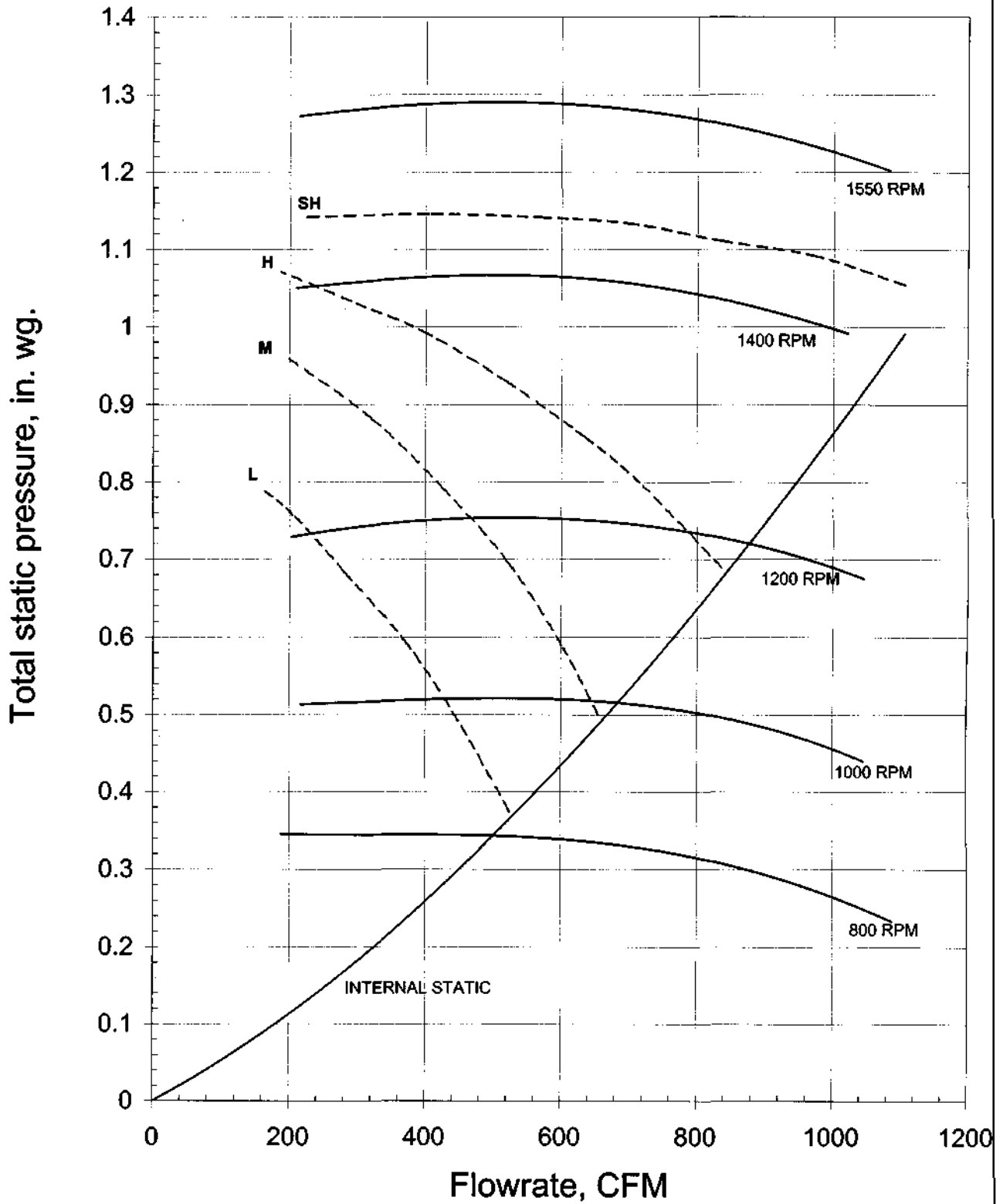
BLOWER PERFORMANCE CURVE ACC 20W



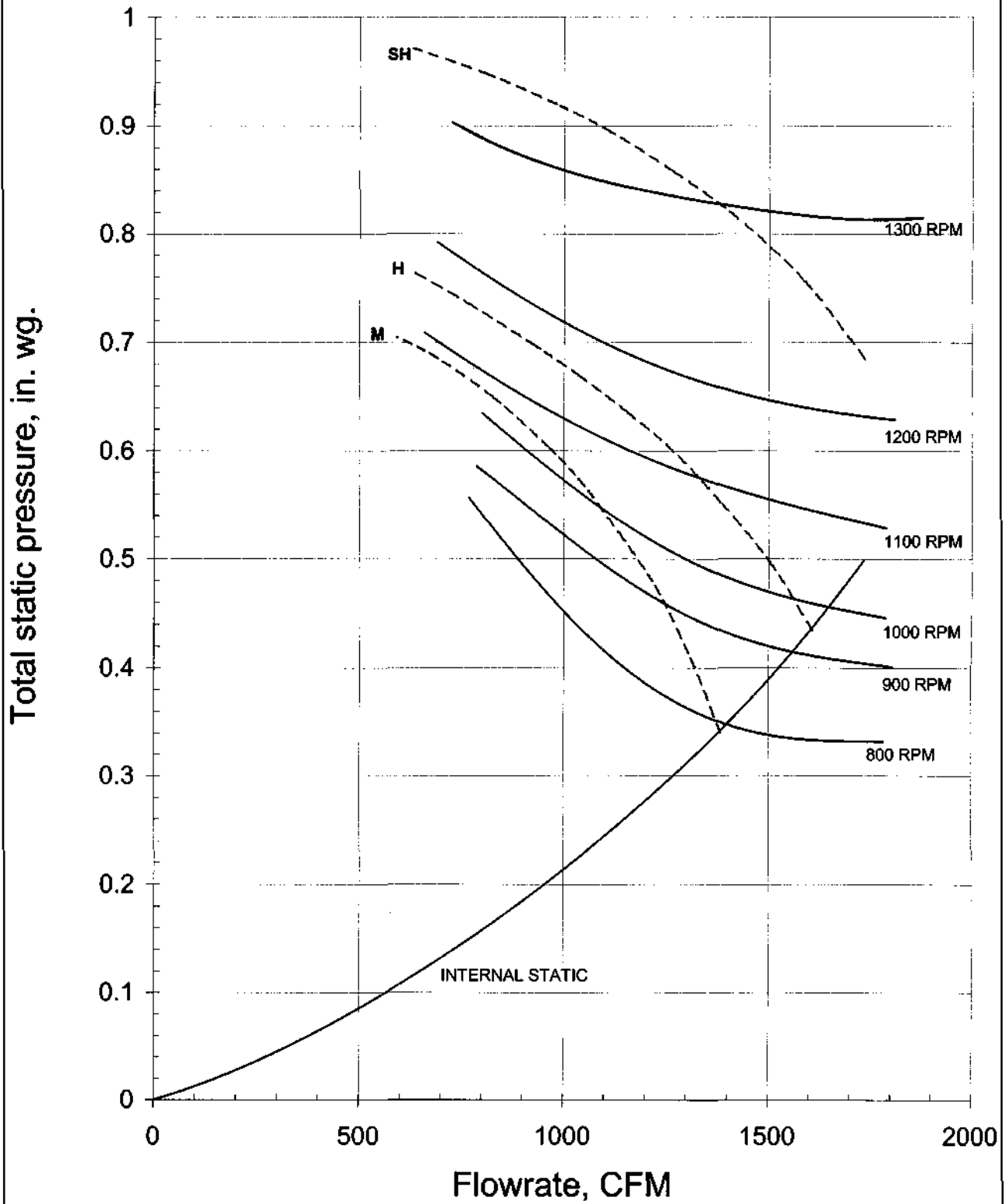
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 25CW**



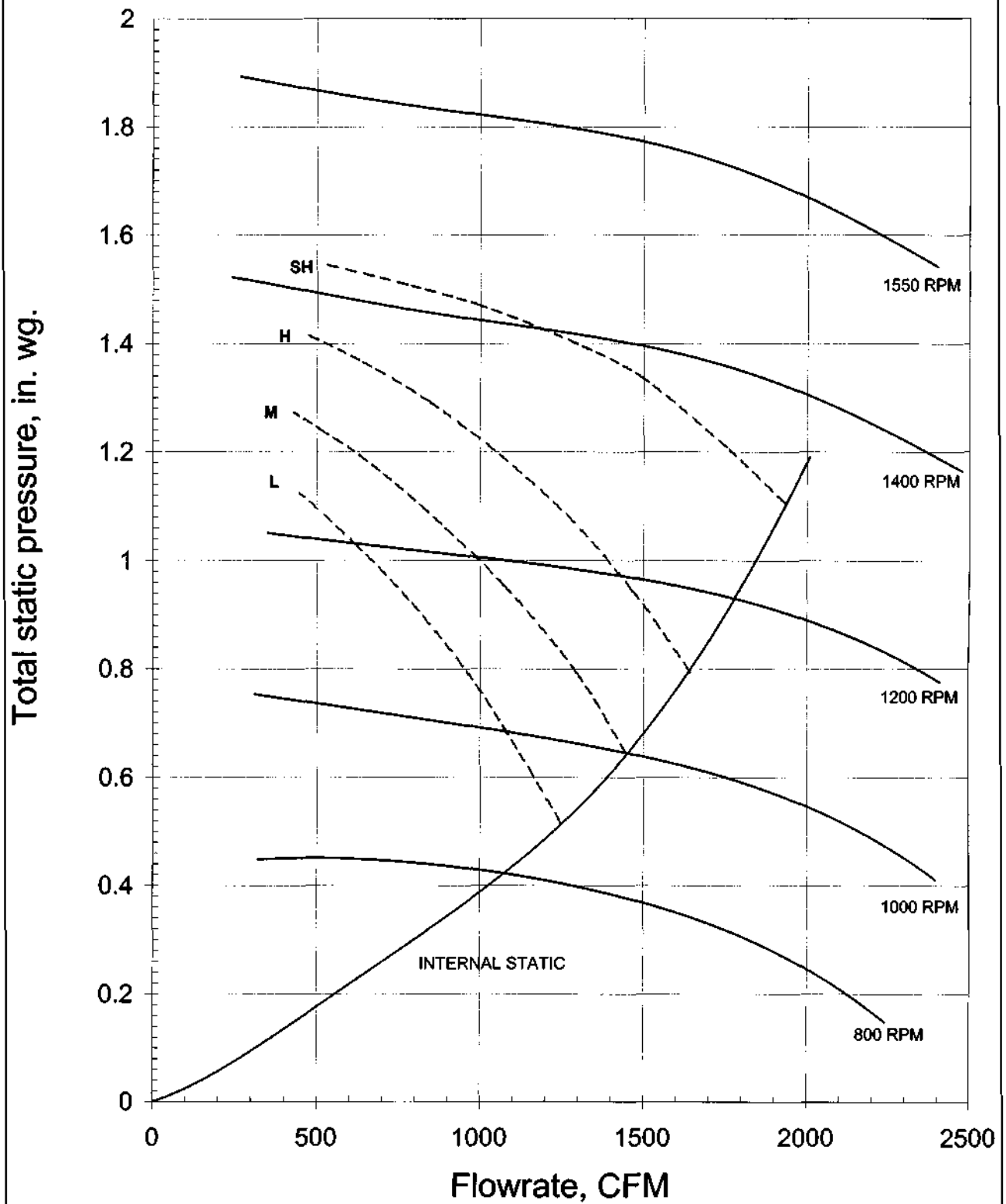
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 28CW**



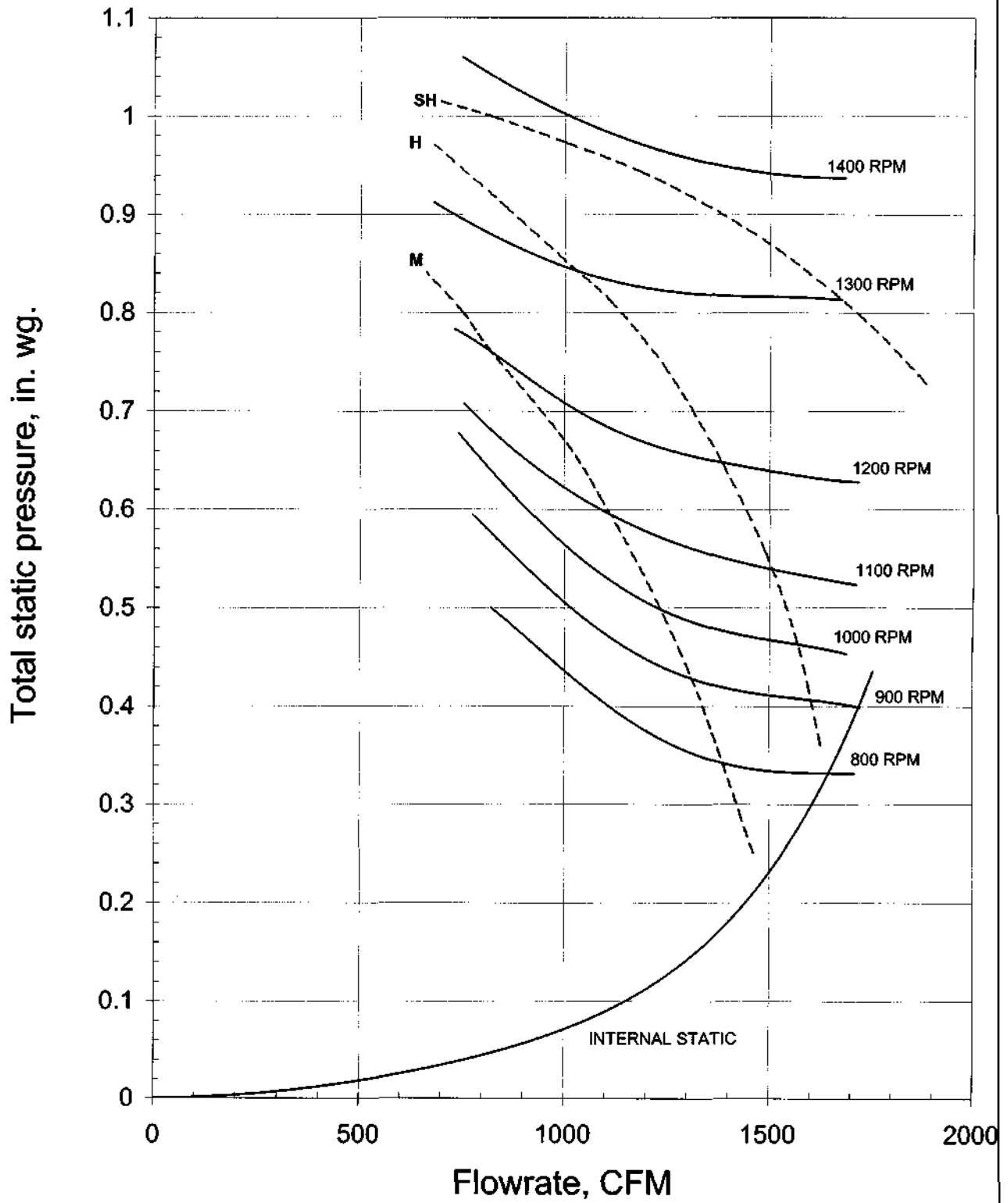
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 30CW**



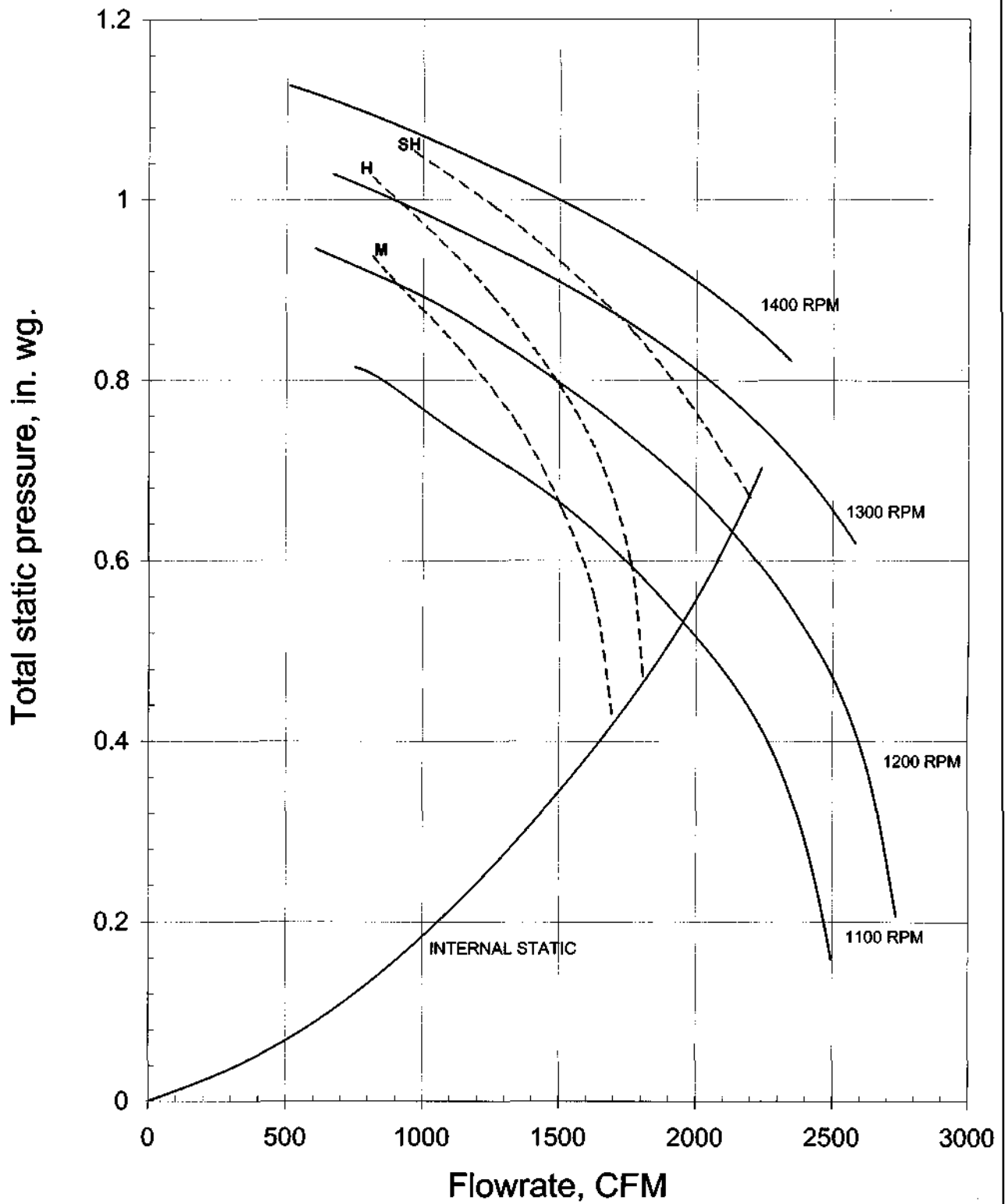
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 38CW**



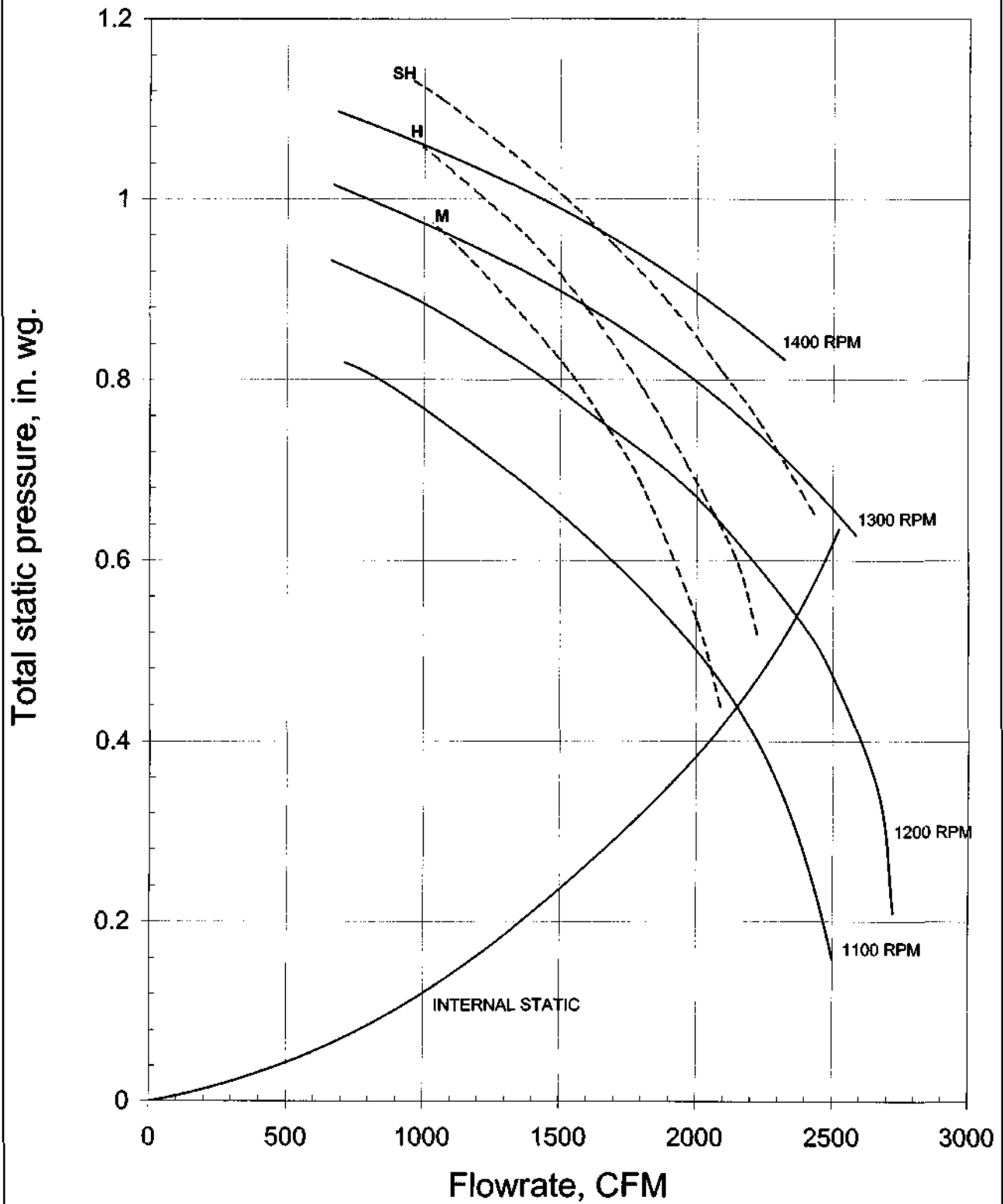
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 40CW**



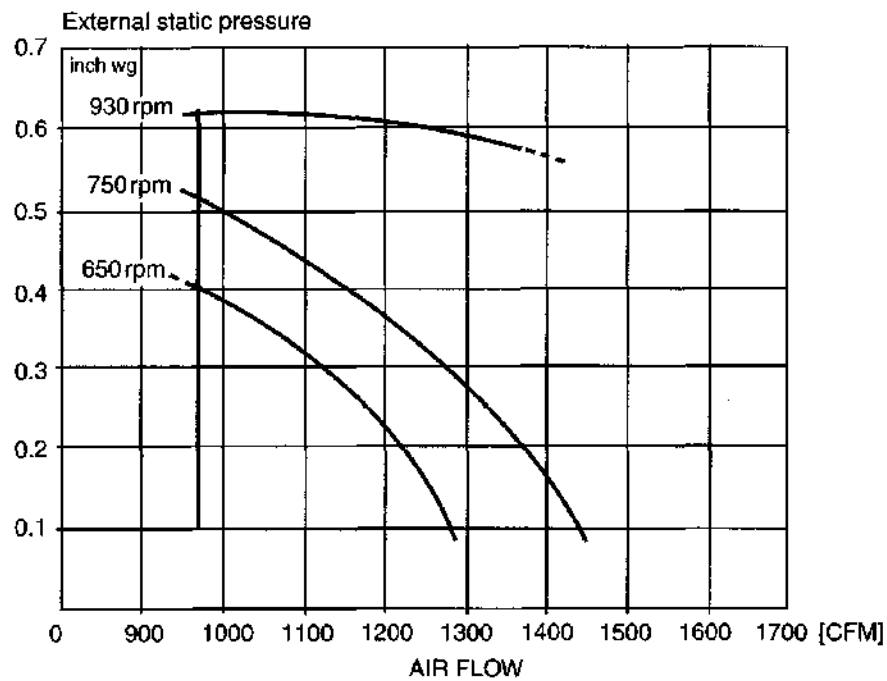
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 50CW**



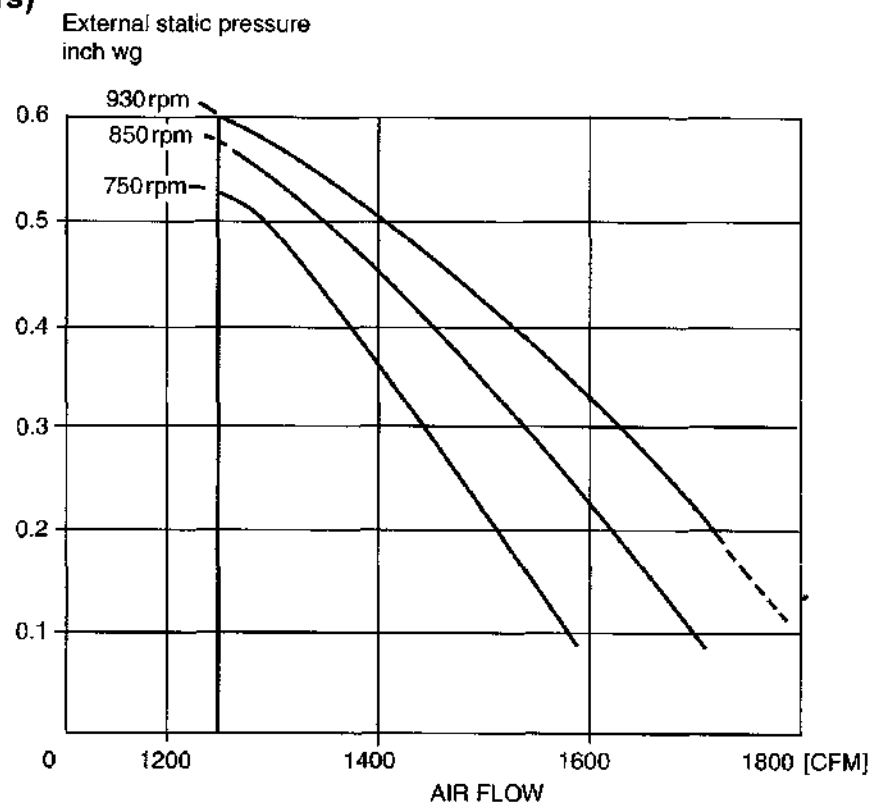
**BLOWER PERFORMANCE CURVE
ACC 60CW**



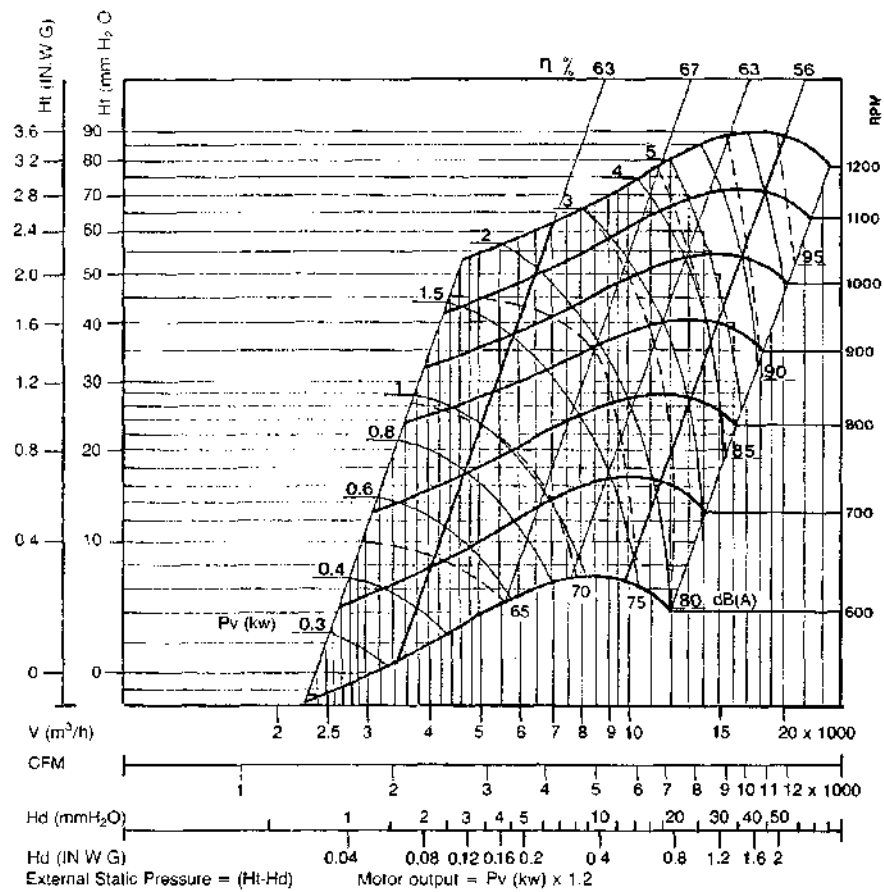
MODEL : ADB75BW
(Double Blowers)



MODEL : ADB100BW
(Double Blowers)



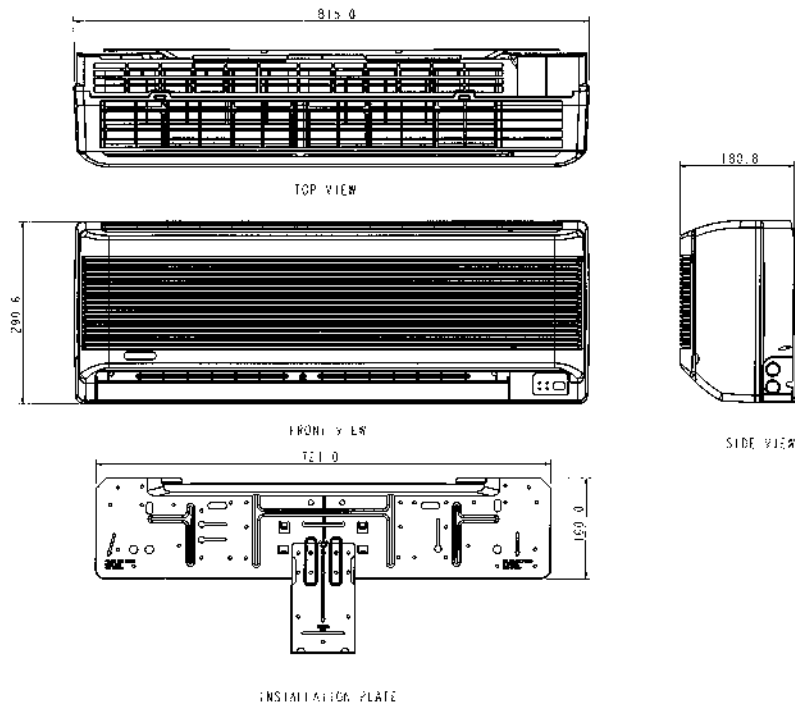
MODEL : ADB125/150BW



11. OUTLINES AND DIMENSIONS

INDOOR UNIT

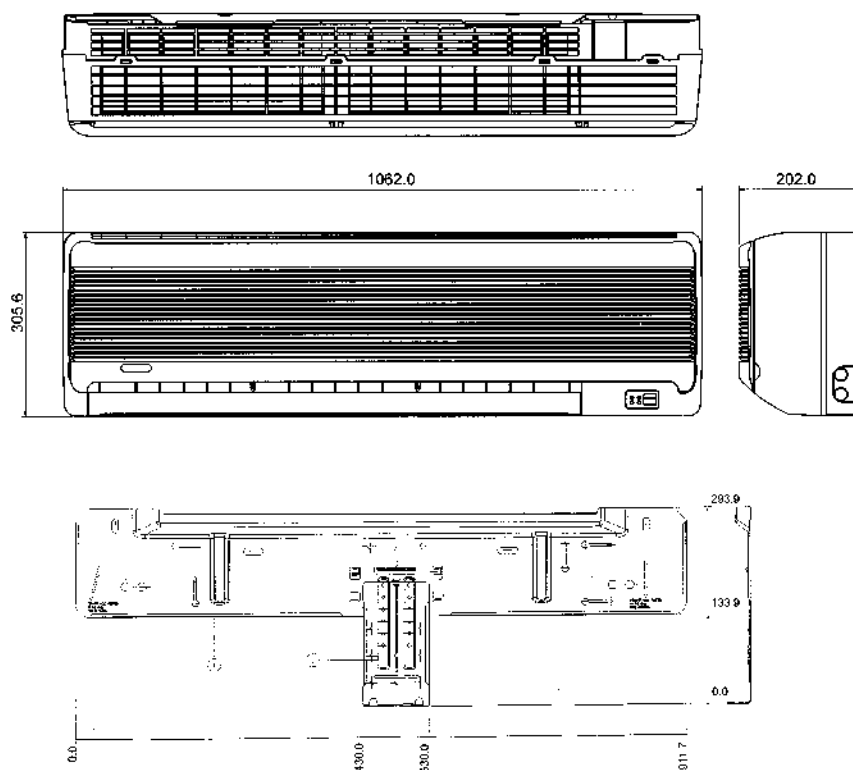
MODEL: AWM 10F W / 15FW



Note : Dimension in mm

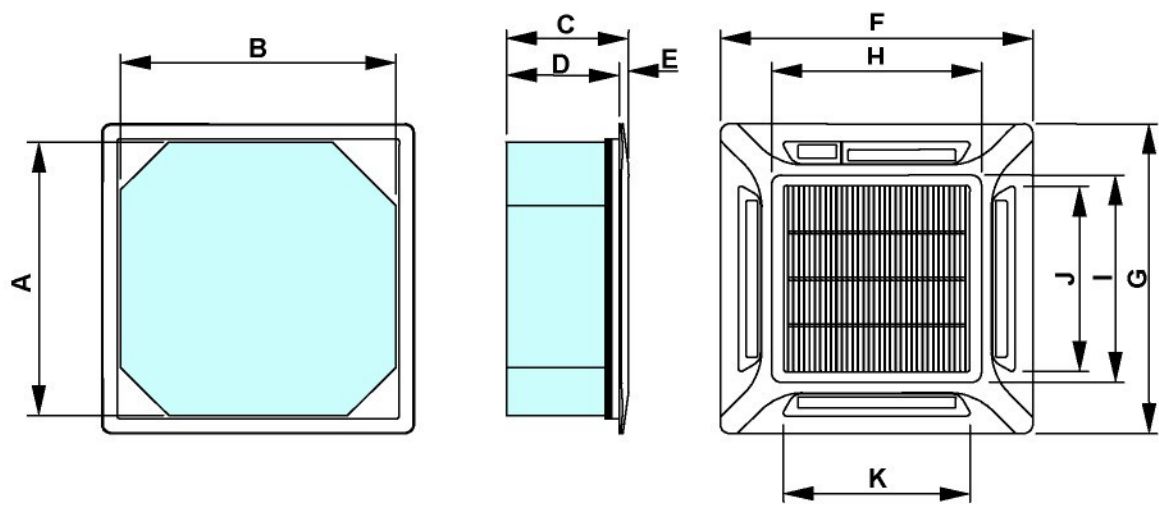
INDOOR UNIT

MODEL : AWM 20FW / 25FW



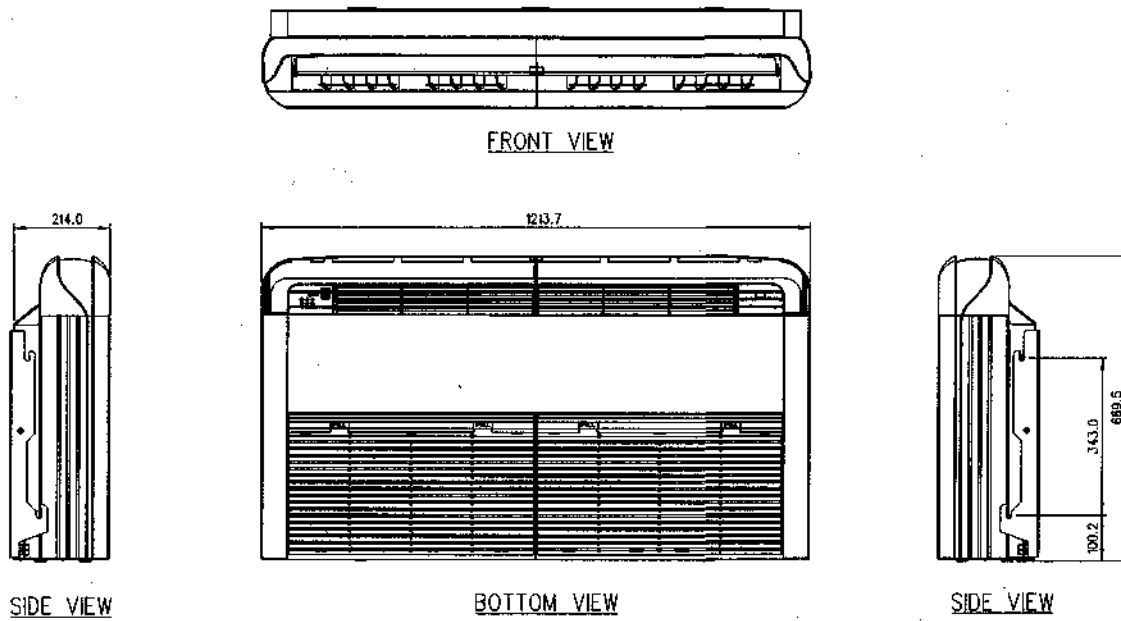
Note : Dimension in mm

MODEL : ACK20/25/30/40/50AW
ACK15/20/25/30BW

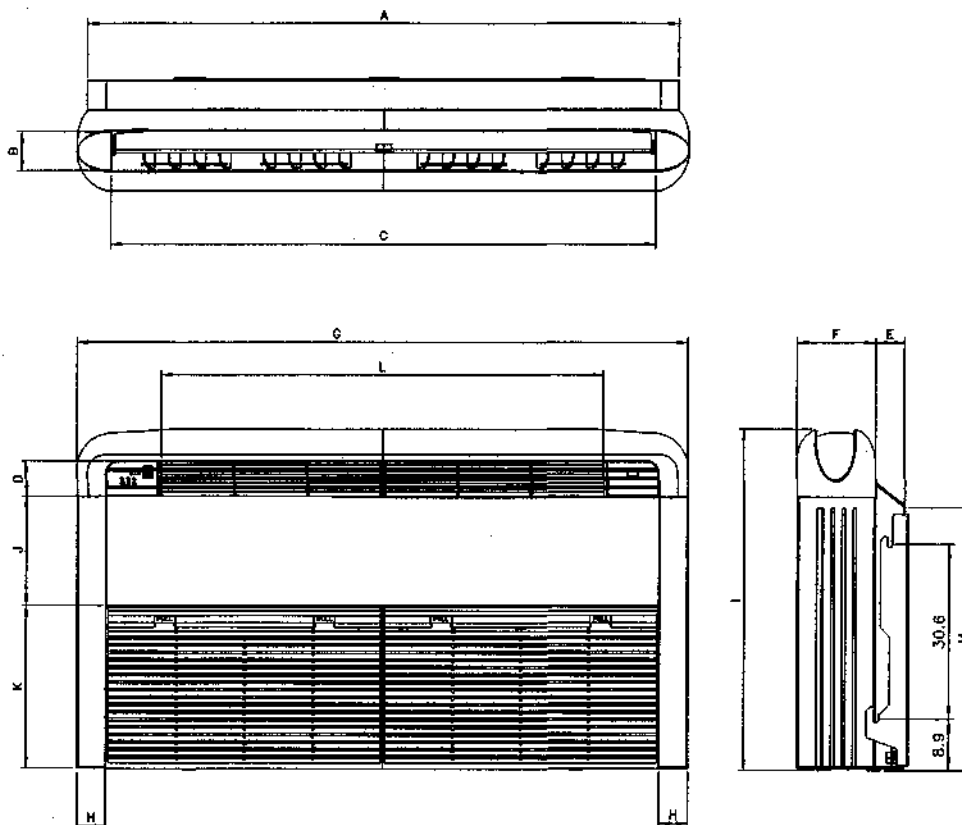


MODEL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ACK-AW	820	820	363	335	28	930	930	624	622	555	555
ACK-BW	650	650	345	323	22	727	727	489	489	444	444

MODEL : RCM 20/25DW

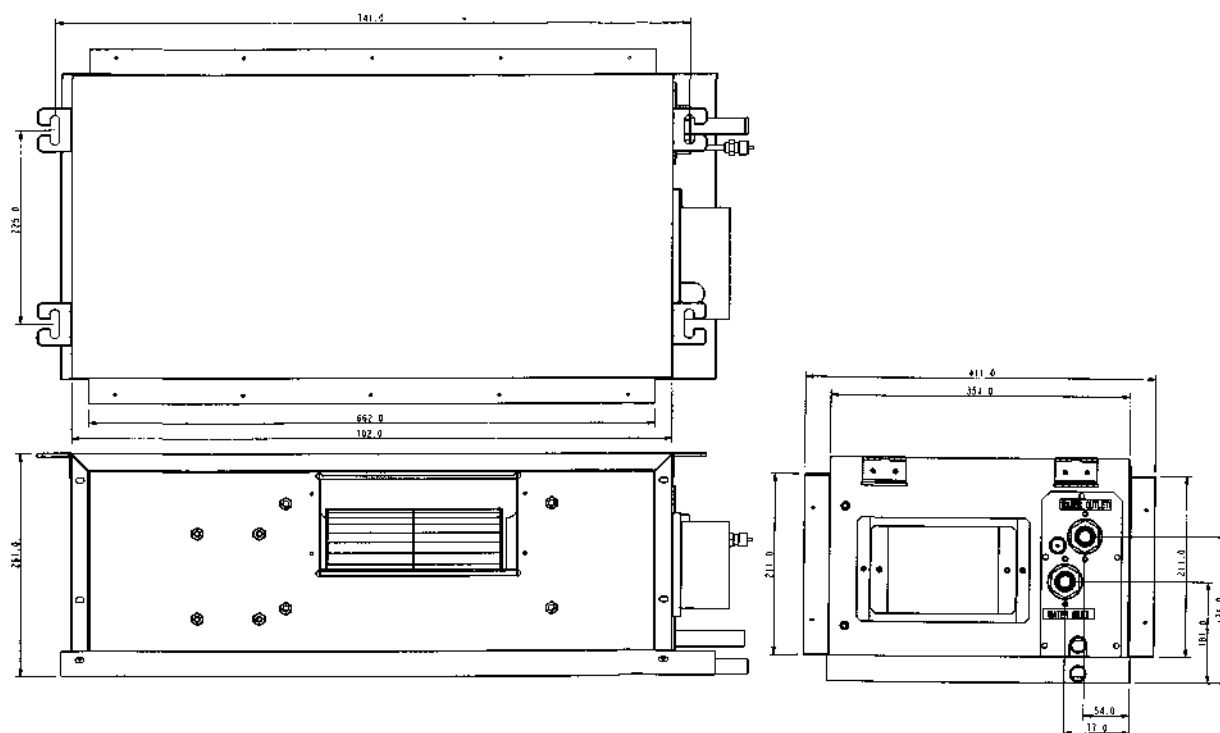


MODEL : RCM 30/40/50DW

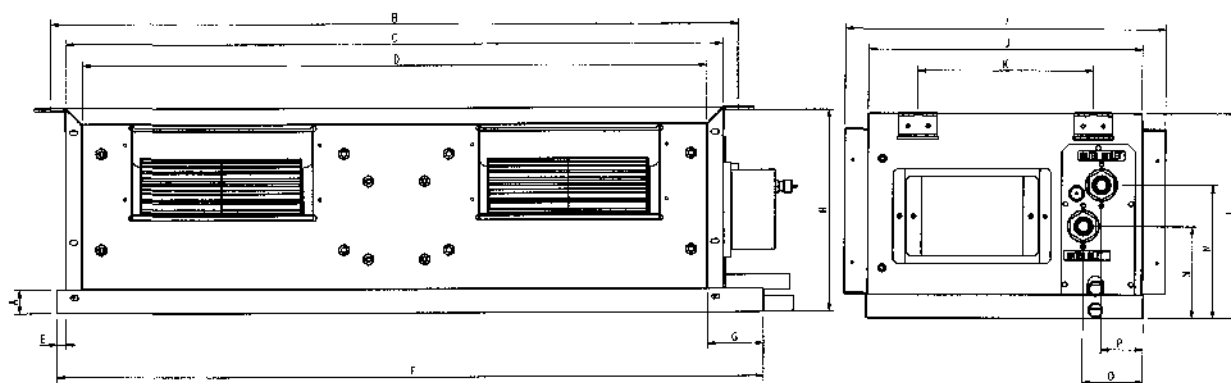


Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
RCM30DW	1174	75	1082	68	58	156	1214	57	670	216	319	879	517
RCM40DW	1674	75	1582	68	93	156	1714	57	670	216	319	1379	517
RCM50DW	1674	75	1582	68	93	156	1714	57	670	216	319	1379	517

MODEL : ACC10CW

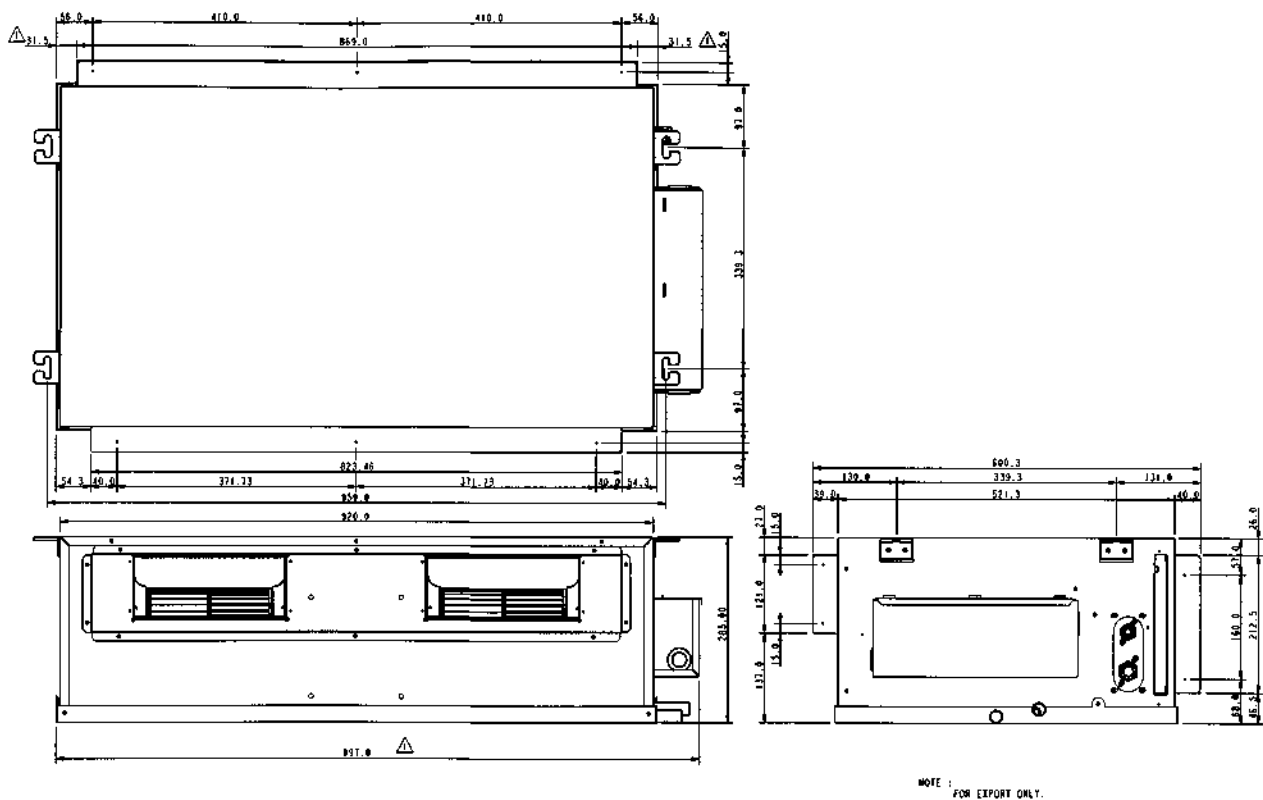


MODEL : ACC15/20/25CW

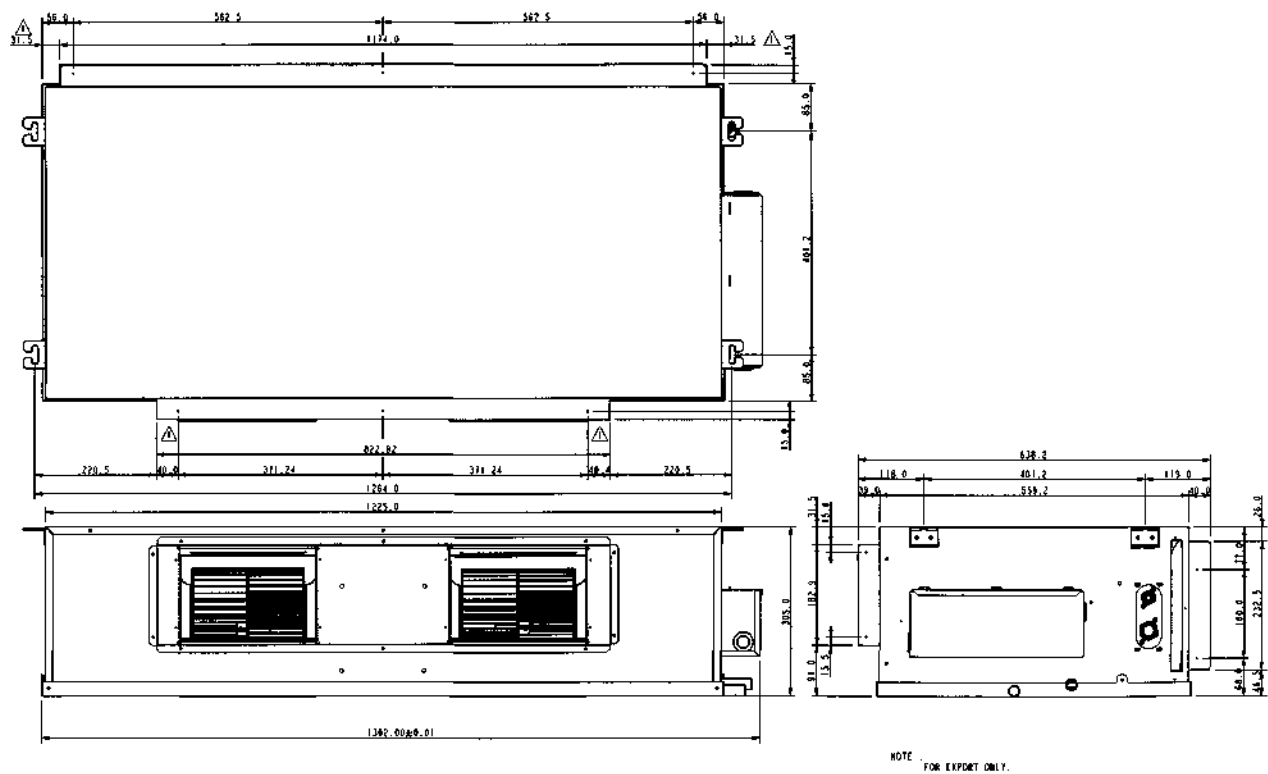


Model	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
ACC15CW	31	881	841	802	10	905	72	261	411	349	225	261	171	118	77	54
ACC20CW	31	1041	1002	962	10	1005	72	261	411	349	225	261	174	128	55	55
ACC25CW	31	1176	1137	1097	10	1200	72	261	411	349	225	261	171	118	77	54

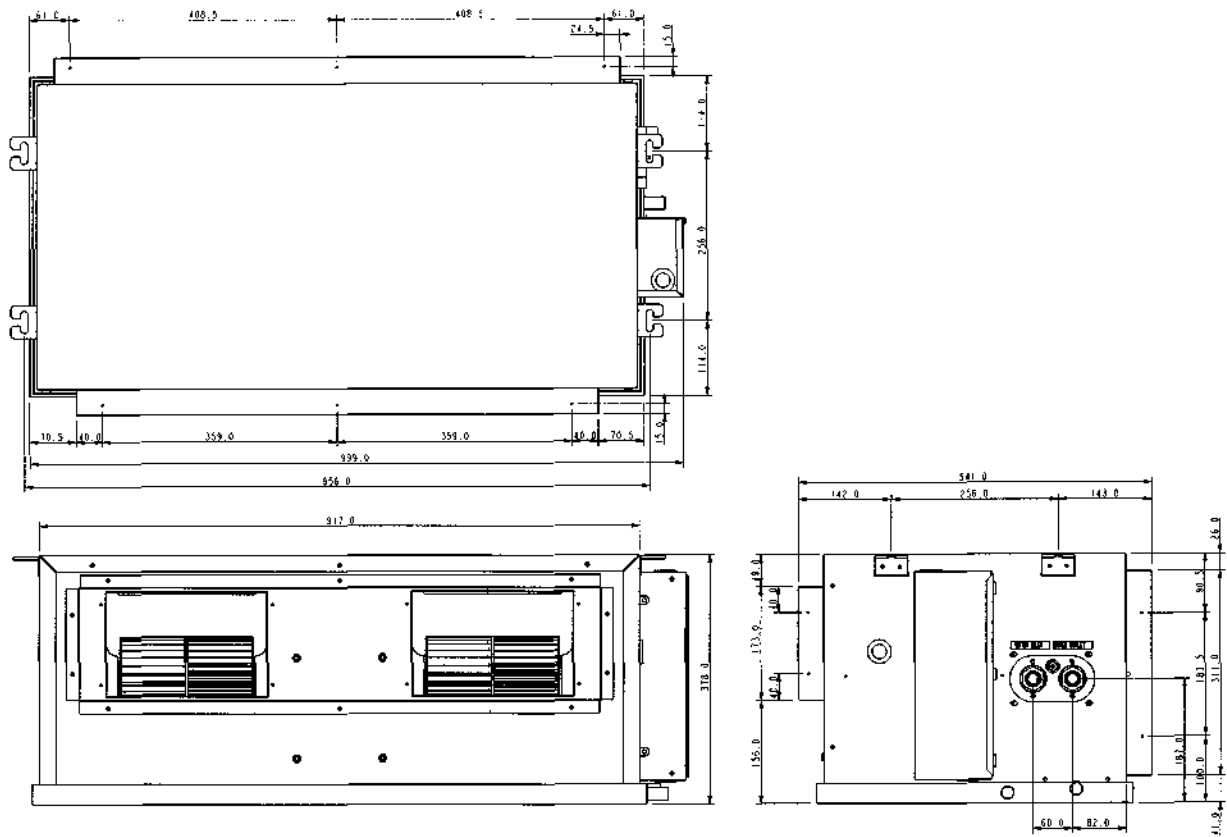
MODEL : ACC 28CW



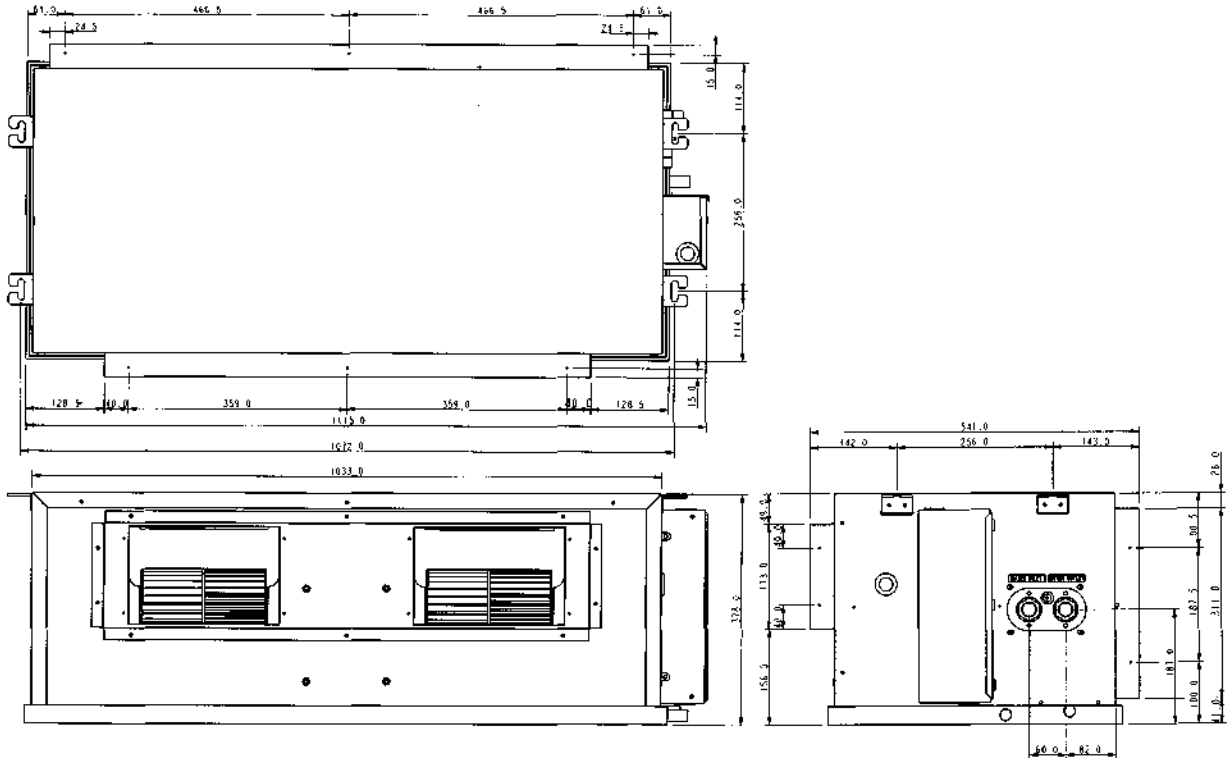
MODEL : ACC 38CW



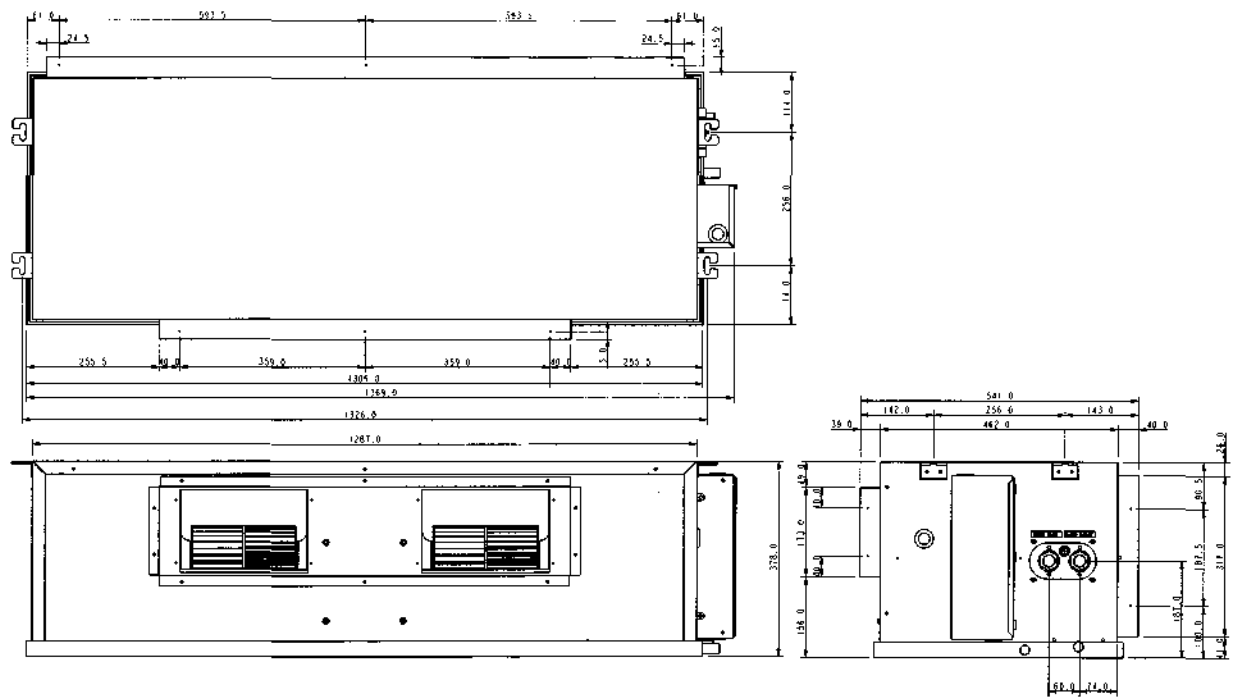
MODEL : ACC30CW



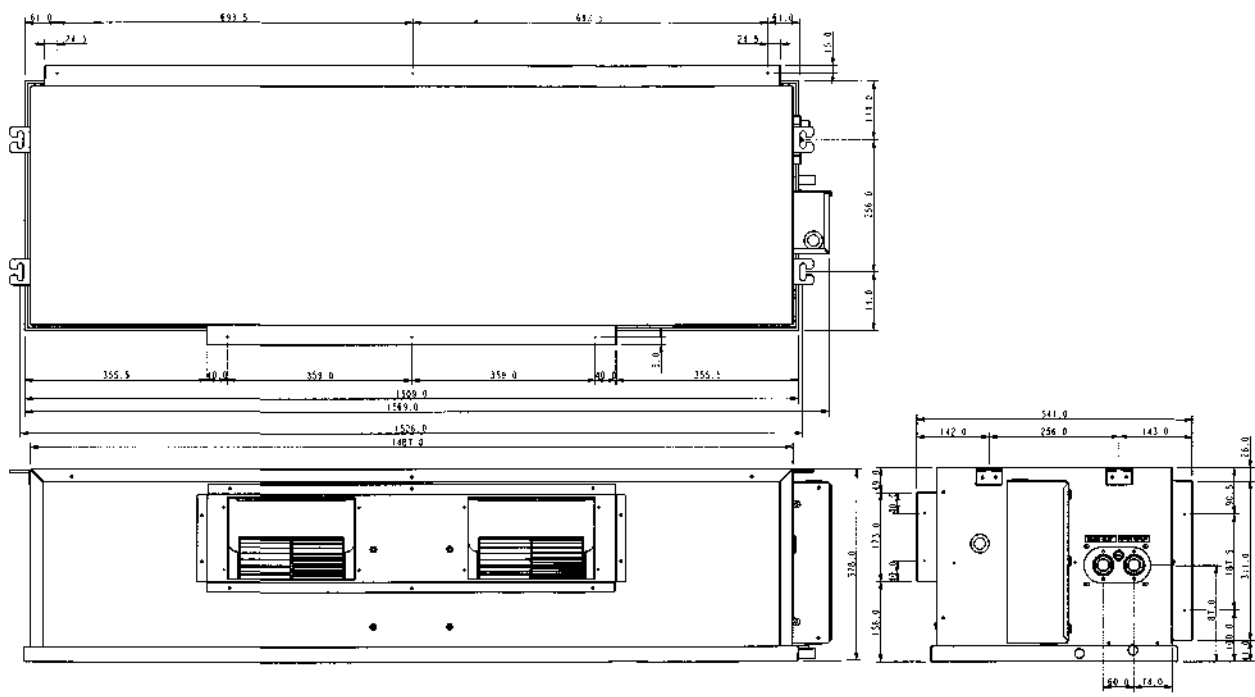
MODEL : ACC40CW



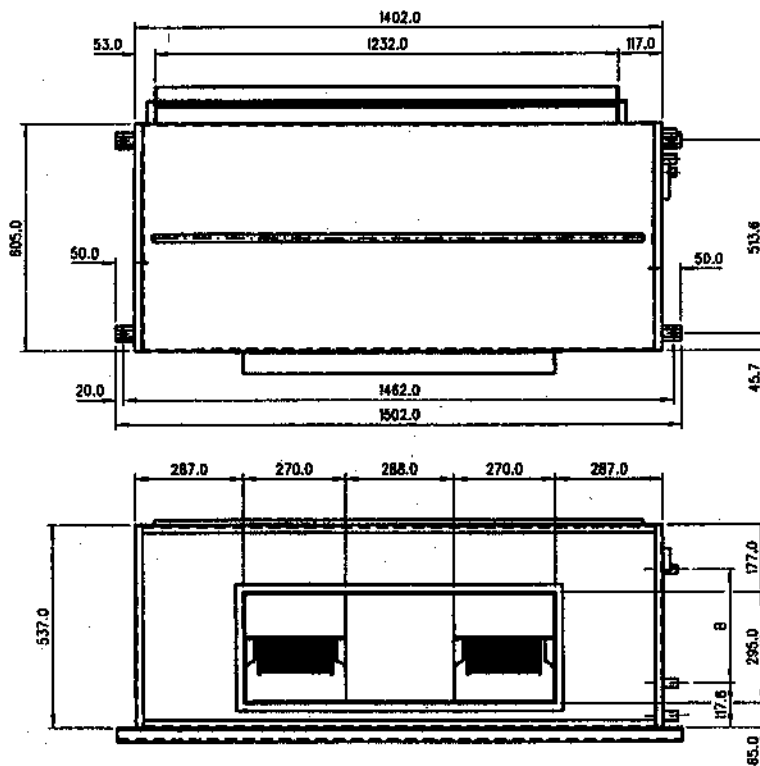
MODEL : ACC50CW



MODEL : ACC60CW



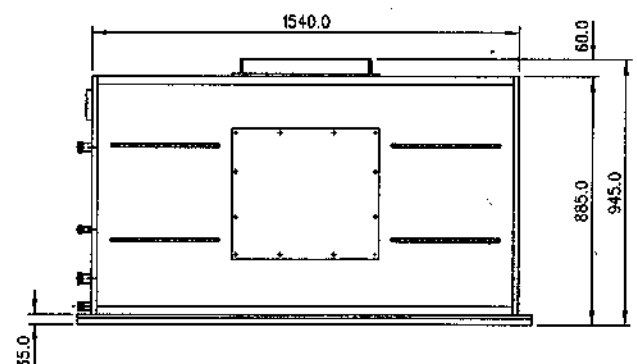
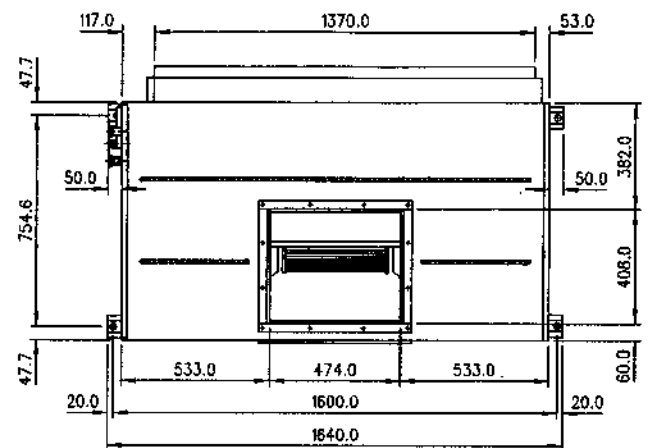
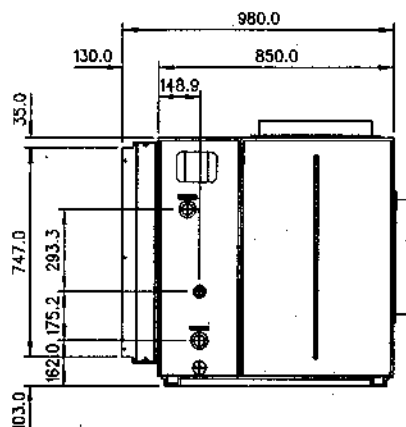
MODEL : ADB75/100BW



Model	A	B
ADB075BW	72	301.8
ADB100BW	94	289.1

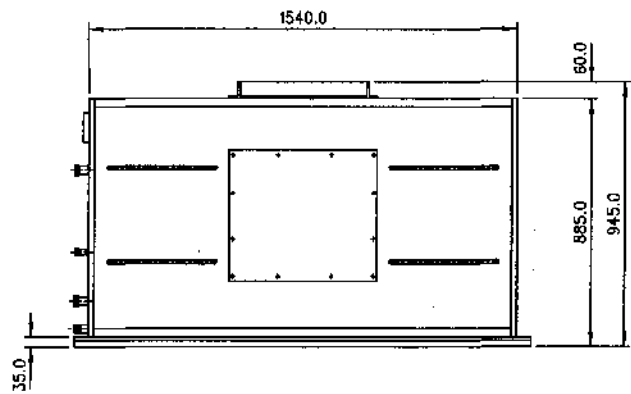
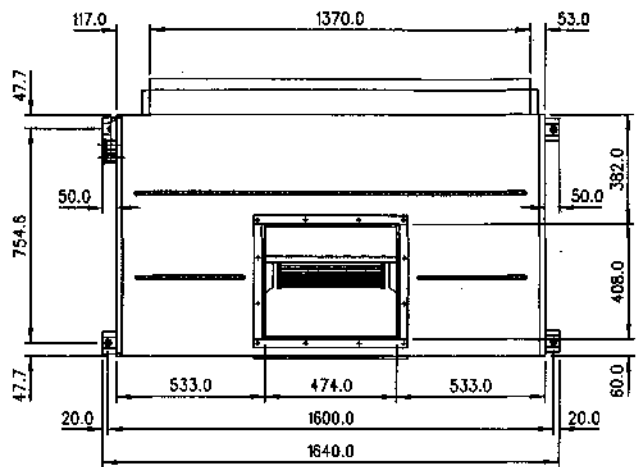
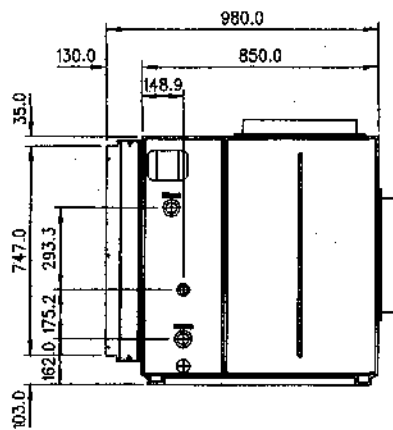
MODEL : ADB125BW

NOTE:
FOR VERTICAL AIR DISCHARGE



MODEL : ADB150BW

NOTE:
FOR VERTICAL AIR DISCHARGE



12. GENERAL INSTALLATION GUIDE

Preliminary Site Survey

Electrical supply and installation is to conform to LOCAL AUTHORITY's (e.g. National Electricity Board) CODES and REGULATIONS.

Voltage supply fluctuation must not exceed $\pm 10\%$ of rated voltage. Electricity supply lines must be independent of welding transformers which can cause supply fluctuation.

Ensure that the location is convenient for wiring and piping.

Mounting

For ceiling mounted models, locate a position where piping and ducting work can be kept to a minimum. Ensure that overhead supports are strong enough to hold the unit's weight. Position hanger rods and check for alignment with the unit. Check that hangers are secure and that the base of fan coil unit is level in two horizontal positions.

Piping

Drain and water piping must be accurately connected.

Please refer to "Specification Sheet" for piping sizes.

Piping Support

All water mains must be adequately supported to carry the necessary weight involved, provisions must be made by the installing contractor to allow for adequate free movement of all vertical and horizontal risers and run outs. Due to the fact that cold water will be circulated through the water mains, a sizeable movement of the water mains can be expected due to contraction. If for example, the piping is rigidly supported with no provision for movement, it is very possible that the tubing of fitting may be broken causing water leakage in the conditioned spaces throughout the building.

Coil Venting

Each standard basic unit coil is equipped with a manually operated air vent which is installed at the end of a small copper line leading into the highest point of the coil. By means of this valve, air may be vented manually, from the coil to keep it operating at full capacity. When water is first introduced into a coil, air is sometimes trapped in the coil tubing. This trapped air will reduce cooling capacity and create "Bubbling" or "Clanking" noise within the units. To release air trapped in the coil, press the air vent head to allow air to flow out of the air vent opening. Release when a steady stream of water appear.

Electrical Connection

As wiring regulations differ from country to country, please refer to your LOCAL ELECTRICAL CODES for field wiring regulations and ensure that they are complied with. Besides, take note of the following general precaution:

- 1) Ensure that the rated voltage of the unit corresponds to the name plate before commencing wiring work.
- 2) Provide a power outlet to be used exclusively for each unit and a power supply disconnect and a circuit-breaker for over-current protection should be provided in the exclusive line.
- 3) The unit must be EARTH to prevent possible hazards due to insulation failure.
- 4) All wiring must be firmly connected.

13. GENERAL OPERATION GUIDE

Start-Up

The following procedure must be completed before any attempts is made to put the entire system into operation:

- 1) Piping connections completed.
- 2) Electrical connections completed.
- 3) Duct connections completed.
- 4) Auxiliary drain pans in position where required.
- 5) Drain line draining into drain pans.
- 6) Filters correctly installed and free of construction debris.
- 7) Motor-blower assembly rotates freely.
- 8) Unit Hydro-statically tested and air vented.

Starting The Fan Coil Unit

- 1) Turn on the switch of water pump.
- 2) Start water chiller.
- 3) Operate the fan coil unit by turning on the fan and set the control switch to get the desired speed.
- 4) Inspect the duct and piping condition and rectify problem (e.g. vibration, noise, etc.) if exist.

Servicing And Maintenance

Fan coil units are designed to operate continuously with minor routine maintenance. Since fan coil units cool the discharging forced air, the efficiency with which the units operate is directly related to the amount of air passing through the coil.

Air Filters

The function of the air filters is to remove foreign matter such as dirt, soot, pollen and certain other impurities from the air passing through it. A clogged or dirty filter not only fails to do the job for which it is designed, but restricts the flow of air over the coil.

The importance of cleaning the filter before it becomes clogged must be greatly stressed. The frequency with which a filter should be cleaned will depend upon the amount of dust and foreign material that enters a unit, and this depends upon location and situation.

The washable viledon or saranet filter may be cleaned by tapping the filter on a solid surface to dislodge heavy particles. Wash under stream of warm water, with detergent if necessary. Dry it thoroughly before replacing.

Fan Motor

The fan motor is pre-lubricated and sealed at the factory. Therefore, no lubricating maintenance is required.

Coils

Clean coil unit by brushing between fins with a nylon brush. Brushing should be followed by cleaning with a vacuum cleaner. The coil may also be cleaned by using a high pressure air hose and nozzle if a compressed air source is available. It should be pointed out that if suitable air filter is used and taken care of properly, the coils need no cleaning.

Drain Pipe

The drain pipe should be checked before operation of unit is begun. If it is clogged, steps should be taken to clean the debris so that condensate will flow out easily.

Replacement Of Parts

Replacement of parts are available through your local dealers. When ordering parts, you must supply

- 1) Model name of the unit.
- 2) Serial number of the unit.
- 3) Part name and number.

ACSON®

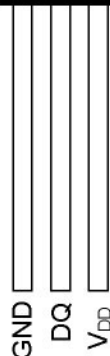
DOP:

While utmost care is taken in ensuring that all details in the publication are correct at time of going to press, we are constantly striving for improvement and therefore reserve the rights to alter model specifications and equipment without prior notice. Details of specifications and equipment are also subject to change to suit local conditions and requirements and not all models are available in every market.

FEATURES

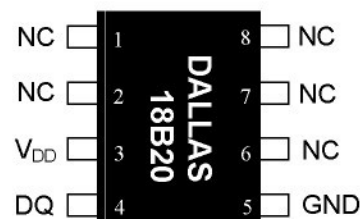
- Unique 1-Wire® interface requires only one port pin for communication
- Each device has a unique 64-bit serial code stored in an onboard ROM
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- Thermometer resolution is user-selectable from 9 to 12 bits
- Converts temperature to 12-bit digital word in 750ms (max.)
- User-definable nonvolatile (NV) alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Available in 8-pin SO (150mil), 8-pin μSOP , and 3-pin TO-92 packages
- Software compatible with the DS1822
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT

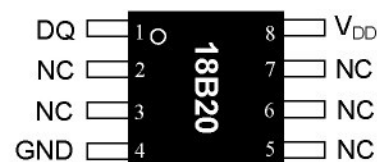


(BOTTOM VIEW)

TO-92
(DS18B20)



8-Pin 150mil SO
(DS18B20Z)



8-Pin μSOP
(DS18B20U)

PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
DQ - Data In/Out
V_{DD} - Power Supply Voltage
NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

ORDER INFORMATION

ORDERING NUMBER	PACKAGE MARKING	DESCRIPTION
DS18B20	18B20	DS18B20 in 3-pin TO92
DS18B20/T&R	18B20	DS18B20 in 3-pin TO92, 2000 Piece Tape-and-Reel
DS18B20+	18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 3-pin TO92
DS18B20+T&R	18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 3-pin TO92, 2000 Piece Tape-and-Reel
DS18B20U	18B20	DS18B20 in 8-pin uSOP
DS18B20U/T&R	18B20	DS18B20 in 8-pin uSOP, 3000 Piece Tape-and-Reel
DS18B20U+	18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 8-pin uSOP
DS18B20U+T&R	18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 8-pin uSOP, 3000 Piece Tape-and-Reel
DS18B20Z	DS18B20	DS18B20 in 150 mil 8-pin SO
DS18B20Z/T&R	DS18B20	DS18B20 in 150 mil 8-pin SO, 2500 Piece Tape-and-Reel
DS18B20Z+	DS18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 150 mil 8-pin SO
DS18B20Z+T&R	DS18B20 (See Note)	DS18B20 in Lead-Free 150 mil 8-pin SO, 2500 Piece Tape-and-Reel
DS18B20X	28	DS18B20 in Flip Chip, 10000 Piece Tape-and-Reel

Note: A “+” symbol will also be marked on the package.

DETAILED PIN DESCRIPTIONS Table 1

SO*	μSOP*	TO-92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	4	1	GND	Ground.
4	1	2	DQ	Data Input/Output pin. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see “Parasite Power” section.)
3	8	3	V _{DD}	Optional V_{DD} pin. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

*All pins not specified in this table are “No Connect” pins.

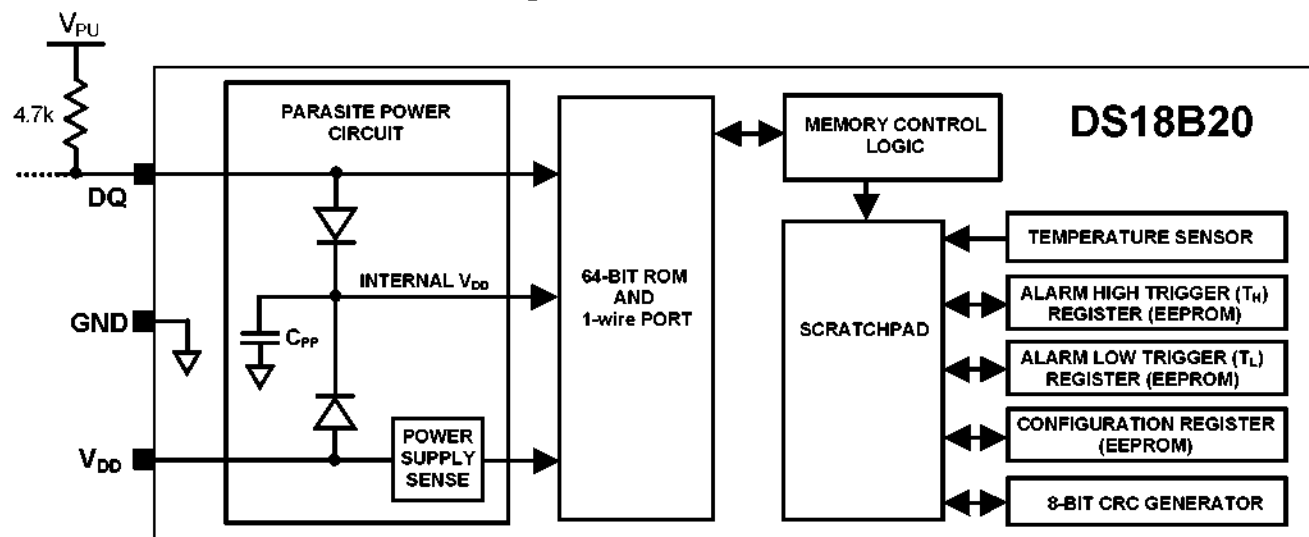
OVERVIEW

Figure 1 shows a block diagram of the DS18B20, and pin descriptions are given in Table 1. The 64-bit ROM stores the device’s unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L), and the 1-byte configuration register. The configuration register allows the user to set the resolution of the temperature-to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits. The T_H, T_L and configuration registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18B20 uses Dallas’ exclusive 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device’s unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and “time slots,” is covered in the *1-WIRE BUS SYSTEM* section of this datasheet.

Another feature of the DS18B20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as “parasite power.” As an alternative, the DS18B20 may also be powered by an external supply on V_{DD} .

DS18B20 BLOCK DIAGRAM Figure 1



OPERATION — MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, corresponding to increments of 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, and 0.0625°C, respectively. The default resolution at power-up is 12-bit. The DS18B20 powers-up in a low-power idle state; to initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue “read time slots” (see the *I-WIRE BUS SYSTEM* section) after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18B20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the *POWERING THE DS18B20* section of this datasheet.

The DS18B20 output temperature data is calibrated in degrees centigrade; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two's complement number in the temperature register (see Figure 2). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. If the DS18B20 is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1 and 0 are undefined. Table 2 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

TEMPERATURE REGISTER FORMAT Figure 2

LS Byte	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴
MS Byte	bit 15	bit 14	bit 13	bit 12	bit 11	bit 10	bit 9	bit 8
	S	S	S	S	S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴

TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIP Table 2

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C

OPERATION — ALARM SIGNALING

After the DS18B20 performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte T_H and T_L registers (see Figure 3). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers $S = 0$ and for negative numbers $S = 1$. The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. T_H and T_L can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the *MEMORY* section of this datasheet.

T_H AND T_L REGISTER FORMAT Figure 3

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
S	2^6	2^5	2^5	2^5	2^2	2^1	2^0

Only bits 11 through 4 of the temperature register are used in the T_H and T_L comparison since T_H and T_L are 8-bit registers. If the measured temperature is lower than or equal to T_L or higher than T_H , an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18B20. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion.

The master device can check the alarm flag status of all DS18B20s on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18B20s with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18B20s have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the T_H or T_L settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

POWERING THE DS18B20

The DS18B20 can be powered by an external supply on the V_{DD} pin, or it can operate in “parasite power” mode, which allows the DS18B20 to function without a local external supply. Parasite power is very useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 1 shows the DS18B20's parasite-power control circuitry, which “steals” power from the 1-Wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18B20 while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (C_{PP}) to provide power when the bus is low. When the DS18B20 is used in parasite power mode, the V_{DD} pin must be connected to ground.

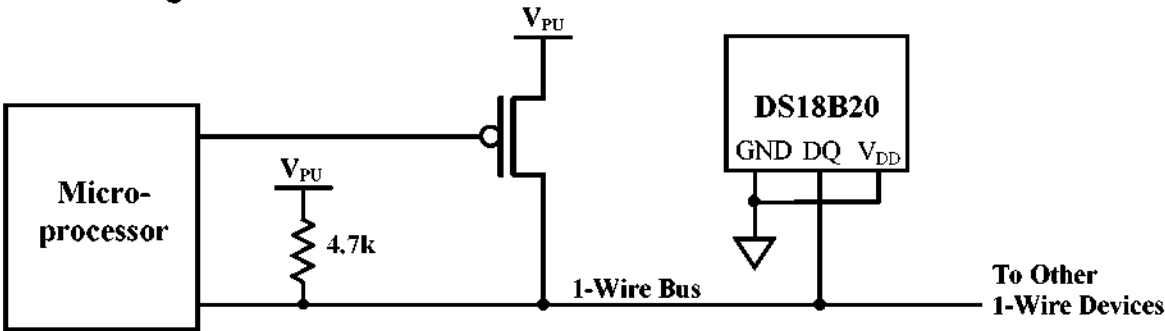
In parasite power mode, the 1-Wire bus and C_{PP} can provide sufficient current to the DS18B20 for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (refer to the *DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS* and the *AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS* sections of this data sheet). However, when the DS18B20 is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-Wire pullup resistor and is more current than can be supplied by C_{PP} . To assure that the DS18B20 has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-Wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 4. The 1-Wire bus must be switched to the strong pullup within 10 μ s (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (t_{conv}) or data transfer ($t_{wr} = 10$ ms). No other activity can take place on the 1-Wire bus while the pullup is enabled.

The DS18B20 can also be powered by the conventional method of connecting an external power supply to the V_{DD} pin, as shown in Figure 5. The advantage of this method is that the MOSFET pullup is not required, and the 1-Wire bus is free to carry other traffic during the temperature conversion time.

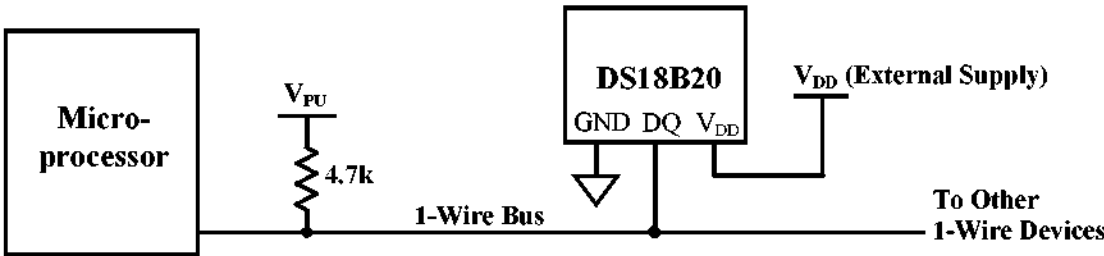
The use of parasite power is not recommended for temperatures above +100°C since the DS18B20 may not be able to sustain communications due to the higher leakage currents that can exist at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that the DS18B20 be powered by an external power supply.

In some situations the bus master may not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or powered by external supplies. The master needs this information to determine if the strong bus pullup should be used during temperature conversions. To get this information, the master can issue a Skip ROM [CCh] command followed by a Read Power Supply [B4h] command followed by a “read time slot”. During the read time slot, parasite powered DS18B20s will pull the bus low, and externally powered DS18B20s will let the bus remain high. If the bus is pulled low, the master knows that it must supply the strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions.

SUPPLYING THE PARASITE-POWERED DS18B20 DURING TEMPERATURE CONVERSIONS Figure 4



POWERING THE DS18B20 WITH AN EXTERNAL SUPPLY Figure 5



64-BIT LASERED ROM CODE

Each DS18B20 contains a unique 64-bit code (see Figure 6) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18B20’s 1-Wire family code: 28h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the *CRC GENERATION* section. The 64-bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18B20 to operate as a 1-Wire device using the protocol detailed in the *1-WIRE BUS SYSTEM* section of this datasheet.

64-BIT LASERED ROM CODE Figure 6

8-BIT CRC		48-BIT SERIAL NUMBER		8-BIT FAMILY CODE (28h)	
MSB	LSB	MSB	LSB	MSB	LSB

MEMORY

The DS18B20's memory is organized as shown in Figure 7. The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (T_H and T_L) and configuration register. Note that if the DS18B20 alarm function is not used, the T_H and T_L registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the *DS18B20 FUNCTION COMMANDS* section.

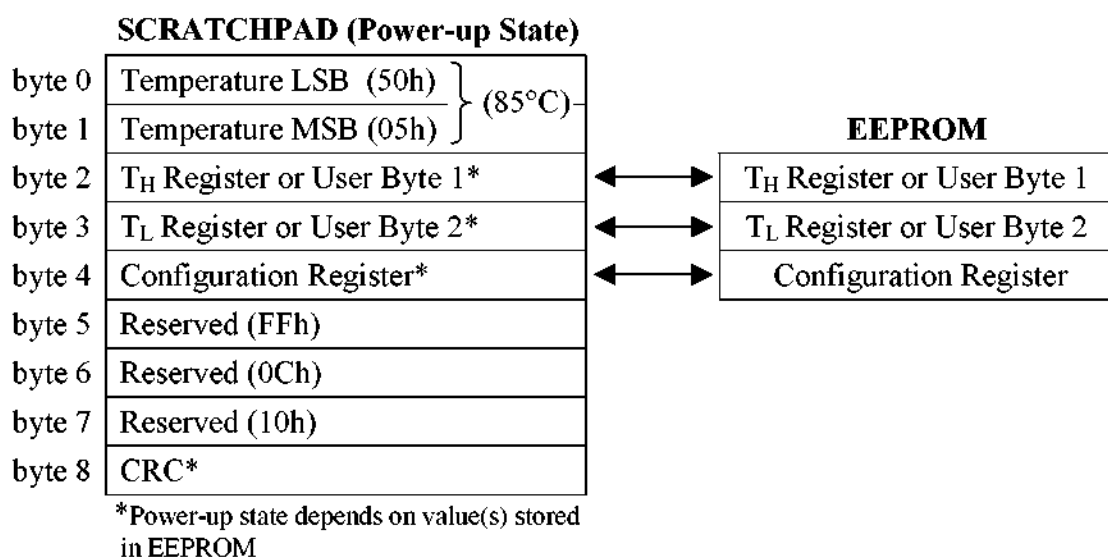
Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to T_H and T_L registers. Byte 4 contains the configuration register data, which is explained in detail in the CONFIGURATION REGISTER section of this datasheet. Bytes 5, 6, and 7 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten; these bytes will return all 1s when read.

Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the cyclic redundancy check (CRC) code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18B20 generates this CRC using the method described in the *CRC GENERATION* section.

Data is written to bytes 2, 3, and 4 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command; the data must be transmitted to the DS18B20 starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-Wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the T_H , T_L and configuration data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command.

Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E^2 [B8h] command. The master can issue read time slots following the Recall E^2 command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

DS18B20 MEMORY MAP Figure 7



CONFIGURATION REGISTER

Byte 4 of the scratchpad memory contains the configuration register, which is organized as illustrated in Figure 8. The user can set the conversion resolution of the DS18B20 using the R0 and R1 bits in this register as shown in Table 3. The power-up default of these bits is R0 = 1 and R1 = 1 (12-bit resolution). Note that there is a direct tradeoff between resolution and conversion time. Bit 7 and bits 0 to 4 in the configuration register are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten; these bits will return 1s when read.

CONFIGURATION REGISTER Figure 8

bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

THERMOMETER RESOLUTION CONFIGURATION Table 3

R1	R0	Resolution	Max Conversion Time	
0	0	9-bit	93.75 ms	($t_{CONV}/8$)
0	1	10-bit	187.5 ms	($t_{CONV}/4$)
1	0	11-bit	375 ms	($t_{CONV}/2$)
1	1	12-bit	750 ms	(t_{CONV})

CRC GENERATION

CRC bytes are provided as part of the DS18B20's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM. The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18B20. To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18B20 that prevents a command sequence from proceeding if the DS18B20 CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master.

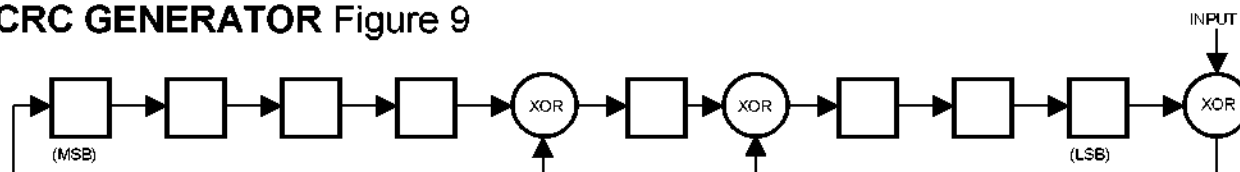
The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is:

$$CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18B20 using the polynomial generator shown in Figure 9. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should be shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the re-calculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18B20 must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Dallas 1-Wire cyclic redundancy check

is available in *Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Products*.

CRC GENERATOR Figure 9



1-WIRE BUS SYSTEM

The 1-Wire bus system uses a single bus master to control one or more slave devices. The DS18B20 is always a slave. When there is only one slave on the bus, the system is referred to as a “single-drop” system; the system is “multidrop” if there are multiple slaves on the bus.

All data and commands are transmitted least significant bit first over the 1-Wire bus.

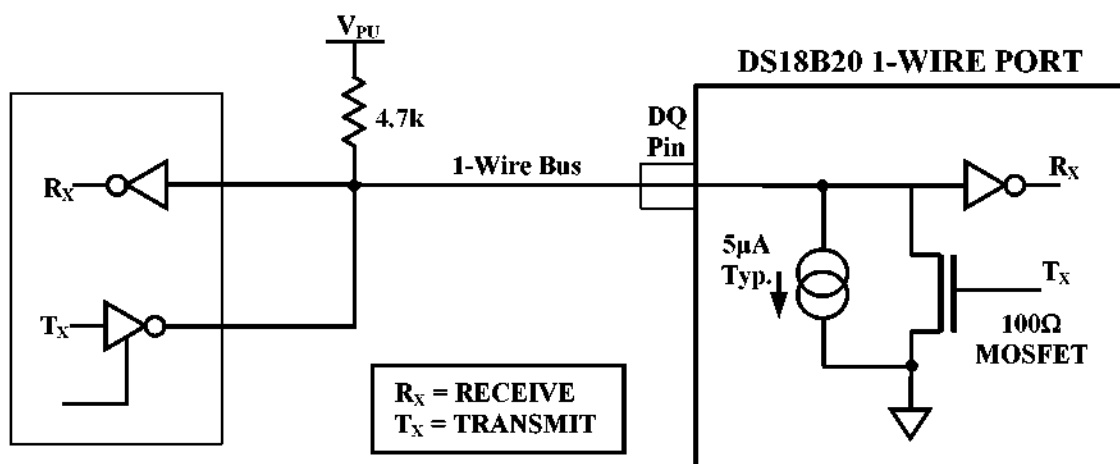
The following discussion of the 1-Wire bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1-Wire signaling (signal types and timing).

HARDWARE CONFIGURATION

The 1-Wire bus has by definition only a single data line. Each device (master or slave) interfaces to the data line via an open-drain or 3-state port. This allows each device to “release” the data line when the device is not transmitting data so the bus is available for use by another device. The 1-Wire port of the DS18B20 (the DQ pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in Figure 10.

The 1-Wire bus requires an external pullup resistor of approximately 5k Ω ; thus, the idle state for the 1-Wire bus is high. If for any reason a transaction needs to be suspended, the bus **MUST** be left in the idle state if the transaction is to resume. Infinite recovery time can occur between bits so long as the 1-Wire bus is in the inactive (high) state during the recovery period. If the bus is held low for more than 480 μ s, all components on the bus will be reset.

HARDWARE CONFIGURATION Figure 10



TRANSACTION SEQUENCE

The transaction sequence for accessing the DS18B20 is as follows:

Step 1. Initialization

Step 2. ROM Command (followed by any required data exchange)

Step 3. DS18B20 Function Command (followed by any required data exchange)

It is very important to follow this sequence every time the DS18B20 is accessed, as the DS18B20 will not respond if any steps in the sequence are missing or out of order. Exceptions to this rule are the Search ROM [F0h] and Alarm Search [ECh] commands. After issuing either of these ROM commands, the master must return to Step 1 in the sequence.

INITIALIZATION

All transactions on the 1-Wire bus begin with an initialization sequence. The initialization sequence consists of a reset pulse transmitted by the bus master followed by presence pulse(s) transmitted by the slave(s). The presence pulse lets the bus master know that slave devices (such as the DS18B20) are on the bus and are ready to operate. Timing for the reset and presence pulses is detailed in the *1-WIRE SIGNALING* section.

ROM COMMANDS

After the bus master has detected a presence pulse, it can issue a ROM command. These commands operate on the unique 64-bit ROM codes of each slave device and allow the master to single out a specific device if many are present on the 1-Wire bus. These commands also allow the master to determine how many and what types of devices are present on the bus or if any device has experienced an alarm condition. There are five ROM commands, and each command is 8 bits long. The master device must issue an appropriate ROM command before issuing a DS18B20 function command. A flowchart for operation of the ROM commands is shown in Figure 11.

SEARCH ROM [F0h]

When a system is initially powered up, the master must identify the ROM codes of all slave devices on the bus, which allows the master to determine the number of slaves and their device types. The master learns the ROM codes through a process of elimination that requires the master to perform a Search ROM cycle (i.e., Search ROM command followed by data exchange) as many times as necessary to identify all of the slave devices. If there is only one slave on the bus, the simpler Read ROM command (see below) can be used in place of the Search ROM process. For a detailed explanation of the Search ROM procedure, refer to the *iButton® Book of Standards* at www.ibutton.com/ibuttons/standard.pdf. After every Search ROM cycle, the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence.

READ ROM [33h]

This command can only be used when there is one slave on the bus. It allows the bus master to read the slave's 64-bit ROM code without using the Search ROM procedure. If this command is used when there is more than one slave present on the bus, a data collision will occur when all the slaves attempt to respond at the same time.

MATCH ROM [55h]

The match ROM command followed by a 64-bit ROM code sequence allows the bus master to address a specific slave device on a multidrop or single-drop bus. Only the slave that exactly matches the 64-bit ROM code sequence will respond to the function command issued by the master; all other slaves on the bus will wait for a reset pulse.

SKIP ROM [CCh]

The master can use this command to address all devices on the bus simultaneously without sending out any ROM code information. For example, the master can make all DS18B20s on the bus perform simultaneous temperature conversions by issuing a Skip ROM command followed by a Convert T [44h] command.

Note that the Read Scratchpad [BEh] command can follow the Skip ROM command only if there is a single slave device on the bus. In this case time is saved by allowing the master to read from the slave without sending the device's 64-bit ROM code. A Skip ROM command followed by a Read Scratchpad command will cause a data collision on the bus if there is more than one slave since multiple devices will attempt to transmit data simultaneously.

ALARM SEARCH [ECh]

The operation of this command is identical to the operation of the Search ROM command except that only slaves with a set alarm flag will respond. This command allows the master device to determine if any DS18B20s experienced an alarm condition during the most recent temperature conversion. After every Alarm Search cycle (i.e., Alarm Search command followed by data exchange), the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence. Refer to the *OPERATION — ALARM SIGNALING* section for an explanation of alarm flag operation.

DS18B20 FUNCTION COMMANDS

After the bus master has used a ROM command to address the DS18B20 with which it wishes to communicate, the master can issue one of the DS18B20 function commands. These commands allow the master to write to and read from the DS18B20's scratchpad memory, initiate temperature conversions and determine the power supply mode. The DS18B20 function commands, which are described below, are summarized in Table 4 and illustrated by the flowchart in Figure 12.

CONVERT T [44h]

This command initiates a single temperature conversion. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its low-power idle state. If the device is being used in parasite power mode, within 10 μ s (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for the duration of the conversion (t_{conv}) as described in the *POWERING THE DS18B20* section. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue read time slots after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting a 0 while the temperature conversion is in progress and a 1 when the conversion is done. In parasite power mode this notification technique cannot be used since the bus is pulled high by the strong pullup during the conversion.

WRITE SCRATCHPAD [4Eh]

This command allows the master to write 3 bytes of data to the DS18B20's scratchpad. The first data byte is written into the T_H register (byte 2 of the scratchpad), the second byte is written into the T_L register (byte 3), and the third byte is written into the configuration register (byte 4). Data must be transmitted least significant bit first. All three bytes MUST be written before the master issues a reset, or the data may be corrupted.

READ SCRATCHPAD [BEh]

This command allows the master to read the contents of the scratchpad. The data transfer starts with the least significant bit of byte 0 and continues through the scratchpad until the 9th byte (byte 8 – CRC) is read. The master may issue a reset to terminate reading at any time if only part of the scratchpad data is needed.

COPY SCRATCHPAD [48h]

This command copies the contents of the scratchpad T_H , T_L and configuration registers (bytes 2, 3 and 4) to EEPROM. If the device is being used in parasite power mode, within 10 μ s (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for at least 10ms as described in the *POWERING THE DS18B20* section.

RECALL E² [B8h]

This command recalls the alarm trigger values (T_H and T_L) and configuration data from EEPROM and places the data in bytes 2, 3, and 4, respectively, in the scratchpad memory. The master device can issue read time slots following the Recall E² command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done. The recall operation happens automatically at power-up, so valid data is available in the scratchpad as soon as power is applied to the device.

READ POWER SUPPLY [B4h]

The master device issues this command followed by a read time slot to determine if any DS18B20s on the bus are using parasite power. During the read time slot, parasite powered DS18B20s will pull the bus low, and externally powered DS18B20s will let the bus remain high. Refer to the *POWERING THE DS18B20* section for usage information for this command.

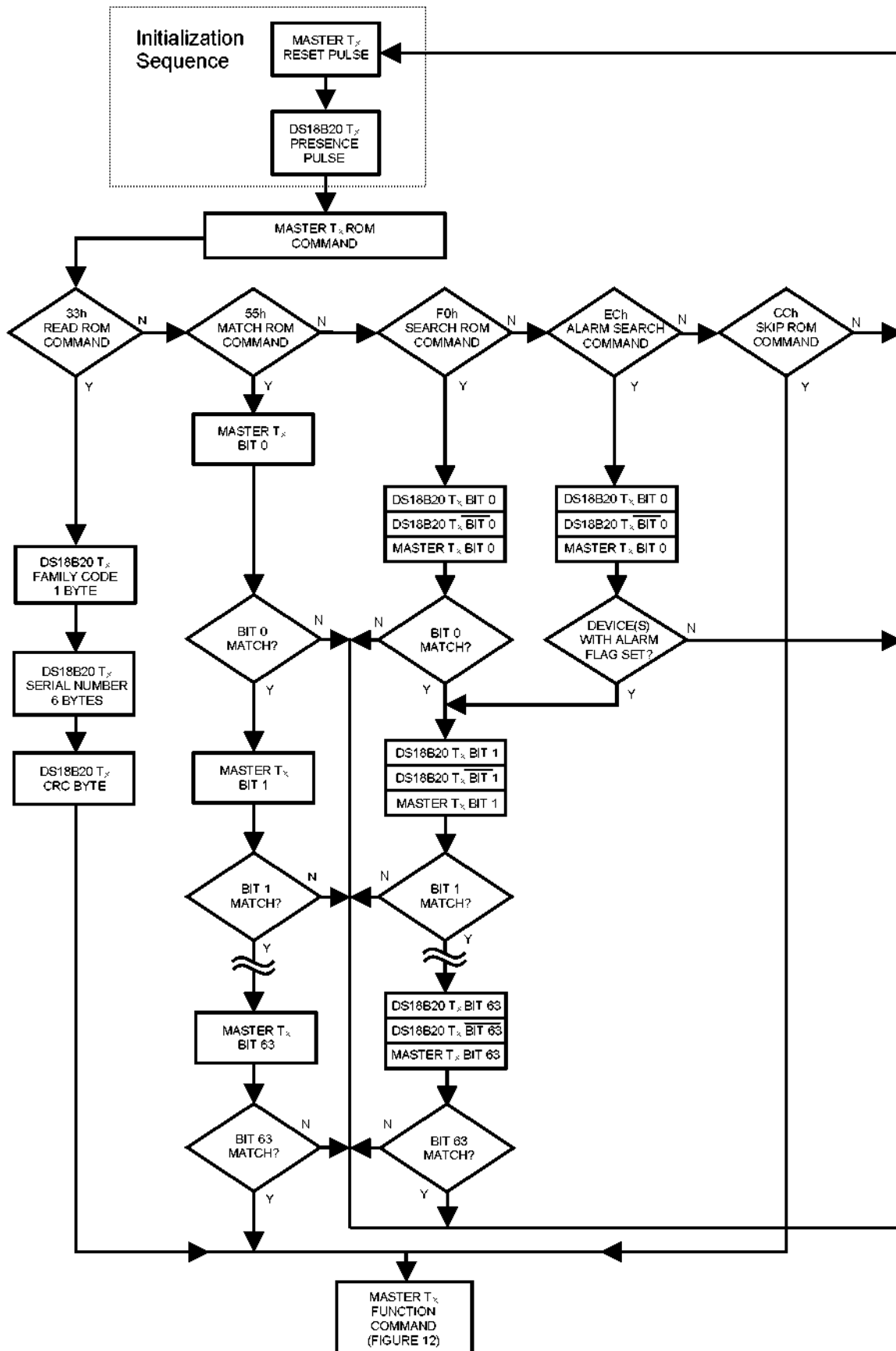
DS18B20 FUNCTION COMMAND SET Table 4

Command	Description	Protocol	1-Wire Bus Activity After Command is Issued	Notes
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	DS18B20 transmits conversion status to master (not applicable for parasite-powered DS18B20s).	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads the entire scratchpad including the CRC byte.	BEh	DS18B20 transmits up to 9 data bytes to master.	2
Write Scratchpad	Writes data into scratchpad bytes 2, 3, and 4 (T_H , T_L , and configuration registers).	4Eh	Master transmits 3 data bytes to DS18B20.	3
Copy Scratchpad	Copies T_H , T_L , and configuration register data from the scratchpad to EEPROM.	48h	None	1
Recall E ²	Recalls T_H , T_L , and configuration register data from EEPROM to the scratchpad.	B8h	DS18B20 transmits recall status to master.	
Read Power Supply	Signals DS18B20 power supply mode to the master.	B4h	DS18B20 transmits supply status to master.	

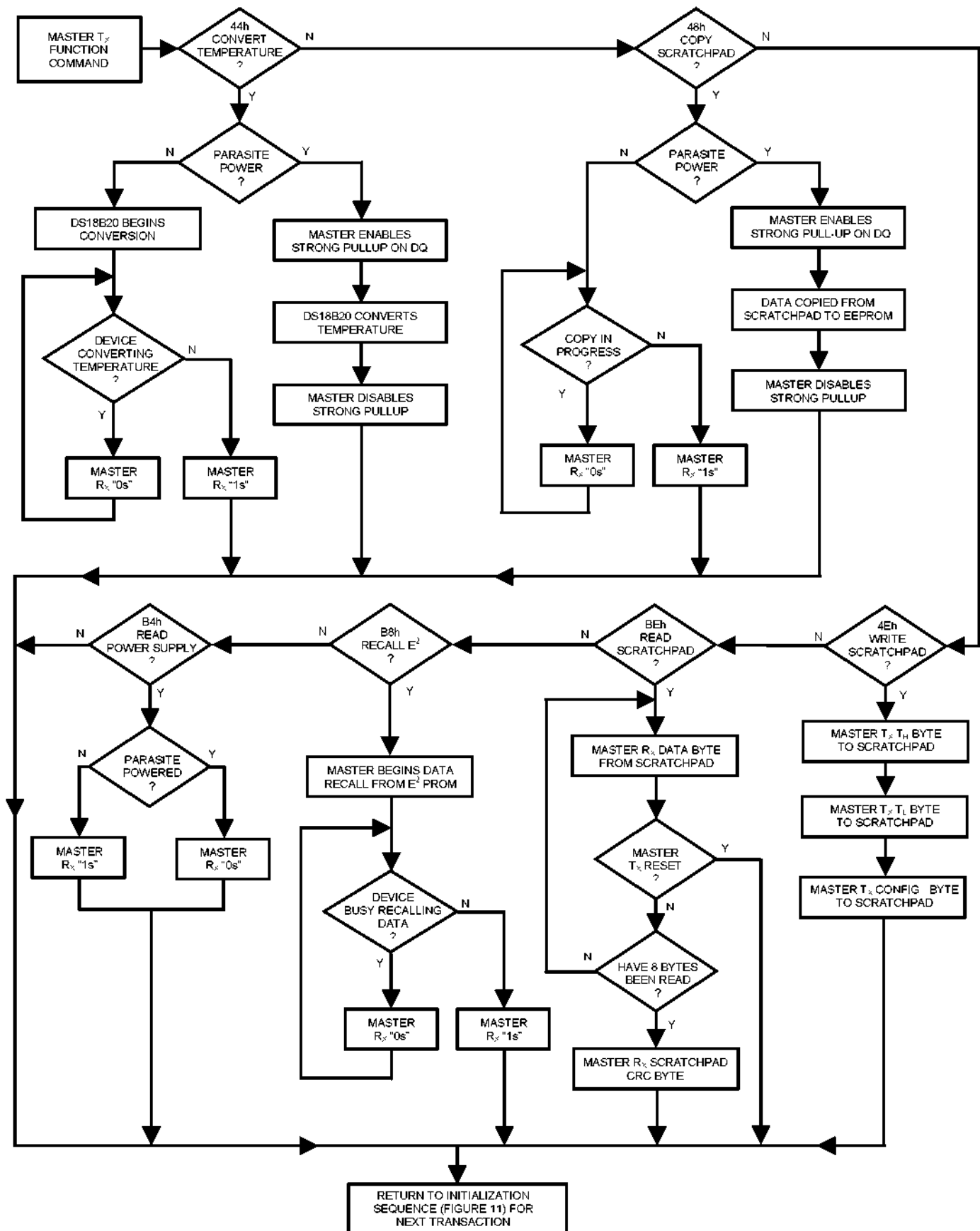
NOTES:

- 1) For parasite-powered DS18B20s, the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions and copies from the scratchpad to EEPROM. No other bus activity may take place during this time.
- 2) The master can interrupt the transmission of data at any time by issuing a reset.
- 3) All three bytes must be written before a reset is issued.

ROM COMMANDS FLOW CHART Figure 11



DS18B20 FUNCTION COMMANDS FLOW CHART Figure 12



1-WIRE SIGNALING

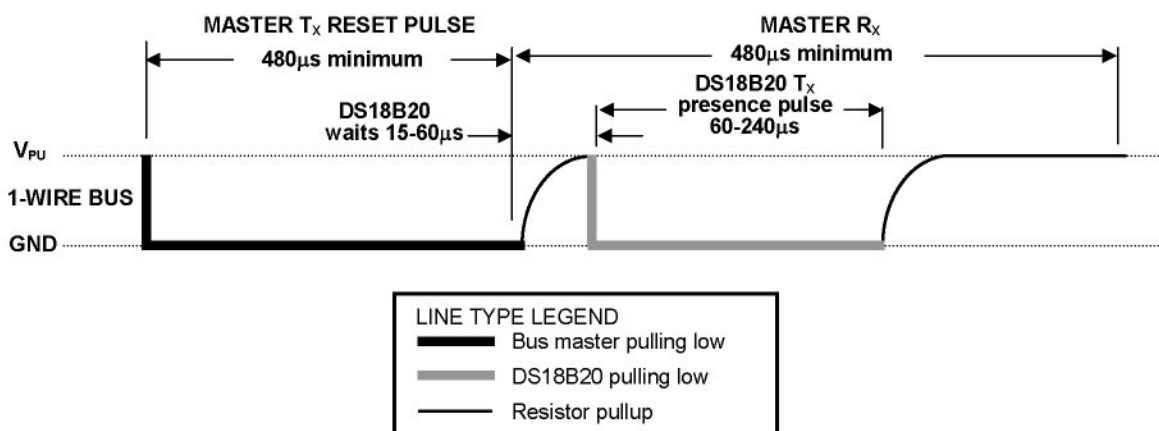
The DS18B20 uses a strict 1-Wire communication protocol to insure data integrity. Several signal types are defined by this protocol: reset pulse, presence pulse, write 0, write 1, read 0, and read 1. The bus master initiates all of these signals, with the exception of the presence pulse.

INITIALIZATION PROCEDURE: RESET AND PRESENCE PULSES

All communication with the DS18B20 begins with an initialization sequence that consists of a reset pulse from the master followed by a presence pulse from the DS18B20. This is illustrated in Figure 13. When the DS18B20 sends the presence pulse in response to the reset, it is indicating to the master that it is on the bus and ready to operate.

During the initialization sequence the bus master transmits (T_X) the reset pulse by pulling the 1-Wire bus low for a minimum of $480\mu s$. The bus master then releases the bus and goes into receive mode (R_X). When the bus is released, the $5k$ pullup resistor pulls the 1-Wire bus high. When the DS18B20 detects this rising edge, it waits $15\mu s$ to $60\mu s$ and then transmits a presence pulse by pulling the 1-Wire bus low for $60\mu s$ to $240\mu s$.

INITIALIZATION TIMING Figure 13



READ/WRITE TIME SLOTS

The bus master writes data to the DS18B20 during write time slots and reads data from the DS18B20 during read time slots. One bit of data is transmitted over the 1-Wire bus per time slot.

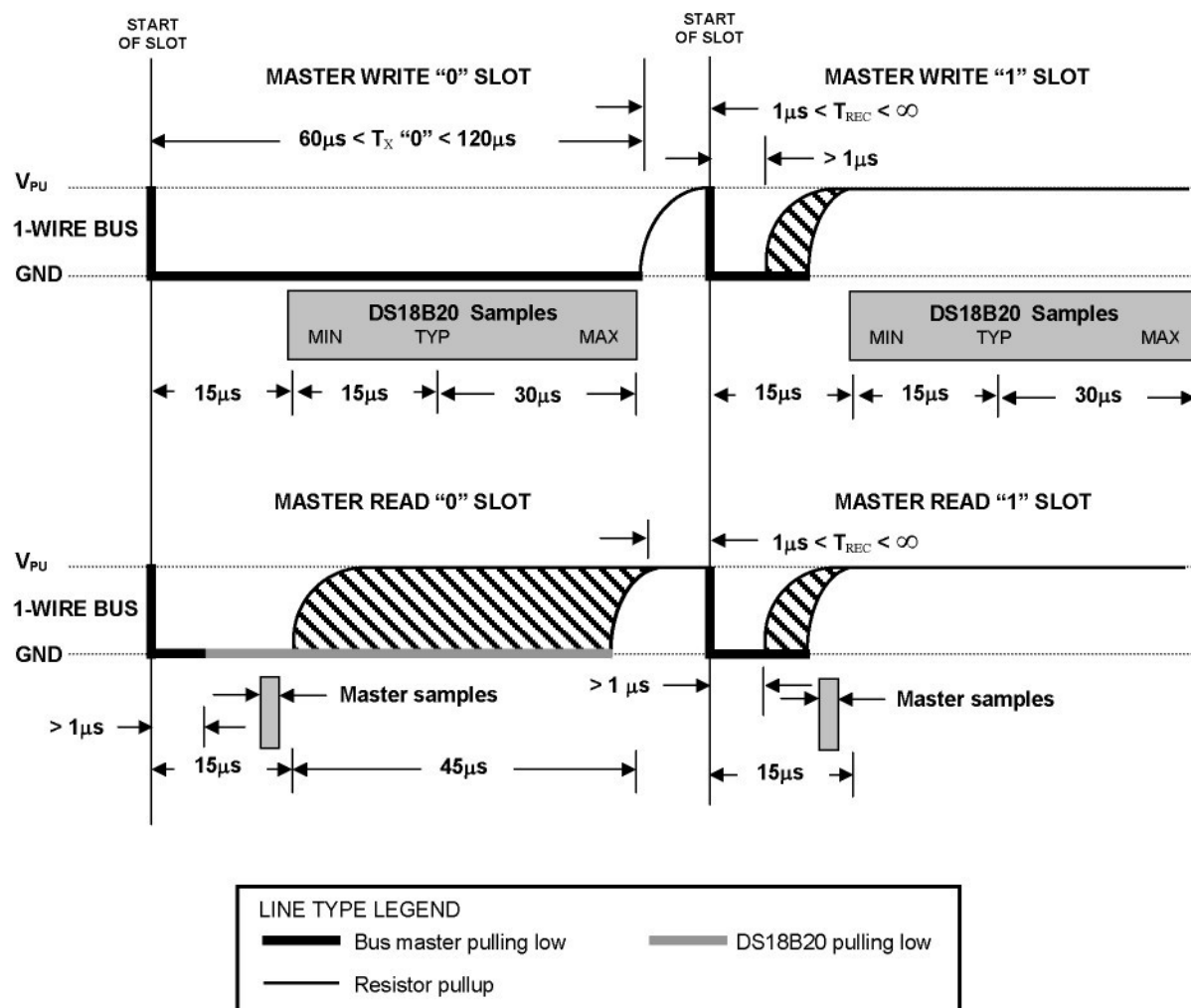
WRITE TIME SLOTS

There are two types of write time slots: “Write 1” time slots and “Write 0” time slots. The bus master uses a Write 1 time slot to write a logic 1 to the DS18B20 and a Write 0 time slot to write a logic 0 to the DS18B20. All write time slots must be a minimum of $60\mu s$ in duration with a minimum of a $1\mu s$ recovery time between individual write slots. Both types of write time slots are initiated by the master pulling the 1-Wire bus low (see Figure 14).

To generate a Write 1 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must release the 1-Wire bus within $15\mu s$. When the bus is released, the $5k$ pullup resistor will pull the bus high. To generate a Write 0 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must continue to hold the bus low for the duration of the time slot (at least $60\mu s$).

The DS18B20 samples the 1-Wire bus during a window that lasts from 15 μ s to 60 μ s after the master initiates the write time slot. If the bus is high during the sampling window, a 1 is written to the DS18B20. If the line is low, a 0 is written to the DS18B20.

READ/WRITE TIME SLOT TIMING DIAGRAM Figure 14



READ TIME SLOTS

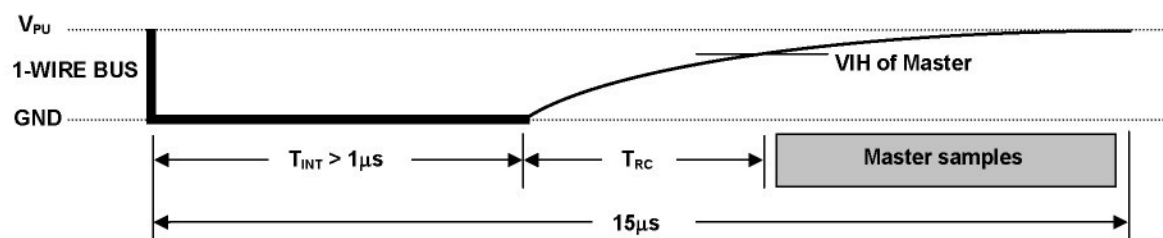
The DS18B20 can only transmit data to the master when the master issues read time slots. Therefore, the master must generate read time slots immediately after issuing a Read Scratchpad [BEh] or Read Power Supply [B4h] command, so that the DS18B20 can provide the requested data. In addition, the master can generate read time slots after issuing Convert T [44h] or Recall E² [B8h] commands to find out the status of the operation as explained in the *DS18B20 FUNCTION COMMAND* section.

All read time slots must be a minimum of 60 μ s in duration with a minimum of a 1 μ s recovery time between slots. A read time slot is initiated by the master device pulling the 1-Wire bus low for a minimum of 1 μ s and then releasing the bus (see Figure 14). After the master initiates the read time slot, the DS18B20 will begin transmitting a 1 or 0 on bus. The DS18B20 transmits a 1 by leaving the bus high and transmits a 0 by pulling the bus low. When transmitting a 0, the DS18B20 will release the bus by the end of the time slot, and the bus will be pulled back to its high idle state by the pullup resistor. Output

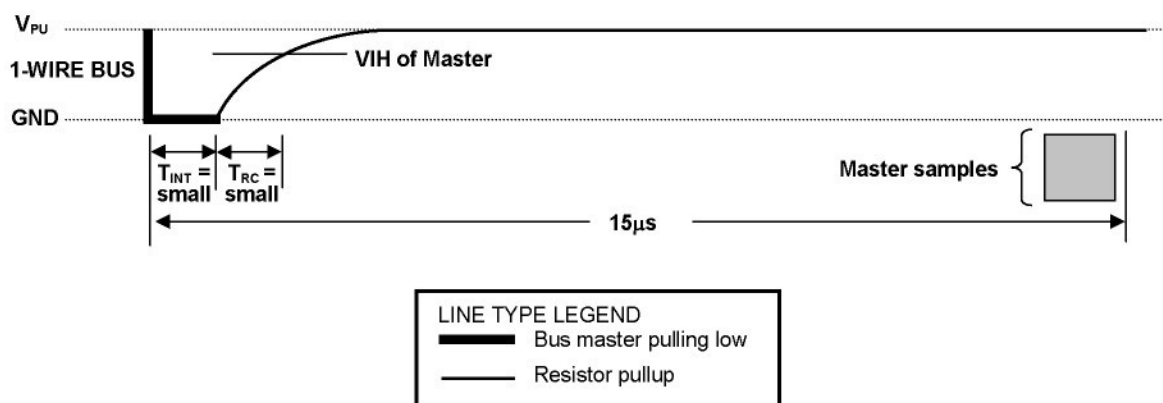
data from the DS18B20 is valid for 15µs after the falling edge that initiated the read time slot. Therefore, the master must release the bus and then sample the bus state within 15µs from the start of the slot.

Figure 15 illustrates that the sum of T_{INT} , T_{RC} , and T_{SAMPLE} must be less than 15µs for a read time slot. Figure 16 shows that system timing margin is maximized by keeping T_{INT} and T_{RC} as short as possible and by locating the master sample time during read time slots towards the end of the 15µs period.

DETAILED MASTER READ 1 TIMING Figure 15



RECOMMENDED MASTER READ 1 TIMING Figure 16



RELATED APPLICATION NOTES

The following Application Notes can be applied to the DS18B20. These notes can be obtained from the Dallas Semiconductor “Application Note Book,” via the Dallas website at <http://www.dalsemi.com/>, or through our faxback service at (214) 450-0441.

Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor Touch Memory Product

Application Note 55: Extending the Contact Range of Touch Memories

Application Note 74: Reading and Writing Touch Memories via Serial Interfaces

Application Note 104: Minimalist Temperature Control Demo

Application Note 106: Complex MicroLANs

Application Note 108: MicroLAN — In the Long Run

Application Note 162: Interfacing the DS18X20/DS1822 1-Wire Temperature Sensor in a Microcontroller Environment

Sample 1-Wire subroutines that can be used in conjunction with AN74 can be downloaded from the Dallas website or anonymous FTP Site.

DS18B20 OPERATION EXAMPLE 1

In this example there are multiple DS18B20s on the bus and they are using parasite power. The bus master initiates a temperature conversion in a specific DS18B20 and then reads its scratchpad and recalculates the CRC to verify the data.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
TX	55h	Master issues Match ROM command.
TX	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
TX	44h	Master issues Convert T command.
TX	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for the duration of the conversion (t_{conv}).
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
TX	55h	Master issues Match ROM command.
TX	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
TX	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
RX	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.

DS18B20 OPERATION EXAMPLE 2

In this example there is only one DS18B20 on the bus and it is using parasite power. The master writes to the T_H , T_L , and configuration registers in the DS18B20 scratchpad and then reads the scratchpad and recalculates the CRC to verify the data. The master then copies the scratchpad contents to EEPROM.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	4Eh	Master issues Write Scratchpad command.
TX	3 data bytes	Master sends three data bytes to scratchpad (T_H , T_L , and config).
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
RX	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.
TX	Reset	Master issues reset pulse.
RX	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
TX	CCh	Master issues Skip ROM command.
TX	48h	Master issues Copy Scratchpad command.
TX	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for at least 10ms while copy operation is in progress.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +6.0V
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-55°C to +125°C
Solder Temperature	See IPC/JEDEC J-STD-020A
Reflow Oven Temperature	+220°C

**These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.*

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +125°C; $V_{DD}=3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply Voltage	V_{DD}	Local Power	+3.0		+5.5	V	1
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite Power	+3.0		+5.5	V	1,2
		Local Power	+3.0		V_{DD}		
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C			±0.5	°C	3
		-55°C to +125°C			±2		
Input Logic Low	V_{IL}		-0.3		+0.8	V	1,4,5
Input Logic High	V_{IH}	Local Power	+2.2		The lower of 5.5 or $V_{DD} + 0.3$	V	1, 6
		Parasite Power	+3.0				
Sink Current	I_L	$V_{IO}=0.4V$	4.0			mA	1
Standby Current	I_{DDs}			750	1000	nA	7,8
Active Current	I_{DD}	$V_{DD}=5V$		1	1.5	mA	9
DQ Input Current	I_{DQ}			5		μA	10
Drift				±0.2		°C	11

NOTES:

- 1) All voltages are referenced to ground.
- 2) The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU} . In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.
- 3) See typical performance curve in Figure 17
- 4) Logic low voltages are specified at a sink current of 4mA.
- 5) To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.
- 6) Logic high voltages are specified at a source current of 1mA.
- 7) Standby current specified up to 70°C. Standby current typically is 3μA at 125°C.
- 8) To minimize I_{DDs} , DQ should be within the following ranges: $GND \leq DQ \leq GND + 0.3V$ or $V_{DD} - 0.3V \leq DQ \leq V_{DD}$.
- 9) Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.
- 10) DQ line is high ("hi-Z" state).
- 11) Drift data is based on a 1000 hour stress test at 125°C with $V_{DD} = 5.5V$.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS: NV MEMORY(-55°C to +100°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

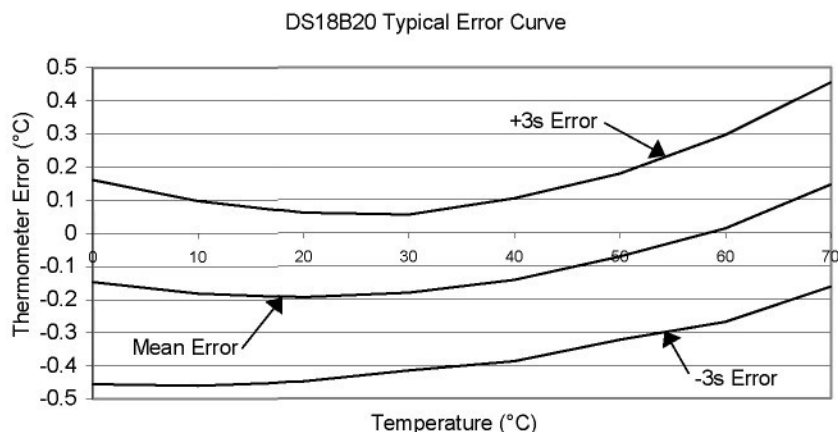
PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{wr}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (-55°C to +125°C; $V_{DD} = 3.0V$ to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9-bit resolution			93.75	ms	1
		10-bit resolution			187.5	ms	1
		11-bit resolution			375	ms	1
		12-bit resolution			750	ms	1
Time to Strong Pullup On	t_{SPON}	Start Convert T Command Issued			10	μs	
Time Slot	t_{SLOT}		60		120	μs	1
Recovery Time	t_{REC}		1			μs	1
Write 0 Low Time	t_{LOW0}		60		120	μs	1
Write 1 Low Time	t_{LOW1}		1		15	μs	1
Read Data Valid	t_{RDV}				15	μs	1
Reset Time High	t_{RSTH}		480			μs	1
Reset Time Low	t_{RSTL}		480			μs	1,2
Presence Detect High	t_{PDHIGH}		15		60	μs	1
Presence Detect Low	t_{PDLOW}		60		240	μs	1
Capacitance	$C_{IN/OUT}$				25	pF	

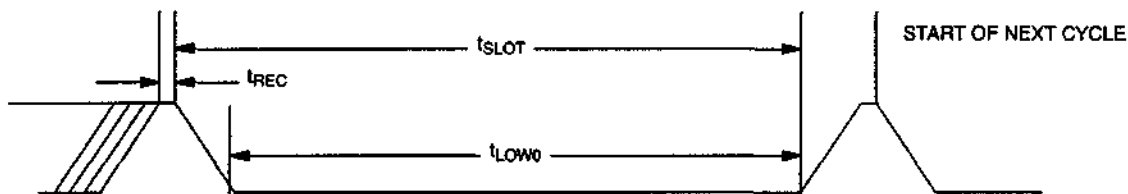
NOTES:

- 1) Refer to timing diagrams in Figure 18.
- 2) Under parasite power, if $t_{RSTL} > 960\mu s$, a power on reset may occur.

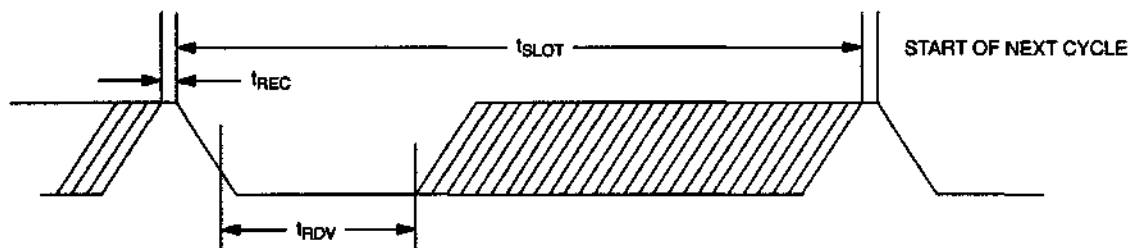
TYPICAL PERFORMANCE CURVE Figure 17

TIMING DIAGRAMS Figure 18

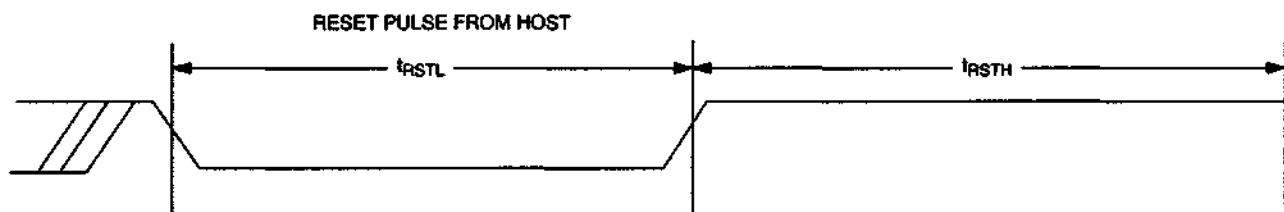
1-WIRE WRITE ZERO TIME SLOT



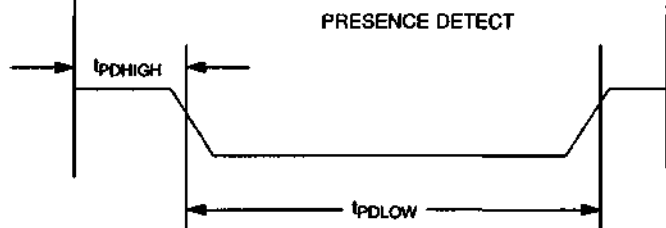
1-WIRE READ ZERO TIME SLOT



1-WIRE RESET PULSE



1-WIRE PRESENCE DETECT



AWM	10/15/20/25
RCM	20/25/30/40/50
ACK	15/20/25/30/40/50
ACC	10/15/20/25/38/40/50/60
ADB	75/100/125/150



Stropní kazeta ACK-AW

- vestavěné čerpadlo kondenzátu
- čtyřcestný výstup vzduchu a pohyblivé žaluzie
- infra ovládání
- možná volba drátového ovládání

Mezistropní ACC-C

- mnoho možností umístění
- nezasahuje do interiéru
- výběr rychlosti ventilátoru

Podstropní RCM-DW

- dvoucestný výstup vzduchu a pohyblivé žaluzie
- třicestný filtr
- silná, robustní konstrukce
- lehká údržba
- infra ovládání
- možná volba drátového ovládání

Potrubní ADB-BW

- vynikající rozvod vzduchu
- spolehlivost
- elegance
- možnost drátového ovládání

Mezistropní ACC-CW

- mnoho možností umístění
- nezasahuje do interiéru
- snadná montáž
- infra ovládání
- možnost drátového ovládání

Kontrola fan coilů

- drátové nebo infra ovládání
- restart
- třírychlostní ventilátor
- automatická regulace ventilátoru
- „sleep mode“
- diagnostika

Vodní systémy – nástěnné a podstropní / parapetní jednotky

TECHNICKÁ SPECIFIKACE

MODEL		AWM					RCM				
		10FW	15FW	20FW	25 FW		20DW	25DW	30DW	40DW	50DW
Množství vzduchu (m3/h)	Vysoké ot.	458	510	815	985		1 000	1 130	1 240	1 710	1 890
	Střední ot.	390	458	730	823		900	1 110	1 220	1 620	1 820
	Nízké ot.	323	390	628	645		710	990	1 160	1 580	1 700
Celkový CHLADÍČÍ výkon		2 931	3 517	4 982	6 154		5 862	6 448	7 620	11 137	14 068
Číselný CHLADÍČÍ výkon		2 022	2 356	3 438	4 247		4 102	4 448	5 180	7 538	9 282
Celkový TOPNÝ výkon (při vodě 60 °C)		4 784	5 348	7 744	9 520		8 830	9 828	11 314	19 344	20 640
Průtok vody	1 / min	7,57	10,11	15,97	20,18		16,75	18,42	21,77	31,82	40,19
	kPa	53,57	89,15	33,72	51,03		20,32	24,25	21,88	41,17	63,33
	kPa	41,94	70,82	26,45	40,33		16,93	25,43	23,59	13,76	27,59
Hladina akustického tlaku	Vysoké otáčky (dBA)	38	38	45	47		50	54	51	54	54
	Střední otáčky (dBA)	34	35	42	44		47	53	50	53	53
	Nízké otáčky (dBA)	30	31	39	42		40	50	48	52	52
Materiál		Bezestěvé měděné trubky - průměr 9,52 mm, tloušťka stěny 0,35 mm									
Průměr připojení výměníku		1/2" Cu trubka									
VÝMĚNÍK	Počet řad	2									
	Maximální pracovní tlak (kg/cm ²) / (psi)	16,4/233									
	Zkoušeno při tlaku	30 kg/cm ² po dobu 1 min; Zkouška těsnosti : 16 kg/cm ² po dobu 5 min.									
	Plocha výměníku	0,198/2,131 0,198/2,131 0,254 / 2,733 0,254 / 2,733									
	Rychlost přes výměník (m/s)/(ft/min)	0,64/126,70 0,72/140,78 0,89/175,63 1,08/212,22									
VENTILÁTOR	Napětí/fáze/Hz	220 - 240 / 1 / 50									
	Příkon	25	26	53	57		96	130	132	240	240
	Výkon	26,4	26,4	55,2	57,6		45	95	95	145	145
	Jmenovitý provozní proud	0,11	0,11	0,23	0,24		0,40	0,58	0,58	1,04	1,04
	Počet pólů	4									
REGULACE	Teplota místnosti	Mikropočítačem ovládaný termostat									
	Proudění vzduchu	Žaluzie pro výstup vzduchu stavitelné ve 4 polohách									
	Ovládání	Bezdrátový LCD ovladač									
	Průměr odvodu pro kondenzát	mm									
Vzduchový filtr		19,05									
Hmotnost (jednotka + panel)		kg									
Rozměry (délka x výška x hloubka)		mm									
		815 x 290 x 179	1062 x 306 x 202	15	70		1241 x 214 x 670	1241 x 214 x 670	1241 x 249 x 670	1714 x 249 x 670	

Podmínky měření: Pro typ AWM 10/ 25 je hladina hluku testována dle standardu JSl C 9612 a měření je prováděno z pozice 1 m před a 0,8m pod otevřeným výstupem vzduchu.
Pro typ RCM 20/ 25 je hladina hluku testována dle standardu JSl C 9612 a měření je prováděno z pozice 1 m před a 0,8m pod jednotkou.
Pro typ RCM 30/ 40/ 50 je hladina hluku testována dle standardu JSl C 9612 a měření je prováděno z pozice 1 m před a 1m pod jednotkou.

* - Údaje akustických výkonů v jednotlivých oktaových pásmech doplníme na vyžádání.

PODMÍNKY:

Chladicí výkon

Vstupní teplota vzduchu : 26,7 °C (80 °F) DB, 19,4 °C (67 °F) WB
Vstupní teplota vody : 7,2 °C (45 °F)
Výstupní teplota vody : 12,8 °C (55 °F)

Topný výkon

Vstupní teplota vzduchu : 21,1 °C (64 °F) DB
Vstupní teplota vody : 60 °C (140 °F)
Výstupní teplota vody : 55 °C (131 °F)

Vodní systémy – kazetové jednotky

TECHNICKÁ SPECIFIKACE

MODEL		ACK 15BW	ACK20BW	ACK 25BW	ACK 30BW	ACK 25AW	ACK 30AW	ACK 40AW	ACK 50 AW
Množství vzduchu (m ³ /h)	Vysoké ot.	730	730	840		1 370	1 560	1730	1 830
	Střední ot.	620	620	760		1 180	1 300	1 520	1 680
	Nízké ot.	520	520	660		1 070	1 340	1 340	1 540
Celkový CHLADÍČÍ výkon		W	4 977	5 860		8 206	9 379	10 551	11 723
Číselný CHLADÍČÍ výkon		W	3 318	3 898		5 661	6 376	7 173	7 852
Celkový TOPNÝ výkon (při vodě 60 °C)		W	7 354	8 390		12 278	14 186	15 790	16 726
Průtok vody		l / min	16,8	21		23,45	26,84	30,14	33,49
Taková ztráta (chlazení)		psi / kPa	4,02	18,89		21,77	30,06	50,26	75,77
Tlaková ztráta (topení) - při 60 °C		psi / kPa	3,14	15,09		17,55	24,48	41,83	63,46
Hladina akustického tlaku *	Vysoké otáčky (dBA)	dBA	41	42	45	45	49	51	53
	Střední otáčky (dBA)	dBA	38	40	42	42	45	48	52
	Nízké otáčky (dBA)	dBA	36	37	39	40	43	46	50
Materiál		Bezešvé mřížované trubky - průměr 9,52 mm, tloušťka stěny 0,35 mm							
Průměr připojení výměníku		3/4" Cu trubka							
VÝMĚNÍK	Počet řad	1	2	2		2	2	2	2
	Maximální pracovní tlak (kg/cm ²)/(psi)	16,4 / 233							
	Zkoušeno při tlaku	30 kg/cm po dobu 1 min; Zkouška těsnosti: 16 kg/cm ² po dobu 5 min.							
	Plocha výměníku	m ² /ft ²	0,431 / 4,637	0,416/4,483		0,459 / 5,022	0,459 / 5,022	0,459 / 5,022	0,459 / 5,022
	Rychlost přes výměník (m/s)/(ft/min)	0,471 / 92,73	0,487/95,91	0,567/111,53		0,81/161,49	0,91 / 182,60	1,02/203,90	1,08/215,05
	Napětí/fáze/Hz	220 - 240/1/50							
VENTILÁTOR	Příkon	W	72	72	79	151	164	192	253
	Jmenovitý provozní proud	A	0,31	0,31	0,33	0,65	0,69	0,80	1,08
	Počet polů	6							
REGULACE	Teplota místnosti	Mikropočítačem ovládaný termostat							
	Proudění vzduchu	Žaluzie pro výstup vzduchu stavitelné ve 2 polohách							
	Ovládání	Bezdrátový LCD ovladač							
	Průměr odvodu pro kondenzát	mm							
Vzduchový filtr		19,05							
Hmotnost (jednotka + panel)		kg							
Rozměry (délka x výška x hloubka)		mm							
		33	33	33	34	36	39	42	44
		650 x 293 x 650 (panel: 930 x 363 x 930)							
		820 / 335 / 820 (s panelem 920 / 335 / 920)							

Pozice měření hluku: Pro typ ACK 20/ 25 je hladina hluku testována dle standardu JSI C 9612 a měření je prováděno z pozice 1,4 m pod jednotkou.
Pro typ ACK 30/ 40 / 50 je hladina hluku testována dle standardu JSI B 8615 a měření je prováděno z pozice 1,5 m pod jednotkou.

* - Údaje akustických výkonů v jednotlivých oktavních pásmech doplněné na vyžádání.

PODMÍNKY:

Chladicí výkon

Vstupní teplota vzduchu : 26,7 °C (80 °F) DB, 19,4 °C (67 °F) WB
Vstupní teplota vody : 7,2 °C (45 °F)
Výstupní teplota vody : 12,8 °C (55 °F)

Topný výkon

Vstupní teplota vzduchu : 21,1 °C (64 °F) DB
Vstupní teplota vody : 60 °C (140 °F)
Výstupní teplota vody : 55 °C (131 °F)

Vodní systémy – mezistropní jednotky

TECHNICKÁ SPECIFIKACE

MODEL		ACC 10CW	ACC 15CW	ACC 20CW	ACC 25CW	ACC 28CW	ACC 30CW	ACC 38CW	ACC 40CW	ACC 50CW	ACC 60CW
Množství vzduchu (m3/h)	Vysoké ot.	510	730	1 053	1 427	2 440	1 750	2 616	1 950	2 616	3 380
	Střední ot.	475	526	1 036	1 340	2 157	1 390	2 463	1 740	2 430	3 108
	Nízké ot.	407	458	850	1 087	1 900	1 120	2 140	1 427	2 203	2 770
Celkový CHLADÍCI výkon		2 931	4 032	5 862	7 034	7 914	8 499	12 270	11 137	14 361	17 292
Čitelný CHLADÍCI výkon		2 022	3 282	4 043	4 922	5 460	6 033	8 712	7 905	10 050	11 928
Celkový TOPNÝ výkon (při vodě 60 °C)		4 612	7 045	8 769	11 026	13 150	13 500	20 000	18 131	22 923	26 947
Průtok vody	l / min	8,4	13,45	16,75	20,1	20,17	24,28	26,84	31,82	41,03	49,41
	psi / kPa	10,55	24	20,13	32,41	16,8	14,55	34,42	26,06	44,68	10,21
	psi / kPa	8,34	19,28	16,16	37,11	13,46	11,56	39,38	39,36	68,96	14,93
Hladina akustického tlaku	Vysoké otáčky (dBA)	33	37	38	40	41	46	51	49	52	53
	Střední otáčky (dBA)	30	34	36	39	38	42	48	45	50	50
	Nízké otáčky (dBA)	26	29	34	36	34	38	45	41	47	47
Materiál		Bezešvé měděné trubky - průměr 9,52 mm, tlouška stěny 0,35 mm									
Průměr připojení výměníku		3/4" Cu trubka									
VÝMĚNÍK	Počet řad	3									
	Maximální pracovní tlak (kg/cm ²)/(psi)	16,4/233									
	Zkoušeno při tlaku	30 kg/cm ² po dobu 1 min; Zkouška těsnosti : 16 kg/cm ² po dobu 5 min.									
	Plocha výměníku	0,115/ 1,238	0,143/ 1,542	0,176/ 1,892	0,203/2,187	0,264 / 2,844	0,27 / 2,98	0,363 / 3,909	0,31 / 3,44	0,4 / 4,4	0,47/5,16
	Rychlost přes výměník (m/s)/(ft/min)	1,21 / 242,33	1,39/278,86	1,64/327,70	1,92/384,09	1,14/224,44	1,73/345,64	1,764/347,16	1,67/334,3	1,75/350	1,93/385,66
	Napětí/fáze/Hz	220 -240/1/50									
VENTILÁTOR	Příkon	71	102	148	173	300	421	563	550	670	748
	Jmenovitý provozní proud	0,30	0,43	0,65	0,74	1,30	1,9	2,4	2,60	2,9	3,2
	Počet pólů	4									
	Teplota místnosti	Mikropočítačem ovládaný termostát									
Ovládání		Bezdrátový LCD ovladač									
Průměr odvodu pro kondenzát		19,05									
Vzduchový filtr		Omyvatelná saranová tkanina									
Hmotnost (jednotka + panel)		17	21	22	25	38	39	41	42	54	62
Rozměry (délka x výška x hloubka)		765/261/411	905/261/411	1065/261/411	1200/261/411	942/290/600	929/ 378/ 541	1247/310/638	1045/378/ 541	1299/378/541	1499/378/541

Pro typ ACK 20/ 25 je hladina hluku testována dle standardu J51 C 9612 a měření je prováděno z pozice 1,4 m pod jednotkou.
Pro typ ACK 30/ 40 /50 je hladina hluku testována dle standardu J51 B 8615 a měření je prováděno z pozice 1,5 m pod jednotkou.

* - Údaje akustických výkonů v jednotlivých oktaových pásmech doplníme na vyzádaní.

PODÍLNÍKY:

Chladicí výkon

Vstupní teplota vzduchu : 26,7 °C (80 °F) DB, 19,4 °C (67 °F) WB
Vstupní teplota vody : 7,2 °C (45 °F)
Výstupní teplota vody : 12,8 °C (55 °F)

Topný výkon

Vstupní teplota vzduchu : 21,1 °C (64 °F) DB
Vstupní teplota vody : 60 °C (140 °F)
Výstupní teplota vody : 55 °C (131 °F)



SSB... bez pomocného kontaktu



SSB...1 s pomocným kontaktem



Elektrické pohony

pro malé ventily VVP45..., VXP45..., VMP45...
(max. DN25, $k_{VS} = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$)

SSB31...

SSB61...

SSB81...

- **SSB31...** napájecí napětí AC 230 V
- **SSB81...** napájecí napětí AC 24 V
- **SSB61...** napájecí napětí AC/DC 24 V
- Jmenovitá ovládací síla 200 N
- Automatické přizpůsobení zdvihu ventilu
- Přímá montáž pomocí převlečné matice, není třeba žádné nářadí
- Základní typy jsou vybaveny připojovacím kabelem délky 1,5 m se zástrčkou
- Možnost výběru připojovacích kabelů různých délek
- Ruční ovládání a indikace polohy
- Možnost paralelního připojení několika pohonů
- Pomocný kontakt AC 250 V / 1(0.5) A je zabudovaný do pohonů SSB31.1 a SSB81.1
- 3-polohový řídicí signál
- 3-polohový řídicí signál
- řídicí signál DC 0...10 V

Použití

Použití k ovládání ventilů Siemens V...P45... pro regulaci topné a chladicí vody ve vytápěcích, ventilačních a klimatizačních systémech.

Přehled typů

Standardní verze

Typ	Napájecí napětí	Doba přeběhu při 50 Hz	Řídicí signál	Připojovací kabel	Pomocný kontakt
SSB31 ¹⁾	AC 230 V	150 s	3-polohový	1,5 m	Ne
SSB31/00 ²⁾				bez kabelu	Ne
SSB31.1 ¹⁾				1,5 m	Ano
SSB81 ¹⁾	AC 24 V	150 s	3-polohový	1,5 m	Ne
SSB81/00 ³⁾				bez kabelu	Ne
SSB81.1 ¹⁾				1,5 m	Ano
SSB61 ¹⁾	AC/DC 24 V	75 s	DC 0 ... 10 V	1,5 m	Ne
SSB61/00 ³⁾				bez kabelu	Ne

¹⁾ Základní typy jsou dodávány s kabelem. Pohony mohou být eventuálně objednány také **bez** kabelu (typy SSB.../00), viz ²⁾, ³⁾ a «Příslušenství».

²⁾ Pohon pro připojení kabelů jiných délek (viz «Příslušenství») a jako náhrada

³⁾ Pohony pro připojení kabelů jiných délek nebo připojovacích svorkovnic (viz «Příslušenství») a jako náhrada

Příslušenství

Typ	Popis	Jmenovité napětí	Řídicí signál
ASY3L15	Připojovací kabel 1,5 m	AC 230 V	3-position
ASY3L25	Připojovací kabel 2,5 m		
ASY3L45	Připojovací kabel 4,5 m		
ASY8L15	Připojovací kabel 1,5 m	AC 24 V	
ASY8L25	Připojovací kabel 2,5 m		
ASY8L45	Připojovací kabel 4,5 m		
ASY6L15	Připojovací kabel 1,5 m	AC/DC 24 V	DC 0 ... 10 V
ASY6L25	Připojovací kabel 2,5 m		
ASY6L45	Připojovací kabel 4,5 m		
ASY98	Pojistný šroub pro zástrčku kabelu nebo připojovací svorkovnici		
ASY99	Připojovací svorkovnice pro pohony SSB81/00 s 3-polohovým řídicím signálem		
ASY100	Připojovací svorkovnice pro pohony SSB61/00 s řídicím signálem DC 0...10 V		

Objednávání

Při objednávání uveďte počet kusů, popis výrobku a typové označení.

Příklad: 2 pohony SSB81/00 bez kabelu a
2 připojovací svorkovnice ASY99

Dodávka

Pohony, ventily a příslušenství jsou baleny a dodávány samostatně.

Kompatibilita

Typ ventilu	Popis ventilu	k_{vs} [m ³ /h]	Tlaková třída PN	Katalogový list
VVP45...	2-cestný ventil	0,25 ... 6,3	PN16	4847
VXP45...	3-cestný ventil			
VMP45...	3-cestný ventil s T-obtokem	0,25 ... 4,0		

k_{vs} = jmenovitý průtokový součinitel studené vody (5...30 °C) plně otevřeným ventilem (H_{100}) při tlakové ztrátě 100 kPa (1 bar)

Při ovládání pohonu řídicím signálem DC 0...10 V nebo 3-polohovým signálem je generován zdvih, který je převeden na vřeteno ventilu.

Popis činnosti v tomto katalogovém listě platí pro verze ventilů, které jsou bez připojeného pohonu plně zavřeny.

3-polohové řízení SSB31.../SSB81...

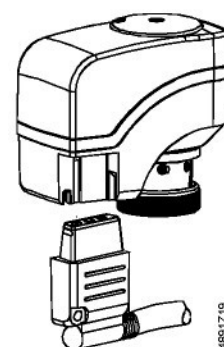
- Napětí na Y1: Vřeteno se vysunuje: Ventil otvírá
- Napětí na Y2: Vřeteno se zasouvá: Ventil zavírá
- Y1 nebo Y2 bez napětí: Vřeteno pohonu zůstává v příslušné poloze

Řídicí signál DC 0...10 V SSB61...

- Ventil otvírá / zavírá v závislosti na velikosti řídicího signálu na svorce Y.
- Při DC 0 V je ventil plně zavřen (A → AB).
- Při odpojení napájecího napětí zůstává vřeteno pohonu v příslušné poloze.

Vlastnosti a výhody

- Plastový kryt
- Bezúdržbový převodový mechanismus, odolný proti zablokování
- Ruční nastavování imbusovým klíčem 3 mm
- Snížený příkon v ustálených polohách
- Odpojení zátěže momentovou spojkou při přetížení a v krajních polohách zdvihu
- Možnost paralelního provozu 6 SSB31..., 24 SSB81... a 10 SSB61... za předpokladu dostatečného výstupu regulátorů
- Připojovací svorkovnice pro jiné délky kabelů (pouze pro pohony s napětím AC 24 V a AC / DC 24 V)
- Připojovací kabely s konektory pro napětí AC 24 V a AC 230 V nemohou být zaměněny

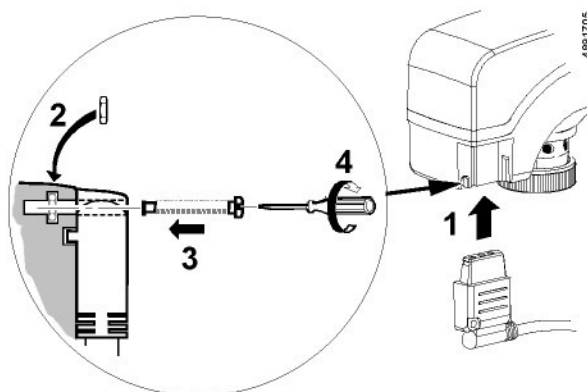


Příslušenství

Pojistný šroub ASY98

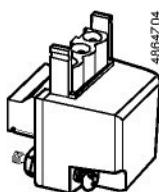


Typ ASY98 k zajištění zástrčky připojovacího kabelu



Zástrčka kabelu zapadne do zdířky v pohonu, ale může být dodatečně zajištěna pojistným šroubem

Připojovací svorkovnice ASY99 ASY100



Pro pohony AC / DC 24 V s jinými délkami kabelů.

- ASY99 pro SSB81/00 s 3-bodovým řízením
- ASY100 pro SSB61/00 se spojitým řízením DC 0...10 V

Připojovací svorkovnice jsou dodávány s montážními návody (74 319 0385 0).

Projektování

⚠ Upozornění

Pohon musí být elektricky připojen dle místních předpisů (viz «Schémata zapojení»).

Předpisy k zajištění bezpečnosti osob a majetku musí být vždy dodržovány!

Maximální přípustné teploty musí být dodrženy (viz «Technické údaje»). Připojovací kabel pohonu se může bez poškození dostat do kontaktu s horkým tělem ventilu za předpokladu, že jeho teplota nepřevyší 80 °C.

Pohony SSB 31.1... a SSB81.1... mají zabudovaný pomocný kontakt. Pozdější montáž tohoto kontaktu do jiných typů pohonů není možná.

Montáž

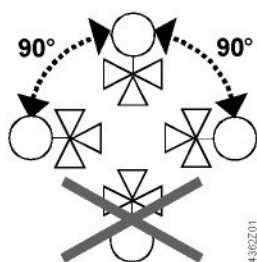
Montážní návod 4 319 0445 0 je přiložen k pohonu.

Připojení pohonu k ventilu je provedeno pomocí převlečné matice; není třeba žádné nářadí ani nastavování.

Pohon musí být nastaven do polohy 0 (viz také «Ruční přestavování»):

Pohony bez připojovacího kabelu (SSB.../00) musí být vybaveny připojovací svorkovnicí a připojovacím kabelem.

Montážní polohy



Uvedení do provozu

Při uvádění systému do provozu zkontrolujte elektrické zapojení a proveďte funkční zkoušku pohonu a pomocného kontaktu, pokud je do pohonu zabudován.

- Vřeteno se vysunuje z pohonu (z polohy 0 do 1): Ventil otvírá
- Vřeteno se zasunuje do pohonu (z polohy 1 do 0): Ventil zavírá

Autokalibrace

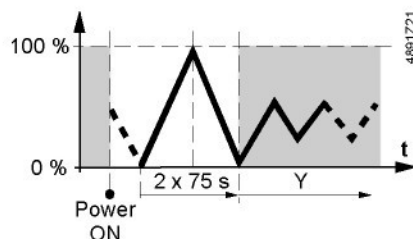
⚠ Upozornění

Během uvádění pohonu SSB61... do provozu a vždy, když je k němu připojeno elektrické napájení, tak pohon provádí samokalibraci (zdvih ventilu 0 → max. zdvih ventilu → zdvih ventilu 0). Během kalibrace nesmí být pohon přestavován ručně.

Správná funkce pohonu SSB... může být poškozena, jestliže je provozován

bez připojeného ventilu. Po třech pokusech o provedení kalibrace zůstane vřeteno pohonu vysunuto. Před připojením pohonu k ventilu musí být elektrické napájení pohonu odpojeno a vřeteno pohonu musí být ručním ovládáním nastaveno do polohy 0. Po připojení ventilu k pohonu a po opětovném připojení elektrického napájení opět proběhne kalibrační proces.

Pro správný průběh kalibrace musí mít použitý ventil minimální zdvih 1,5 mm. Pokud je zdvih ventilu menší než 1,5 mm, tak kombinace ventilu s pohonem zůstane zablokována po třech kalibračních pokusech (vřeteno pohonu vysunuto).



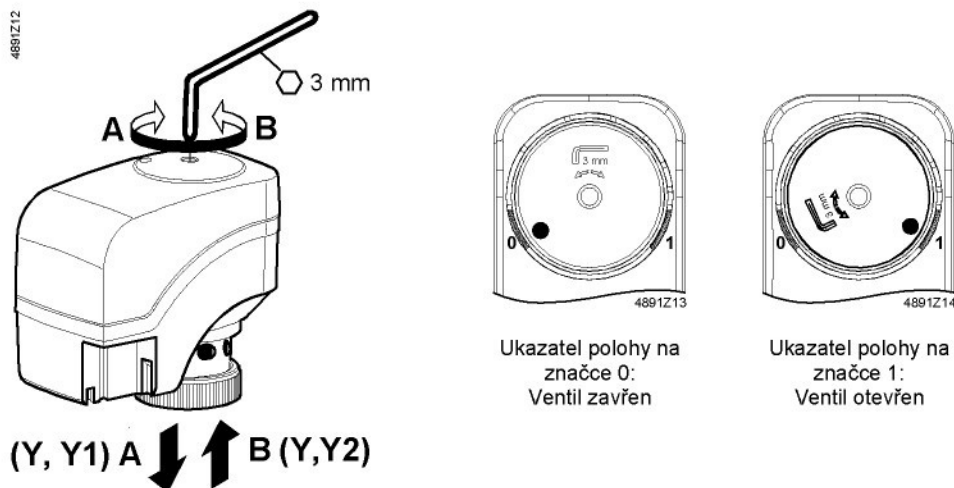
Provoz

Pohon lze ručně přestavit do jakékoli polohy mezi 0 a 1 pomocí 3 mm imbusového klíče. Řídící signál z regulátoru má přednost před polohou nastavenou ručně.

Poznámka

Pokud je nutné, aby pohon zůstal v poloze nastavené ručně, tak odpojte připojovací kabel nebo odpojte napájecí napětí a řídící signál.

Ruční přestavování



Údržba

Pohony nevyžadují žádnou údržbu.

Při provádění servisních prací na zařízení proveďte následující opatření:



- Odpojte napájecí napětí (např. odpojte zástrčku)
- Pokud je to nezbytné, odpojte elektrické připojení ze svorkovnice.
- Pohon musí být uváděn do provozu pouze se správně namontovaným ventilem do potrubí!

Opravy

Pohony SSB... nemohou být opravovány; kompletní jednotka musí být vyměněna.

Likvidace



Zařízení nesmí být likvidováno společně s domovním odpadem. To se týká především desek plošných spojů.

Místní legislativa může vyžadovat speciální zacházení s určitými komponenty nebo musí být brán zřetel na ekologické hledisko.

Dodržujte místní předpisy.

Záruka

Uvedené technické údaje jsou platné pouze při použití pohonů s ventily Siemens uvedených v kapitole «Kompatibilita».

Při použití pohonů SSB... s ventily jiných výrobců je záruka poskytovaná společností Siemens neplatná.

Technické údaje

		SSB31	SSB81	SSB61
Napájení	Jmenovité napájecí napětí	AC 230 V	AC 24 V	AC 24 V nebo DC 24 V
	Tolerance napětí	± 15 %	± 20 %	± 20 % ± 25 %
	Jmenovitá frekvence	50 / 60 Hz		
	Max. příkon	6 VA	0,8 VA	2 VA
Ovládání	 Pojistka přívodního kabelu (rychlá)	2 A		
	Řídící signál	3-polohový		DC 0...10 V
	Vstupní impedance pro DC 0...10 V	—		> 100 kOhm
	Přesnost nastavení pro DC 0...10 V	—		< 2 % jmenovitého zdvihu
	Paralelní provoz (počet pohonů) ¹⁾	max. 6	max. 24	max. 10
Provozní údaje	Doba přeběhu pro zdvih 5,5 mm při 50 Hz	150 s		75 s
	Jmenovitý zdvih	5,5 mm		
	Jmenovitá ovládací síla	200 N		
	Přípustná teplota média v připojeném ventilu	1...110°C		
Elektrické připojení	Připojovací kabel základních typů	1,5 m 3-žilový podle EN 60320 / IEC 60227		
Průmyslové standardy	Splňuje požadavky pro CE značení: Směrnice pro EMC	89/336/EEC	Vyzařování EN 50081-1 Odolnost EN 61000-6-2	
	Směrnice pro nízké napětí	73/23/EEC	EN 60730-1	
	Třída ochrany podle EN 60730	II	III	
Rozměry / hmotnost	Stupeň krytí pouzdra	IP40 podle EN 60529		
	Rozměry	viz «Rozměry»		
	Závit připojovací matice k ventilu	převlečená matice G¾		
	Hmotnost s / bez pomocného kontaktu	0,4 kg / 0,3 kg		
Barvy krytu	Spodní a horní část	RAL 7035 světle šedá		
Pomocný kontakt	Zabudovaný v SSB31.1 a SSB81.1	1 přepínací kontakt		—
	Nastavitelná mez sepnutí	0...100%		
	Tovární nastavení 50 %			
	Zatížitelnost pomocného kontaktu	max. AC 250 V, 1 A (0,5 A)		

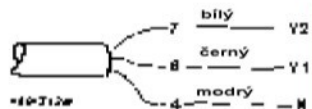
¹⁾ Za předpokladu, že výstup regulátorů je dostatečný

Všeobecné podmínky okolního prostředí

	Provoz IEC 721-3-3	Doprava IEC 721-3-2	Skladování IEC 721-3-1
Klimatické podmínky	Třída 3K3	Třída 2K3	Třída 1K3
Teplota	+1...+50 °C	-25...+70 °C	-5...+50 °C
Vlhkost	5...85 % r.v.	< 95 % r.v.	5...95 % r.v.

Připojovací kabel

SSB31...



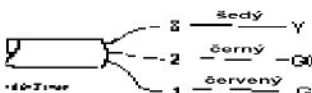
Řídící signál ZAVÍRÁ (AC 230 V)
Řídící signál OTEVÍRÁ (AC 230 V)
Nulový vodič

SSB81...



Řídící signál ZAVÍRÁ (AC 24 V)
Řídící signál OTEVÍRÁ (AC 24 V)
Systémový potenciál AC 24 V

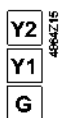
SSB61...



Řídící signál DC 0 ... 10 V
Systémová nula (- při DC 24 V)
Systémový potenciál AC 24 V (+ při DC 24 V)

Připojovací svorkovnice

ASY99
pro SSB81...



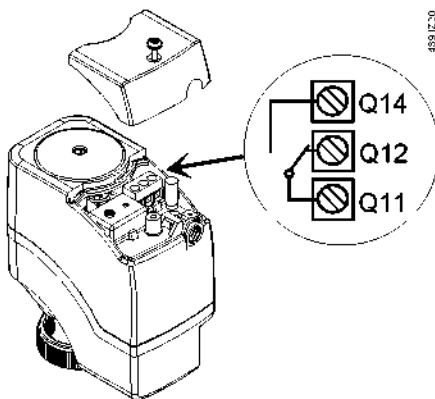
Řídicí signál ZAVÍRÁ
Řídicí signál OTEVÍRÁ
Systémový potenciál AC 24 V

ASY100
pro SSB61



Systémová nula
Řídicí signál DC 0 ... 10 V
Systémový potenciál AC/DC 24 V

Svorkovnice pro
pomocné kontakty
SSB31.1, SSB81.1



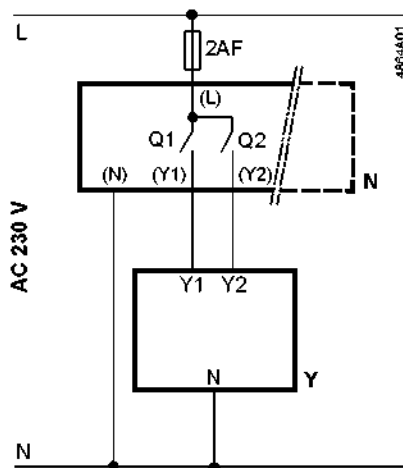
Tovární nastavení:

0 ... 50 % Q11 → Q12
50% ... 1 Q11 → Q14

Mez sepnutí může být nastavena otáčením spinací vačky šroubovákem (viz Montážní návod).

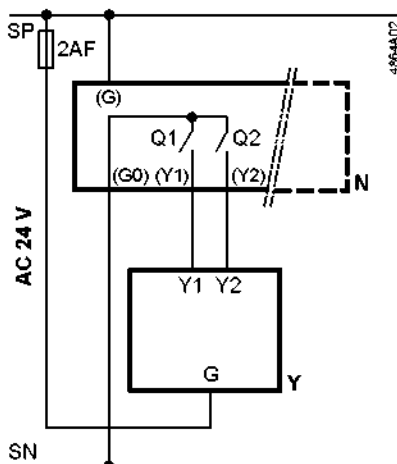
Schémata zapojení

SSB31...



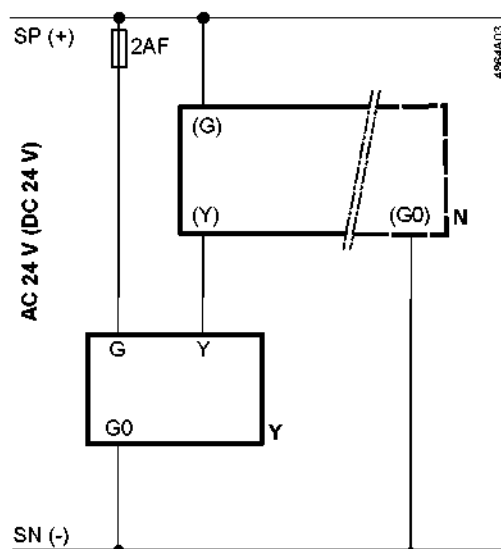
N Regulátor
Y Pohon
L Systémový potenciál AC 230 V
N Systémová nula
Q1, Q2 Kontakty regulátoru

SSB81...



N Regulátor
Y Pohon
SP Systémový potenciál AC 24 V
SN Systémová nula
Q1, Q2 Kontakty regulátoru

SSB61...



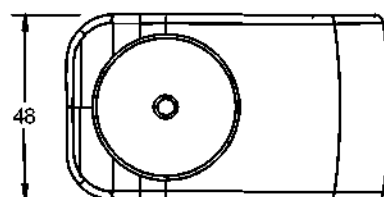
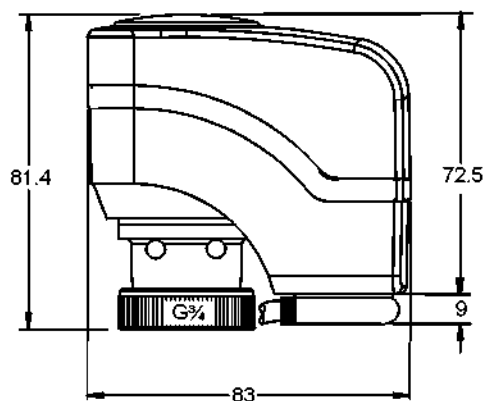
N Regulátor
Y Pohon
SP Systémový potenciál AC 24 V
SN Systémová nula

Rozměry

Všechny rozměry v mm

Pohon bez pomocného kontaktu

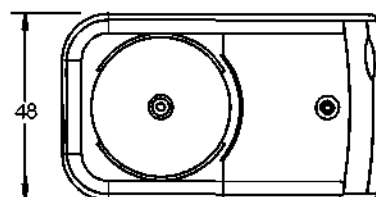
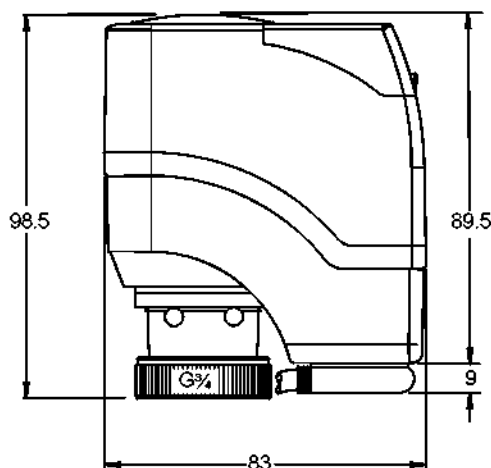
SSB31...
SSB81...
SSB61...



4891MD1

Pohon s pomocným kontaktem

SSB31.1...
SSB81.1...



4891MD2



Přímé ventily (2 vstupy)
VVP459.10-0.63 až VVP459.25-6.3



Trojcestné ventily (3 vstupy)
VXP459.10-0.63 až VXP459.25-6.3



Trojcestné ventily (4 vstupy)
s T obtokem
VMP459.10-0.63 až VMP459.25-4



Přímé ventily (2 vstupy)
VVP459.25-10 až VVP459.40-25



Trojcestné ventily (3 vstupy)
VXP459.25-10 to VXP459.40-25

Přímé a trojcestné malé ventily PN16, ANSI Třída 250

V...P459...

- Přímé ventily, typ VVP459...
- Trojcestné ventily, typ VXP459...
- Trojcestné ventily s T obtokem, typ VMP459...
- Jmenovitý tlak 16 bar , ANSI Třída 250
- Materiál těla - (bronz Rg5)
- Jmenovité světlosti DN10, DN15, DN20, DN25, DN32 a DN40
- Vnější připojovací závit G...B
- Jmenovitý zdvih 5.5 mm
- Knoflík pro ruční nastavení
- Lze použít šroubení Landis & Staefa typ ALG... s plochým těsněním
- Lze použít s elektrickými servopohony typ SSB... nebo SSC...

Použití

Pro použití v malých až středních systémech HVAC, ve ventilačních a klimatizačních systémech nebo v jednotkách pro výměnu vzduchu jako jsou fan-coilové jednotky, indukční jednotky atd. Použití pouze v uzavřených systémech. V hydraulických systémech se používá jako směšovací ventil.

Média	Horká voda:	Max. 110 °C, krátkodobě max. 120 °C
	Chladicí voda:	Teplota > 2 °C
	Voda s antikorozní příměsí:	Max. 50 % objemu
Doporučení	Úprava vody podle VDI 2035.	

Provozní tlak	Max. 1600 kPa (16 bar) podle ISO 7268 (DIN 2401) a ANSI Třídy 250 podle ASME B16.15.
----------------------	--

Přehled typů

DN	Připojení	k _{vs}	VV...459...	VX...459...	VM...459...	k _{vs} v obtoku	S _v	Δp _s	Δp _{v max} 1)	Pohon Přestavovací síla	
[mm]		[m³/h]				[m³/h]		[kPa]	[kPa] ¹)	200N	300N
10	G½B	0.63	VVP459.10-0.63	VXP459.10-0.63	VMP459.10-0.63	0.44	> 50	600	200	SSB	SSC
		1.0	VVP459.10-1	VXP459.10-1	VMP459.10-1	0.70					
		1.6	VVP459.10-1.6	VXP459.10-1.6	VMP459.10-1.6	1.12					
15	G¾B	2.5	VVP459.15-2.5	VXP459.15-2.5	VMP459.15-2.5	1.75	> 100	400	200	SSB	SSC
20	G1B	4.0	VVP459.20-4	VXP459.20-4	VMP459.20-4	2.80					
25	G1¼B	6.3	VVP459.25-6.3	VXP459.25-6.3		4.40		200			
25	G1½B	10	VVP459.25-10	VXP459.25-10		10	> 100	300	200	SSB	SSC
32	G2B	16	VVP459.32-16	VXP459.32-16		16		150	150		
40	G2¼B	25	VVP459.40-25	VXP459.40-25		25		70	70		

Δp_s = Max. dovolená tlaková diference v kPa, při které ventil ještě zavírá.

Δp_{vmax} = Max. dovolená tlaková diference na ventilu s pohonem pro celý rozsah zdvihu.

1) Pro $\Delta p_{vmax} > 100$ kPa, je nebezpečí zvýšené hlučnosti a kavitace na sedle a kuželce.

k_{vs} = Průtok vody (v m³/h) při 20 °C plně otevřeným ventilem (zdvih 100 %) při tlakovém spádu 1 bar.

k_{vr} = Minimální průtok ventilem (v m³/h) při tlakovém spádu 1 bar, při kterém je ještě dodržena tolerance základní průtočné charakteristiky.

S_v = Regulační rozsah (k_{vs} / k_{vr}).

Závitové šroubení pro V...P459...

DN [mm]	Závit na ventilu	Pro typ ventilu	Landis & Staefa	
			Vnější závit	Vnitřní závit
10	G½B	V...P459.10-0.63 až V...P459.10-1.6	ALG13	
15	G¾B	V...P459.15-2.5	ALG14	
20	G1B	V...P459.20-4		ALG15
25	G1¼B	VVP459.25-6.3 VXP459.25-6.3		ALG20
25	G1½B	VVP459.25-10 VXP459.25-10		ALG25
32	G2B	VVP459.32-16 VXP459.32-16		ALG32
40	G2¼B	VVP459.40-25 VXP459.40-25		ALG40

Při objednávání specifikujte počet kusů, název výrobku, typové označení ventilu, a počet kusů šroubení ALG... (pokud je požadováno). Šroubení ALG... (Landis & Staefa) musí být objednáno jako samostatné položky.

Příklad

20 ks trojcestných ventilů s T obtokem, typ VMP459.10-1
80 sad šroubení, typ ALG13

Dodávka

Ventily jsou dodávány v optimálních počtech kusů; minimální množství jsou uvedena v následující tabulce.

Typ	Počet kusů na jedno balení
VVP459.10-0.63 až VVP459.20-4 VXP459.10-0.63 až VXP459.20-4	20
VMP459.10-0.63 až VMP459.20-4	10
VVP459.25-10 VXP459.25-10	10
VVP459.25-6.3 VXP459.25-6.3	9
VVP459.32-16 VXP459.32-16	6
VVP459.40-25 VXP459.40-25	5

Ventily, pohony a šroubení jsou baleny odděleně.

Kompatibilita

Ventily typu V...459.10-0.63 až V...459.25-6.3 jsou ovládány pohony typu SSB... nebo typu SSC... zatímco ventily typu V...P459.25-10, V...459.32-16 a V...P459.40-25 jsou ovládány pouze pohony typu SSC...

Pohon	Napájecí napětí	Řízení	Přestavovací doba	Přestavovací síla	do k_{vs}	Katalogový list
SSB819...	AC 24 V	3-polohové	150 s	200 N	6.3 m ³ /h	Q4891
SSB619	AC 24 V	DC 0 ...10 V	75 s			
SSC819	AC 24 V	3-polohové	150 s	300 N	25 m ³ /h	Q4895
SSC619	AC 24 V	DC 0 ...10 V	30 s			
SQY31	AC 230 V	3-polohové	150 s	400 N	25 m ³ /h	N4578

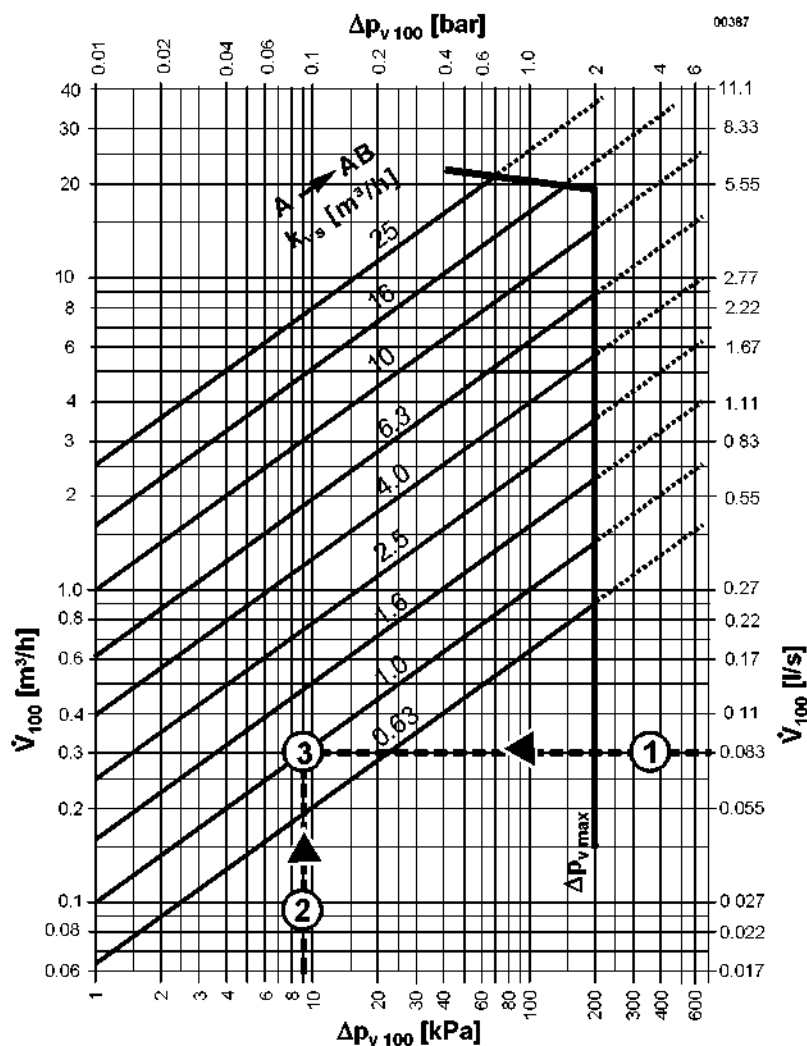
Legenda:

	$\Delta p_{v,max}$ (Pro $\Delta p_{v,max}$ vyšší než 100 kPa, je nebezpečí vzniku zvýšené hluchosti a vzniku eroze na sedle a kuželce.)
	Hodnota k_{vs} v přímém směru A → AB
100 kPa	1 bar ≈ 10 mWG
1 m³/h	0.278 l/s vody při 20 °C
$\Delta p_{v,max}$	Maximální dovolená tlaková difference ne regulačním ventilu pro celý rozsah zdvihu
$\Delta p_{v,100}$	Maximální dovolená tlaková difference na plně otevřeném ventilu (zdvih 100%)
$\dot{V}_{100}$	Maximální průtok v l/s

Hodnota k_{vs} v obtoku B u ventilů typu V...459.10... až V...459.25-6.3 je pouze 70 % hodnoty k_{vs} v přímém směru A → AB (pro ostatní typy 100 %). Takto je kompenzována tlaková ztráta výměníku tepla nebo radiátoru pro udržení konstantní hodnoty průtoku $\dot{V}_{100}$.

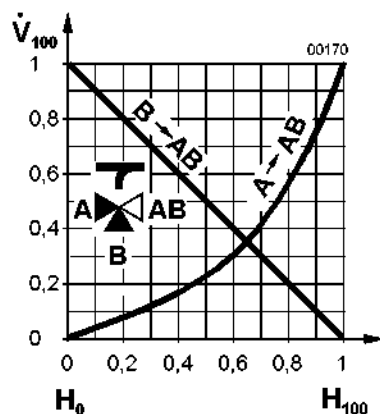
Příklad:

- = Příklad
- (1) $\dot{V}_{100}$ = 0.083 l/s
- (2) $\Delta p_{v,100}$ = 9 kPa
- (3) Požadovaná hodnota k_{vs} = 1.0 m³/h

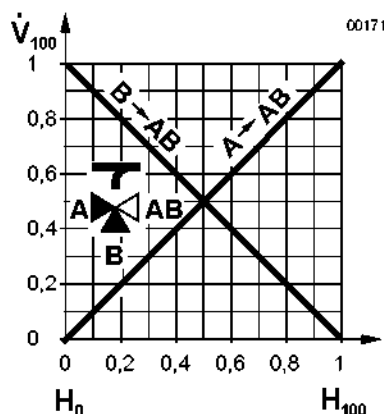


Základní charakteristiky

V...459.10-0.63 až V...459.25-6.3



V...P459.25-10 až V...P459.40-25



Upozornění!

Ventily typu VXP459... a VMP459... lze použít pouze pro směšování.

- $\dot{V}_{100}$ = Objemový průtok
- H_0 = Zdvih ventilu 0 % = směr A → AB uzavřen, obtok B otevřen
- H_{100} = Zdvih ventilu 100 % = směr A → AB otevřen, obtok B uzavřen
- Výstup AB = Konstantní výsledný průtok z A a B → AB
- Vstup A = Proměnný průtok v přímém směru A → AB
- Vstup B = Proměnný průtok přes obtok B → AB

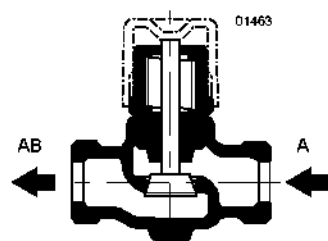
Ventily by měly být přednostně montovány na zpátečku, z důvodu nižších provozních teplot. Viz také kapitoly «Montáž» a «Uvedení do provozu».

Doporučení

Před ventil doporučujeme montovat filtr.

Přímé ventily

VVP459...



Ventil je nutno orientovat tak, aby médium protékalo ve směru A → AB (vyznačeno šipkou na těle ventilu)

Výstup AB = Proměnný průtok v přímém směru (výstup)

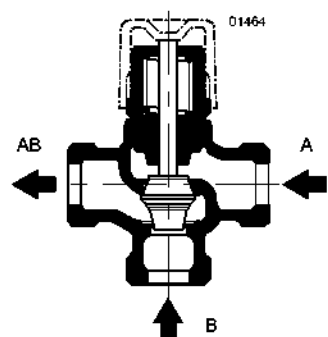
Vstup A = Proměnný průtok v přímém směru (vstup)

Vřeteno zasunuto: Směr A → AB otevřen

Vřeteno vysunuto: Směr A → AB uzavřen

Trojcestné ventily

VXP459...



Ventily typu VXP459... mohou být použity pouze pro směšování

Směšování:

Průtok z A a B → AB

Výstup AB = Konstantní výsledný průtok (výstup)

Vstup A = Proměnný průtok A → AB (vstup A)

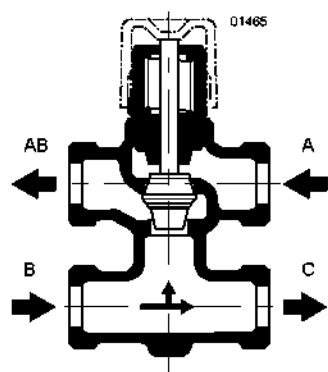
Vstup B = Proměnný průtok B → AB přes obtok (vstup B)

Vřeteno zasunuto: Směr A → AB otevřen, obtok B uzavřen

Vřeteno vysunuto: Směr A → AB uzavřen, obtok B otevřen

Trojcestné ventily s T obtokem

VMP459...



Ventily typu VXP459... mohou být použity pouze pro směšování

Směšování:

Průtok z A a B → AB

Výstup AB = Konstantní výsledný průtok (výstup)

Vstup A = Proměnný průtok A → AB (vstup A)

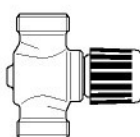
Vstup B = Proměnný průtok B → AB přes obtok (vstup B)

Vřeteno zasunuto: Směr A → AB otevřen, obtok B uzavřen

Vřeteno vysunuto: Směr A → AB uzavřen, obtok B otevřen

Montáž

Montážní polohy



Dovolené



Nepřípustná

Zkontrolujte směr průtoku média ventilem, jak je uvedeno v kapitole "Projektování" nebo v návodu pro montáž, který je připojen ke každému ventilu.

Uvedení do provozu

Ruční přestavení

Ventil je **možno v přímém směru A → AB** otevřít servopohonem nebo ručním ovládacím knoflíkem. U trojcestných ventilů je tím **obtok B** škrcen nebo uzavřen. Pomocí ručního ovládacího knoflíku lze ventil otevřít v přímém směru A → AB na 70 % zdvihu (obtok otevřen na 30 % zdvihu). Ventily s hodnotami k_{vs} 10, 16 a 25 lze ručně otevřít na plný zdvih, zatímco obtok lze plně uzavřít. Ventily jsou uzavírány zpětnou pružinou.

Upozornění !

Před vykonáváním servisní činnosti na ventilu a/nebo pohonu : vypněte čerpadlo, odpojte napájecí napětí, uzavřete hlavní uzavírací ventil systému, snižte tlak v potrubí a nechte systém vychladnout. Jestliže je to nutné, odpojte kabely elektrického připojení ze svorkovnice. Ventil může být ovládán pouze ručním knoflíkem pro přednastavení nebo správně namontovaným pohonem.

Technické údaje

Provozní údaje

Charakteristiky

Směr A → AB

Pro ventily s k_{vs} 0,63 až 6,3: $n_{gl} = 2,2$ ekviprocentní podle VDI/VDE 2173 (optimalizováno pro velký regulační rozsah)

Pro ventily s k_{vs} 10 až 25: lineární

– Obtok B

Lineární

Netěsnost

– Směr A → AB

0... 0.02 % z hodnoty k_{vs}

– Obtok B

0... 0.02 % z hodnoty k_{vs}

Regulační rozsah Sv

Viz kapitola «Přehled typů»

Tlaková třída PN16

Podle ISO 7268 (DIN 2401)

ANSI Třída 250

ASME B16.15

Jmenovitý zdvih

5.5 mm

Použité materiály

Materiály ventilu

– Tělo

Bronz Rg5

– Vřeteno

Nerezová ocel

– Kuželka, sedlo, těsnění

Mosaz

– O-kroužky

Přez EPDM

Rozměry / Hmotnost

Rozměry

Viz kapitola «Rozměry» (tabulka)

Závitové připojení

– Ventil

G...B podle ISO 228/1

– Závitové šroubení

Rp... podle ISO 7/1

Hmotnost

Viz kapitola «Rozměry» (tabulka)

Příslušenství

Šroubení ALG...

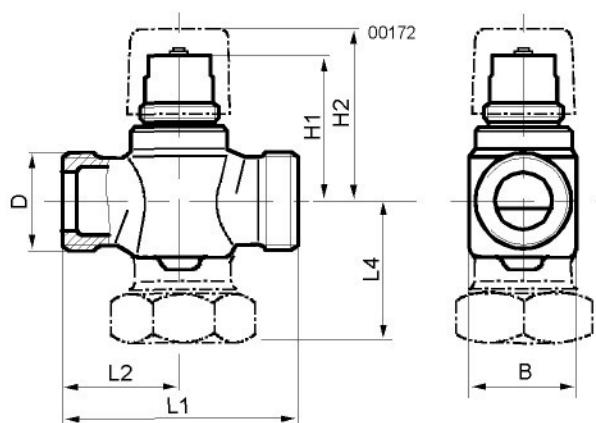
Matice, vsuvka do potrubí a ploché těsnění pro ocelové potrubí

(dodavatel : Landis & Staefa)

Všechny rozměry v mm

Přímé ventily

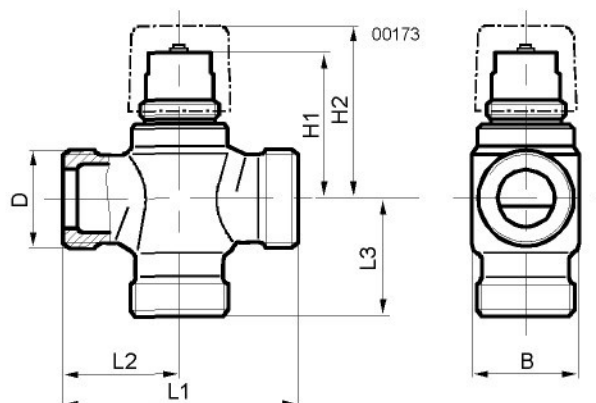
VVP459...



DN [mm]	D	Typ ventilu	B	H1	H2	L1	L2	L4	G [kg]
10	G½B	VVP459.10-0.63 ... 1.6	29	44.9	≈ 54	60	30		0.26
15	G¾B	VVP459.15-2.5	31	44.9	≈ 54	65	32.5		0.30
20	G1B	VVP459.20-4	36	48.9	≈ 58	80	40		0.42
25	G1¼B	VVP459.25-6.3	42	51	≈ 60	80	40	49	0.76
25	G1½B	VVP459.25-10	70	62.5	≈ 71	105	52.5	62.5	1.40
32	G2B	VVP459.32-16	80	69	≈ 78	105	52.5	63.5	1.95
40	G2¼B	VVP459.40-25	100	72	≈ 81	130	65	76	2.75

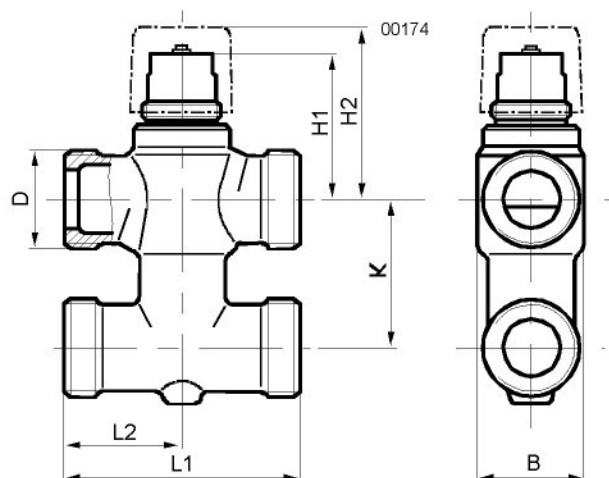
Trojcestné ventily

VXP459...



DN [mm]	D	Typ ventilu	B	H1	H2	L1	L2	L3	G [kg]
10	G½B	VXP459.10-0.63 ... 1.6	29	44.9	≈ 54	60	30	30	0.28
15	G¾B	VXP459.15-2.5	31	44.9	≈ 54	65	32.5	32.5	0.34
20	G1B	VXP459.20-4	36	48.9	≈ 58	80	40	40	0.48
25	G1¼B	VXP459.25-6.3	42	51	≈ 60	80	40	40	0.64
25	G1½B	VXP459.25-10	70	62.5	≈ 81	105	52.5	52.5	1.20
32	G2B	VXP459.32-16	80	69	≈ 88	105	52.5	52.5	1.60
40	G2¼B	VXP459.40-25	100	72	≈ 91	130	65	65	2.30

**Trojcestné ventily
s T obtokem**
VMP459...

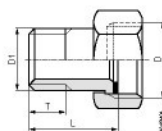


DN [mm]	D	Typ ventilu	B	H1	H2	K	L1	L2	G [kg]
10	G½B	VMP459.10-0.63 ... 1.6	29	44.9	≈ 54	40	60	30	0.36
15	G¾B	VMP459.15-2.5	31	44.9	≈ 54	40	65	32.5	0.46
20	G1B	VMP459.20-4	36	48.9	≈ 58	50	80	40	0.64

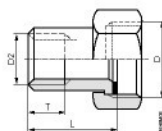
Závitová šroubení

ALG... závitová šroubení s plochým těsněním, dodává Landis & Staefa.

S vnějším
závitem
ALG13 a 14



S vnitřním
závitem
ALG15 až 40



Typ	DN (Ventil) [mm]	Pro typ ventilu	D Cylindrický	D1 Vnější, cylindrický	D2 Vnitřní, kónický	L ≈ [mm]	T ≈ [mm]
ALG13	10	V...P459.10-0.63 to V...P459.10-1.6	G½	G¾B		24	9
ALG14	15	V...P459.15-2.5	G¾	G1B		29,5	12
ALG15	20	V...P459.20-4	G1		Rp½"	23	13
ALG20	25	V...P459.25-6.3	G1¼		Rp¾"	25	15
ALG25	25	V...P459.25-10	G1½		Rp1"	27	17
ALG32	32	V...P459.32-16	G2		Rp1¼"	32	19
ALG40	40	V...P459.40-25	G2¼		Rp1½"	32	19

Snímače teploty s rychlou odezvou

1. Popis a použití

Tyto odporové snímače jsou určeny pro kontaktní měření teploty kapalných nebo plyných látek. Snímače jsou tvořeny plastovou hlavicí, a kovovým měřicím stonkem o průměru 4 mm, jehož součástí je šroubení se závitem G 1/2". Stonek snímače je z nerez oceli třídy 17240. Základní délky měřicích stonků jsou 50, 100, 160 a 220 mm. Plastová hlavice je opatřena kabelovou vývodkou (v hlavici je umístěna svorkovnice) nebo konektorem. Snímače vyhovují stupni ochrany IP 65 dle ČSN EN 60 529. Konstrukce stonku snímače umožňuje použití snímače pro přímé měření teploty v potrubích a zároveň zajišťuje rychlou odezvu snímače na změny teploty. Snímače je možné použít pro všechny řídicí systémy, které jsou kompatibilní s čidly nebo aktivními výstupy uvedenými v tabulce typů čidel dle výstupního signálu.

Standardní teplotní rozsah použití snímačů je -30 až 130 °C.

Snímače jsou určeny pro provoz v chemicky neagresivním prostředí.



Zvláštní použití

Snímače s odporovým výstupem a průchodkou je možné použít v prostorech s nebezpečím výbuchu - zóna 2. Jsou schváleny podle normy ČSN EN 50 021 a označovány kódem II 3G EEx nA II T6. Teplotní rozsah použití v prostorech s nebezpečím výbuchu je -20 až 85 °C a nesmí být ani krátkodobě překročen.

Požadavek na snímač pro užití v prostorech s nebezpečím výbuchu - zóna 2 musí být uveden v objednávce.

2. Technické parametry

Základní údaje

Typ snímače	NS 160 NS 160K	NS 161 NS 161K	NS 162 NS 162K
Typ čidla	Ni 1000/5000	Ni 1000/6180	Ni 891
Měřicí rozsah	-30 až 130 °C (teplota v okolí hlavice -30 až 100 °C)		
Max. měřicí proud	3 mA	3 mA	3 mA
Dop. měřicí proud	1 mA	1 mA	1 mA

Typ snímače	PTS 160 PTS 160K	PTS 260 PTS 260K	PTS 360 PTS 360K	HS 160 HS 160K
Typ čidla	Pt 100/3850	Pt 500/3850	Pt 1000/3850	termistor NTC 20kΩ
Měřicí rozsah	-30 až 130 °C (teplota v okolí hlavice -30 až 100 °C)			
Max. měřicí proud	5 mA	3 mA	3 mA	10 mW *)
Dop. měřicí proud	1 mA	1 mA	1 mA	

Typ snímače	NS 560 NS 560K	NS 760 NS 760K	Poznámka
Výstup	4 až 20 mA	0 až 10V	
Měřicí rozsahy	-30 až 60 °C 0 až 35 °C 0 až 100 °C 0 až 150 °C		teplota v okolí hlavice -30 až 80 °C
Napájení (U _{NAP})	12 až 30 Vss	15 až 30 Vss	doporučená hodnota 24 Vss
Max. zvlnění U _{NAP}	0,5 %	0,5 %	
Zatěžovací odpor	50 (U _{NAP} -11) Ω	> 50 kΩ	
Přerušení čidla	> 24 mA	> 10,5 V	
Zkrat čidla	< 3,5 mA	~ 0 V	

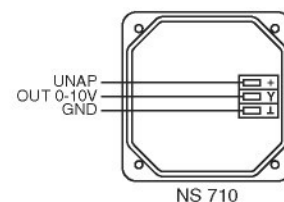
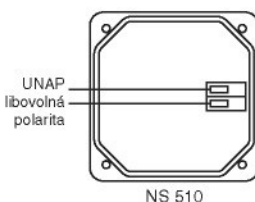
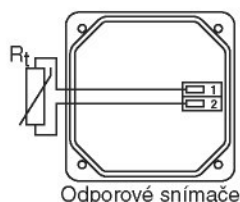
*) maximální příkon čidla

Ostatní parametry

Třída přesnosti	Ni čidla: tř. B, $\Delta T = \pm (0,4 + 0,007 t)$, pro $t > 0$; $\Delta T = \pm (0,4 + 0,028 t)$, pro $t < 0$ ve $^{\circ}\text{C}$ Pt čidla: tř. B dle IEC 751, $\Delta T = \pm (0,3 + 0,005 t)$ ve $^{\circ}\text{C}$ NTC 20k Ω : ± 1 $^{\circ}\text{C}$ pro rozsah 0 až 70 $^{\circ}\text{C}$	
Chyba měření NS 560 a NS 760	< 0,6% z rozsahu, minimálně 0,5 $^{\circ}\text{C}$	
Zapojení snímačů	dle schéma zapojení	
Standardní délka stonku	50, 100, 160, 220 mm	
Standardní závit	G 1/2"	
Jmenovitý tlak stonku snímače	PN 25	
Časová odezva	$\tau_{50} < 4$ s, $\tau_{90} < 10$ s (v proudící vodě 0,4 m s $^{-1}$)	
Typ svorkovnice - snímače s průchodkou	Odporové snímače: WAGO 236 Snímače NS 560: MEB 02001	průřez vodičů 0,35 až 1,5 mm 2 průřez vodičů 0,35 až 1,5 mm 2
Typ konektoru - snímače s konektorem	Konektor v hlavici: RSFM4 - Lumberg Připojovací konektor: ELKA 4012 Připojovací kabel s konektorem: RKT nebo RKWT	
Izolační odpor	> 200 M Ω při 500 Vss, 25 $^{\circ}$ $\pm$ 3 $^{\circ}\text{C}$	
Stupeň krytí	IP 65 dle ČSN EN 60 529	
Materiál stonku	nerez 17240	
Materiál hlavice	LEXAN 500R	
Hmotnost	cca 0,15 kg	

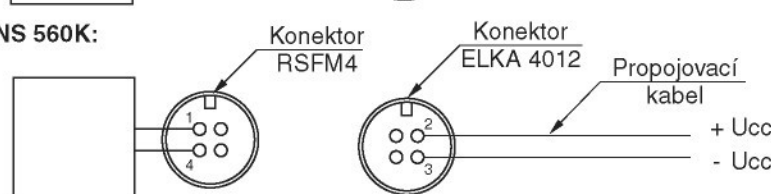
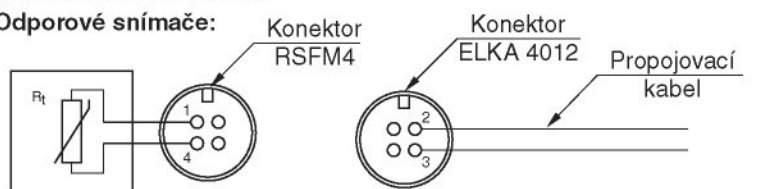
3. Schéma zapojení

Snímače s průchodkou:

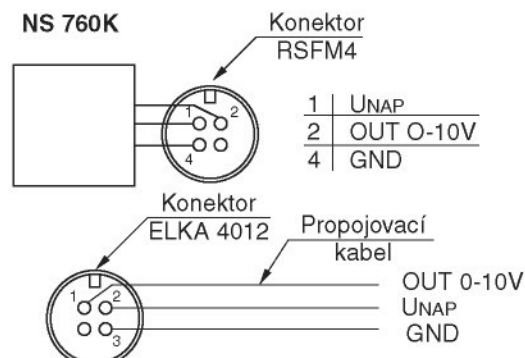


Snímače s konektorem:

Odporové snímače:

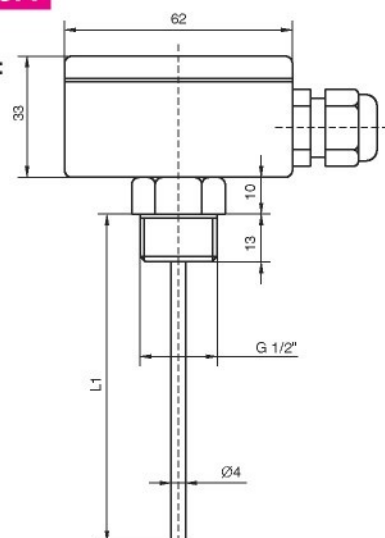


NS 760K

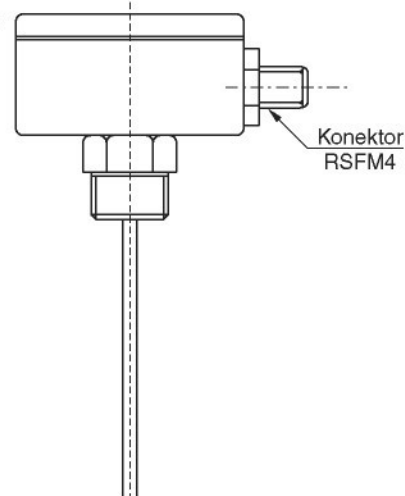


4. Rozměrový náčrt

Snímače s průchodkou:



Snímače s konektorem:



5. Montáž snímače a jeho obsluha

Před připojením přívodního kabelu je nutné snímač umístit do místa, ve kterém se bude měřit teplota.

Snímače s průchodkou:

Před připojením přívodního kabelu je nutné odšroubovat víčko plastové hlavice. Přes uvolněnou průchodku typu HSK - K se do svorek připojí přívodní kabel podle schématu zapojení. Doporučený průřez vodičů je 0,35 až 1,5 mm² a vnější průměr kabelu kruhového průřezu 4 až 8 mm. Pro zajištění stupně krytí IP 65 je nutné po připojení přívodního kabelu dotáhnout průchodku a přišroubovat víčko.

Snímače s konektorem:

K připojovacímu konektoru RSFM4, který je součástí hlavice snímače, se připojí přívodní kabel s konektorem dle schématu zapojení. Jako příslušenství ke snímači, může být dodán samostatný propojovací konektor ELKA4012, nebo přívodní kabel s přímým konektorem RKT, nebo pravoúhlým konektorem RKWT. Pro zajištění stupně krytí IP 65 je nutné přezkontrolovat správné dotažení konektorů a víčka snímače.

V případě, že přívodní kabel je veden v blízkosti vodičů s vysokým napětím, nebo takových, které napájejí zařízení vytvářející rušivé elektromagnetické pole (např. indukční zařízení) je nutné použít stíněný kabel.

Po montáži a připojení na navazující elektrické měřicí zařízení je snímač připraven k provozu. Snímač nevyžaduje speciální obsluhu a údržbu. Pracovní poloha je libovolná, průchodka však nesmí směřovat nahoru.

6. Modifikace a zakázkové úpravy

U standardně vyráběných snímačů je možné upravit tyto parametry:

- možnost tří- nebo čtyřvodičového připojení (vnitřní vedení snímače po svorkovnici je dvou vodičové)
- třída přesnosti A (s výjimkou čidel Ni 10000/5000, Ni 10000/6180, Ni 2226, termistor NTC 20 kΩ)
- změna provedení stonku - jiný typ závitu, jiný průměr stonku (může ovlivnit rychlost odezvy)

7. Způsob objednání

Snímače teploty s rychlou odezvou

	1	A	4	C	C	D	D	0	1	0	G	G	G
s plastovou hlavici	0												
s plastovou hlavici do Ex	1												
s plastovou hlavici do Ex	3												
aktivní snímače proudové			0	A									
aktivní snímače napěťové			0	V									
Ni 1000/5000 (N1), tř. B			0	1									
Ni 1000/5000 (N1), tř. A			0	2									
Ni 1000/6180 (N1A), tř. B			0	3									
Ni 1000/6180 (N1A), tř. A			0	4									
Pt 100/3850, tř. B			0	6									
Pt 100/3850, tř. A			0	7									
Pt 500/3850, tř. B			0	9									
Pt 500/3850, tř. A			1	0									
Pt 1000/3850, tř. B			1	1									
Pt 1000/3850, tř. A			1	2									
Ni 891			1	4									
NTC 20 kΩ			1	5									
Ni 10000/5000 (N10), tř. B			1	7									
Ni 10000/6180 (N10A), tř. B			1	8									
s odporovým výstupem			0	0									
-30 až 60 °C			0	1									
0 až 35 °C			0	2									
0 až 100 °C			0	3									
0 až 150 °C			0	4									
Délka stonku L1		50 mm	0	5	0								
		100 mm	1	0	0								
		160 mm	1	6	0								
		220 mm	2	2	0								

Při objednání zboží požadujeme tyto údaje

Požadovaný údaj	Příklad
Typ výrobku	NS 161
Délka stonku	160 mm
Odporový / 4 až 20 mA / 0 až 10V	Odporový výstup (Ni 1000/6180)
Teplotní rozsah	-

Požadovaný údaj	Příklad
Typ výrobku	NS 560K
Teplotní rozsah	-30 až 60 °C
Délka stonku	160 mm
Propojovací konektor	NE
Přívodní kabel s konektorem	ANO

Třídou přesnosti, pokud neuvedete jinak, je třída B.

Další možné (standardní) varianty provedení snímače teploty jsou uvedeny v tabulce [7. Způsob objednání](#).

8. Dodávání, likvidace a opravy

Dodávání:

Snímače jsou baleny v krabičce po 1 až 2 ks.

Každá dodávka obsahuje, není-li se zákazníkem dohodnuto jinak:

- lepenkovou krabičku označenou typovým štítkem

Dále je možno s výrobkem dodat:

- kalibrační list
- ES prohlášení o shodě (u snímačů NS 560, NS 560K, NS 760 a NS 760K)

Likvidace:

Výrobky firmy SENSIT-HOLDING s.r.o. se v souladu se zákonem 2002/95 sb. odborně likvidují firmou RETELA s.r.o. Informace o odběrných místech pro tento elektroodpad obdržíte u vašeho prodejce.

Opravy:

V případě závady snímače provádí opravu (záruční nebo pozáruční) výrobce. Do opravy se zasílají snímače se záručním listem v původním nebo rovnocenném obalu bez příslušenství.

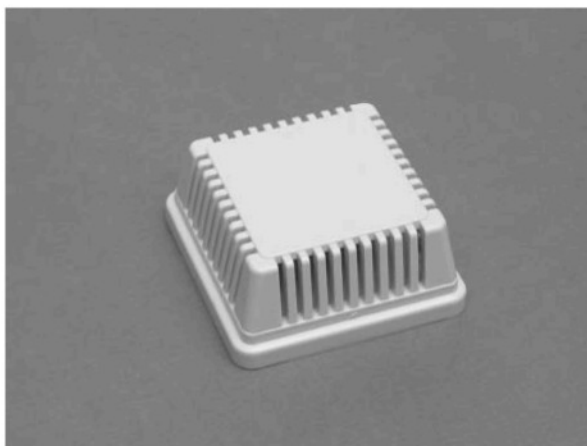
Snímače teploty do interiéru

1. Popis a použití

Tyto odporové snímače jsou určeny pro měření teploty plyných látek v prostorech chráněných proti vodě. Snímače jsou tvořeny plastovou hlavicí, ve které je umístěna svorkovnice s odporovým čidlem teploty. Plastová hlavice je z materiálu LEXAN 500R (šedá barva a slonová kost) nebo ABS (bílá barva). Snímače vyhovují stupni ochrany IP 30 dle ČSN EN 60 529.

Příjemný design a kvalitní materiál zaručují, že snímače nepůsobí rušivě ani v interiérech, na které jsou kladeny vysoké estetické požadavky. Snímače je možné použít pro všechny řídicí systémy, které jsou kompatibilní s čidly nebo aktivními výstupy uvedenými v tabulce typů čidel dle výstupního signálu.

Standardní teplotní rozsah použití snímačů je -30 až 100 °C. Snímače jsou určeny pro provoz v chemicky neagresivním prostředí.



2. Technické parametry

Základní údaje

Typ snímače	NS 100	NS 101	NS 102	NS 300	NS 301
Typ čidla	Ni 1000/5000	Ni 1000/6180	Ni 891	Ni 10000/5000	Ni 10000/6180
Měřicí rozsah	-30 až 100 °C				
Max. měřicí proud	3 mA	3 mA	3 mA	500 µA	500 µA
Dop. měřicí proud	1 mA	1 mA	1 mA	300 µA	300 µA

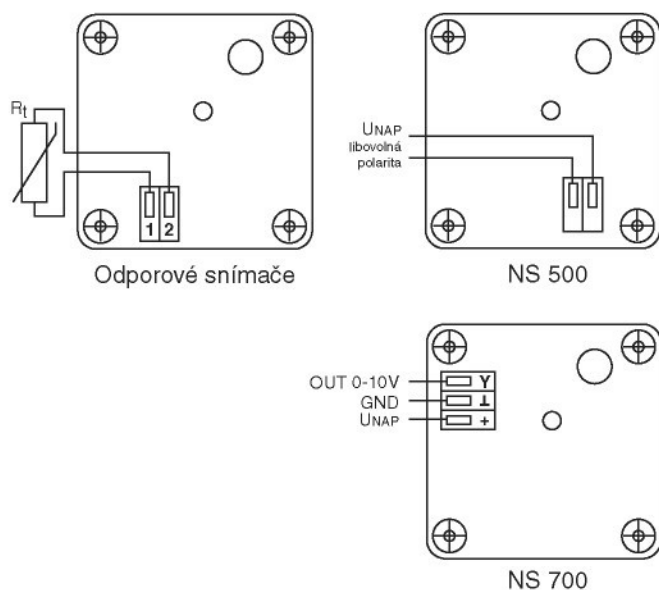
Typ snímače	NS 103	PTS 100	PTS 200	PTS 300	HS 100
Typ čidla	Ni 2226	Pt 100/3850	Pt 500/3850	Pt 1000/3850	termistor NTC 20kΩ
Měřicí rozsah	-30 až 100 °C				
Max. měřicí proud	1 mA	5 mA	3 mA	3 mA	10 mW *)
Dop. měřicí proud	500 µA	1 mA	1 mA	1 mA	

Typ snímače	NS 500	NS 700	Poznámka
Výstup	4 až 20 mA	0 až 10 V	
Měřicí rozsahy	-30 až 60 °C 0 až 35 °C 0 až 100 °C 0 až 150 °C		teplota v okolí hlavice -30 až 80 °C
Napájení (U _{NAP})	12 až 30 Vss	15 až 30 Vss	doporučená hodnota 24 Vss
Max. zvlnění U _{NAP}	0,5 %	0,5 %	
Zatěžovací odpor	50(U _{NAP} -11) Ω	> 50 kΩ	
Přerušení čidla	> 24 mA	> 10,5 V	
Zkrat čidla	< 3,5 mA	~ 0 V	

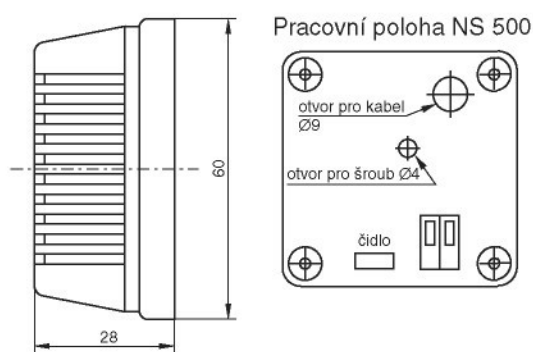
*) maximální příkon čidla

Třída přesnosti	Ni čidla: tř. B, $\Delta T = \pm (0,4 + 0,007 t)$, pro $t > 0$; $\Delta T = \pm (0,4 + 0,028 t)$, pro $t < 0$ ve $^{\circ}\text{C}$ Pt čidla: tř. B dle IEC 751, $\Delta T = \pm (0,3 + 0,005 t)$ ve $^{\circ}\text{C}$ NTC 20k Ω : ± 1 $^{\circ}\text{C}$ pro rozsah 0 až 70 $^{\circ}\text{C}$	
Chyba měření NS 500	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$	
Chyba měření NS 700	< 0,6% z rozsahu, minimálně 0,5 $^{\circ}\text{C}$	
Zapojení snímačů	dle schéma zapojení	
Časová odezva	$\tau_{50} < 8$ s (v proudícím vzduchu 1m s $^{-1}$)	
Typ svorkovnice	Odporové snímače: WAGO 260 průřez vodičů 0,35 až 1,5 mm 2 Snímače NS 500: MEB 02001 průřez vodičů 0,35 až 1,5 mm 2 Snímače NS 700: Weidmüller LM5 průřez vodičů 0,35 až 1,5 mm 2	
Stupeň krytí	IP 30 dle ČSN EN 60 529	
Materiál hlavice	LEXAN 500R, ABS (bílé provedení)	
Hmotnost	cca 0,1 kg	

3. Schéma zapojení



4. Rozměrový náčrt



5. Montáž snímače a jeho obsluha

Před připojením přívodního kabelu napájení je nutné oddělit perforovaný kryt od základny plastové krabičky. Při této operaci je nutné postupovat opatrně, aby nedošlo k mechanickému poškození čidla, nebo součástek převodníku. Otvorem o průměru 9 mm prostrčit přívodní kabel, který se připojí do svorek WAGO podle schématu zapojení. Doporučený průřez vodičů je 0,35 až 1,5 mm 2 .

V případě, že přívodní kabel je veden v blízkosti vodičů s vysokým napětím, nebo takových, které napájejí zařízení vytvářející rušivé elektromagnetické pole (např. indukční zařízení), je nutné použít stíněný kabel.

Po připojení přívodního kabelu se základna upevní na rovnou plochu šroubkem s max. průměrem 4 mm. Poslední operací montáže snímače je nasazení a zaklapnutí perforovaného krytu do příslušných otvorů v základně.

Po montáži a připojení na navazující elektrické měřicí zařízení je snímač připraven k provozu. Snímač nevyžaduje speciální obsluhu a údržbu. Pracovní poloha je libovolná, s výjimkou snímače NS 500, jehož pracovní poloha je uvedena v nákresu v bodě 4.

6. Modifikace a zakázkové úpravy

U standardně vyráběných snímačů je možné upravit tyto parametry :

- možnost zapouzdření dvou čidel
- možnost troj nebo čtyřvodičového zapojení
- třída přesnosti A (s výjimkou čidel Ni 10000/5000, Ni 10000/6180, Ni 2226, termistor NTC 20 k Ω)
- změna barvy hlavice snímače - slonová kost, bílá a jiné
- zapouzdření jiných odporových prvků pro měření teploty - KTY, SMT 160 - 30 apod.

7. Způsob objednání

Snímače teploty do interiéru

	1	0	0	C	C	D	D	0	F	0	0	0	0
aktivní snímače proudové	0			A									
aktivní snímače napěťové	0			V									
Ni 1000/5000 (N1), tř. B	0			1									
Ni 1000/5000 (N1), tř. A	0			2									
Ni 1000/6180 (N1A), tř. B	0			3									
Ni 1000/6180 (N1A), tř. A	0			4									
Pt 100/3850, tř. B	0			6									
Pt 100/3850, tř. A	0			7									
Pt 500/3850, tř. B	0			9									
Pt 500/3850, tř. A	1			0									
Pt 1000/3850, tř. B	1			1									
Pt 1000/3850, tř. A	1			2									
Ni 891	1			4									
NTC 20 kΩ	1			5									
Ni 10000/5000 (N10), tř. B	1			7									
Ni 10000/6180 (N10A), tř. B	1			8									
s odporovým výstupem					0		0						
-30 až 60 °C					0		1						
0 až 35 °C					0		2						
0 až 100 °C					0		3						
0 až 150 °C					0		4						
									světle šedá - standard		0		
									slonová kost		1		
									bílá		2		

Při objednání zboží požadujeme tyto údaje

Požadovaný údaj	Příklad
Typ výrobku	NS 500
Odporový / 4 až 20 mA / 0 až 10V	4 až 20 mA
Teplotní rozsah	0 až 100 °C

Třídou přesnosti, pokud neuvedete jinak, je třída B.

Další možné (standardní) varianty provedení snímače teploty jsou uvedeny v tabulce 7. Způsob objednání.

8. Dodávání, likvidace a opravy

Dodávání:

Snímače jsou baleny v krabičce po 1 až 2 ks.

Dále je možno s výrobkem dodat:

- kalibrační list
- ES prohlášení o shodě (u snímačů NS 500 a NS 700)

Likvidace:

Výrobky firmy SENSIT-HOLDING s.r.o. se v souladu se zákonem 2002/95 sb. odborně likvidují firmou RETELA s.r.o. Informace o odběrných místech pro tento elektroodpad obdržíte u vašeho prodejce.

Opravy:

V případě závady snímače provádí opravu (záruční nebo pozáruční) výrobce. Do opravy se zasílají snímače se záručním listem v původním nebo rovnocenném obalu bez příslušenství.