

AZ 00899/01

Bewilligungsempfänger:

**INNOTECH
Eschenstr. 10**

48485 Neuenkirchen

Dipl.-Ing. Herbert Beesten

Tel: 05973-6302

Vorphase
Bewilligung: 09.06.93

Projektende: 12/93

Titel:

Kabelloses Einzelraumtemperatursteuerungssystem

Abschlußbericht Vorphase

Projekt

"Kabelloses Einzelraumtemperaursteuerungssystem"

gefördert durch
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
AZ 00899
Bescheid vom 09.06.93

48485 Neuenkirchen, den 19. Oktober 1993

durchgeführt durch
INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH
Dipl.-Ing. Herbert Beesten



Inhalt:

- I. Aufgabenstellung
- II. Energiebedarfsberechnung und -deckung
für ultraschallgesteuerte Thermostatventile
- III. Arbeits-, Zeit- und Kostenplan
- IV. Abgrenzung zu anderen Projekten
- V. Zusammenfassung
-

I. Aufgabenstellung:

Die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH beantragte mit der Projektskizze am 03.02.92 und ihrem Antrag vom 25.02.92 das Förderungsvorhaben "Kabelloses Einzelraumtemperatursteuersystem". Im Anschluß daran erfolgte bis zum Sommer 1993 aufgrund verschiedener Rückfragen eine umfassende Projektbeschreibung mit einem entsprechenden Projektvolumen von ca. 1,6 Mio. DM und einer Projektlaufzeit von 4 Jahren.

Im Rahmen der Bewilligungsphase entwickelten sich verschiedene Fragestellungen, die zum einen durch Einlassungen der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH beantwortet werden konnten, zum anderen aber im Rahmen der jetzt genehmigten Vorphase geklärt werden sollen.

Im Rahmen der Vorphase sollten folgende Fragestellungen geklärt werden.

1. Die Erstellung eines detaillierten, untersetzten und prüffähigen, nachvollziehbaren Arbeits-, Zeit- und Kostenplanes, wobei im Sinne einer effektiven Vermarktung die Projektlaufzeit auf ca. 2 1/2 Jahre gekürzt werden sollte.
2. Darlegung der Schnittstellen zu den mit öffentlichen Mitteln erarbeiteten Ergebnissen und Abgrenzungen der Ziele.
3. Erarbeitung von unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten überzeugenden Ansätzen der Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder.

In dem folgenden Bericht wurde ausschließlich auf die o. g. Fragestellungen eingegangen. Im Mittelpunkt stand die Frage des Kosten-Nutzen-Gesichtspunktes für die Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder, da der wesentliche Kritik- und damit Schwachpunkt des Systems die Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder ist.

Im Rahmen der Erarbeitung der Vorphase wurde der Schwerpunkt auf diesen Gesichtspunkt gelegt, so daß dieser Aspekt im nachfolgenden als erstes beschrieben wird, da er auch wesentliche Einflüsse auf den entsprechenden Arbeits-, Zeit- und Kostenplan hat.

II. Energiebedarfsrechnung und -deckung für ultraschallgesteuerte Thermostatventile

1. Einleitung

Die bisher eingesetzten ultraschallgesteuerten Thermostatventile mit CPU und Motorventil wiesen bislang einen zu hohen Energiebedarf auf. Zudem wurden diese Thermostate sämtlich mit nicht umweltgerechten Primärelementen (Alkali - Mangan Zellen Type AA) versorgt. Eine umweltgerechte Alternative wäre die Speisung aus Sekundärelementen. Diese Akkumulatoren haben im Vgl. zu Primärelementen aber :

- a) eine wesentlich geringere Energiedichte, sowie
- b) eine erheblich ungünstigere Speichercharakteristik über die Zeit (Selbstentladung).

Sollen also Sekundärelemente eingesetzt werden, entsteht als Prämisse die maßgebliche Senkung des Energiebedarfs. Hieraus resultiert als Maßnahme die Überarbeitung resp. Neukonstruktion des Thermostatventils. Durch eine Pufferung/Ladung der Akkumulatoren durch Solarzellen ist die Selbstentladung eliminiert, sowie ein externes Nachladen der Akkumulatoren entweder überflüssig oder nur in extrem großen Zeitintervallen notwendig.

2. Vergleichsrechnung

Hier soll ein Weg aufgezeigt werden, welcher durch konstruktive Veränderungen und Erweiterungen den bisherigen Energiebedarf des Thermostatventils drastisch reduziert, ohne die Funktionalität im Wesentlichen einzuschränken. Hierzu ist aber zunächst eine Berechnung des Energiebedarfs notwendig, um Vergleiche anzustellen.

Berechnungsgrundlagen

Bestehendes System:

$$C_{\text{Standby}} = (I_{\text{CPU idle}} + I_{\text{USE}}) \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}} = I_{\text{CPUaktiv}} \times t_A \times n \times 24\text{h} + I_{\text{MOT}} \times t_A \times n \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{ges}} = C_{\text{Standby}} + C_{\text{aktiv}}$$

Neue Konstruktion

$$C_{\text{Standby}} = I_{\text{clock}} \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}(1)} = (I_{\text{CPUaktiv}} + I_{\text{MOT}}) \times t_A \times n \times 12\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}(2)} = C_{\text{aktiv}(1)} \times 0,25$$

$$C_{\text{DFÜ}} = t_{\text{Ü}} \times I_{\text{CPUaktiv}}$$

$$C_{\text{ges}} = C_{\text{aktiv}(1+2)} + C_{\text{DFÜ}} + C_{\text{standby}}$$

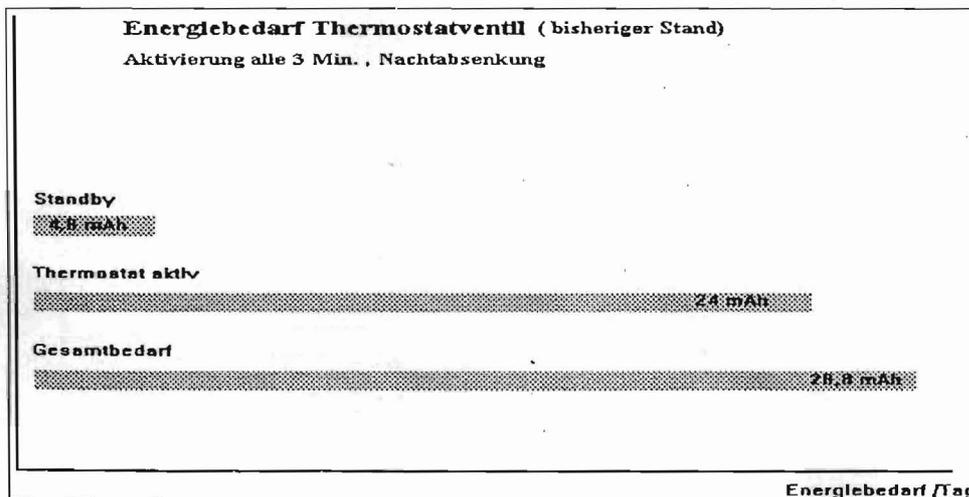
Variablenlegende :

n	: Betriebsintervall pro Stunde
I _{CPU idle}	: Stromaufnahme der CPU im Idle - Mode (50µA)
I _{CPU aktiv}	: Stromaufnahme der CPU während voller Funktion
I _{USE}	: Stromaufnahme des Ultraschallempfängers (150µA)
I _{MOT}	: Stromaufnahme des Motorventils (unter Last , U _D = 4,5V ; 20mA)
I _{clock}	: Stromaufnahme der CMOS - Echtzeituhr
t _A	: aktive Zeit (bezogen auf Baugruppe)
t _Ü	: aktive Zeit der Baugruppen während der Datenfernübertragung
C _{aktiv(1)}	: Energiebedarf Tagbetrieb
C _{aktiv(2)}	: Energiebedarf Nachtbetrieb (= 1/4 Tagbetrieb)
C _{DFÜ}	: Energiebedarf während der (täglich einmaligen) Datenübertragung
C _{Standby}	: Energiebedarf im Standby Mode pro Tag
C _{ges}	: Gesamtenergiebedarf pro Tag

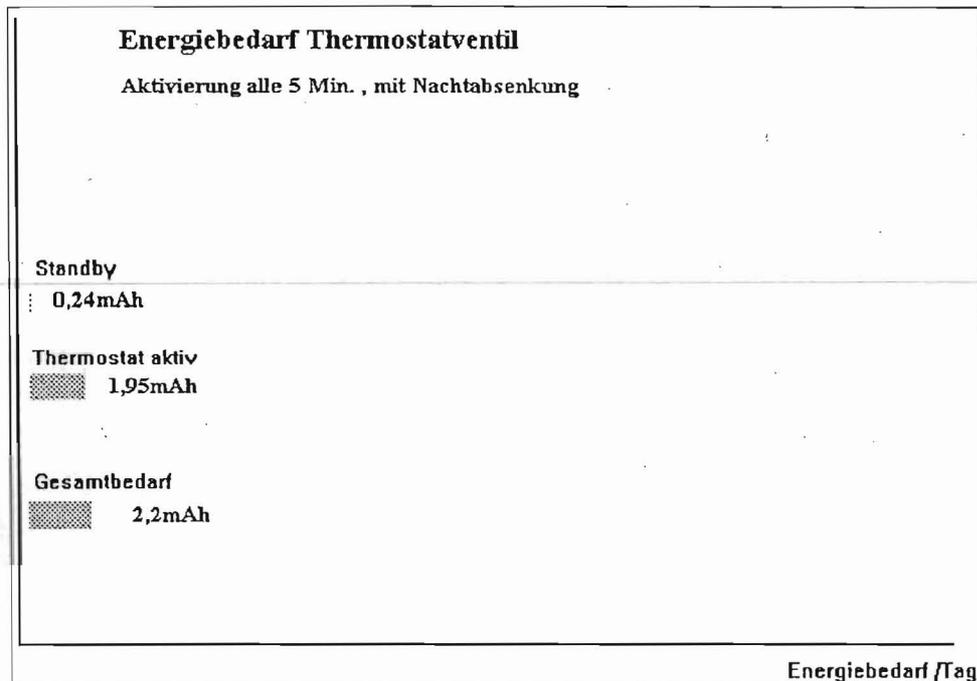
phys. Werte: (ermittelt in Laborreihe und nach technischen Datenblättern)

I_{USE} = 150µA ; I_{CPUidle} = 50 µA ; I_{CPUaktiv} = 35 mA ; I_{clock} = 10 µA ; I_{MOT} = 20 mA ;
t_Ü = 60 sec. ; t_A alter Therm. = 4 sec. ; t_A neuer Therm. = 0,5 sec. ; n für 3 Min. = 20 ;
n für 5 Min. = 12.

Eine Balkengrafik soll die Erläuterungen unterstützen.



Im Vergleich dazu ein Balkendiagramm bezogen auf den überarbeiteten Thermostaten. Die Rahmenbedingungen sind zugunsten des Energiebedarfs geändert. ZB. Aktivierung alle 5 Minuten anstatt alle 3 Minuten, Nachtabsenkung mit red. Regelhäufigkeit. Durch einen verbesserten Regelalgorithmus sind diese Änderungen möglich. Zudem werden die Informationen bezgl. Einschaltzeiten und Temperaturwerte nur noch einmal täglich per Ultraschall übersandt. Die Berechnungsgrundlagen für beide Varianten befinden sich im Anhang.



3. konstruktive Vorschläge

Die o. günstigen Werte werden durch eine völlig neue Steuerung des Thermostatventils erreicht. Bislang wurde der Thermostat alle 3 Minuten durch ein Ultraschallsignal zu einem Regelvorgang veranlaßt. Hierzu mußte der Ultraschallempfänger (kurz USE) im Thermostaten andauernd betrieben werden. Zusätzlich stand der Mikrocontroller (fortan MC genannt) andauernd im Standby Modus. Im neuen Thermostaten wird die Steuerung von einem CMOS - Echtzeit - Uhrenschaltkreis übernommen. Der Standby - Energiebedarf beträgt durch diese Maßnahme nur 1/20 des bisherigen Wertes. Alle anderen elektrischen Komponenten können somit im sog. Sleepmodus betrieben werden, resp. sogar ganz abgeschaltet werden. Nur alle 5 Minuten weckt diese Echtzeituhr den MC und ein Temperaturmeßvorgang wird eingeleitet ; ein Nachstellen des Motorventils erfolgt nur bei Bedarf. Der gesamte Vorgang dauert bei eingeschwungenem System nur 0,5 sec., also ein Viertel der vorher benötigten Zeit. Da die Datenübertragung nur noch einmal täglich erfolgt, werden spezielle "Notprogramme" gefahren, sofern einmal eine Datenübertragung aus

physikalischen Gründen nicht stattfinden konnte. Somit ist gewährleistet, daß immer ein angenehmes Raumklima vorherrscht. Die Regelung der Raumtemperatur erfolgt "intelligent", d.h. auch bei einer außerplanmäßigen Belegung eines Raumes würde sich eine sinnvolle Temperatur einstellen.

4. Stromversorgung

Die Stromversorgung sollte grundsätzlich mit Akkumulatoren erfolgen, so kann ein kostentreibender und umweltschädlicher

Einsatz von Primärelementen weitgehend entfallen. Um Unzulänglichkeiten wie Selbstentladung und Nachladung vorzubeugen, werden die Akkumulatoren durch Solarzellen gepuffert resp. nachgeladen (ausreichende Beleuchtung vorausgesetzt z.B. Fensterplatz). Ein Dauerbetrieb ist dann über die gesamte Akkulebensdauer denkbar. Nur bei innenliegenden Heizkörpern ohne jeden Kontakt zum Außenlicht sollten ev. andere Lösungen angedacht werden (Netzversorgung, Batterien). Als sinnvolle Alternative hierzu ist die Versorgung mit extern zu ladenden Akkumulatoren anzusehen. Um von der Netzversorgung unabhängig zu sein, empfiehlt sich auch hier die Ladung der Zellen mittels Solarenergie. Die Durchführung dieser Leistungen kann durch Betriebspersonal erfolgen.

5. Vergleich der Betriebsdauer

Wenn oben aufgeführte Rahmenbedingungen zugrunde gelegt werden, ergibt sich beim alten Thermostatventil eine Batterielebensdauer von ca. 2 Monaten (Energiededarf ca. **29 mAh/ Tag**, Kapazität der Primärzellen 1,8 Ah, Alkali Mangan Zelle Type AA). Die neue Konstruktion würde ca. nur **2,2 mAh / Tag** benötigen, d. h. bei gleichen Energieträgern erhielte man eine Betriebsdauer von ca. **2 Jahren (!)** Bei einer Versorgung mit Akkumulatoren incl. Solarpufferung/Ladung ist der Betrieb des Thermostatventils als kontinuierlich anzusehen, nur die Lebensdauer der Akkumulatoren erzeugt ein Wartungsintervall.

Betriebsdauer altes Thermostatventil	: ca. 2 Monate (Primärelemente)
Betriebsdauer der Neukonstruktion	: kontinuierlich (solargepufferte Akkus)
oder	: ca. 5 Monate (extern geladene Akkus)
alternativ	: ca. 2 Jahre (Primärelemente wie im alten Thermostatventil)

Grundlagen:

Betriebsbedingungen wie vor aufgeführt ;

Primärelement : Alkali Mangan Zelle Duracell Type AA, C = 1,8 Ah.

Sekundärelement : Nickel Cadmium Zelle Sanyo E Serie, Type N-700AAE C = 700 mAh ;

Entladung mit max. 0,2 C, EV = 1,0 V, Selbstentladung auf 50 % C max.



6. Berechnungen zur Energieversorgung mit Solarzellen

Wie oben ausgeführt, ist eine erhebliche Reduzierung des Energiebedarfs durch Weiterentwicklung und Modifikation des Thermostatventils möglich. In diesem Punkt wird die Deckung des Energiebedarfs dargestellt, wobei von der Verwendung eines Nickel-Cadmium Akkumulators ausgegangen wird, und einer Standardsolarzelle auf Silicium- oder Gallium-Arsenit-Basis mit einer Fläche von ca. 5 cm².

- Energiebedarf pro Tag: $WT = C_{\text{ges.}} \times U_B = 2,2 \text{ mAh} \times 4,5 \text{ V} = 9,9 \text{ mAh}$
mittlere Leistung: $P_m = \frac{WT}{24h} = 0,4125 \text{ mW}$
- bei Leistungen der Solarzelle auf 8 h verteilt, bedeutet dies eine mittlere Leistung von $P_{m8h} = \frac{P_m \times 24}{8} = 1,2375 \text{ mW}$

Berechnung der notwendigen Solarfläche

bei $P_1 =$ Lichtintensität in $W/m^2 = 150 \text{ W/m}^2$

$\eta_{\text{ges.}}$ = Gesamtwirkungsgrad der Energieumwandlung = $\eta_{\text{sol}} + \eta_{\text{speich}} + \eta_{\text{ausr}} + \eta_{\text{sonst}}$

wobei $\eta_{\text{sol}} = \text{typ. } 0,18$ (Umwandlungsverlust in der Solarzelle)

$\eta_{\text{speich}} = \text{typ. } 0,75$ (Verluste durch Zwischenspeichern und Regelung)

$\eta_{\text{ausr}} = \text{typ. } 0,5$ (durchschnittliche Verluste durch ungünstige Ausrichtung der Solarzelle)

$\eta_{\text{sonst}} = \text{typ. } 0,5$ (sonstige Verluste wie zeitweise Schatten, Schmutzeffekte, Lebensdauer, Beeinträchtigungen etc.)

$\eta_{\text{ges}} = 0,03375$, dies bedeutet, daß nur ca. 3,37 % der Lichtenergie für den Betrieb des Thermostatventils zur Verfügung stehen!

$$A1 = \frac{P_{m8h}}{P_1 \times \eta_{\text{ges}}} = 2,44 \text{ cm}^2$$

$A2 =$ (bei $P_1 = 75 \text{ W}$) $= 4,88 \text{ cm}^2$
somit wird eine Fläche von $A = 5 \text{ cm}^2$ gewählt.

Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung P_1 :

$$Z_L = \frac{C \times U_D}{\eta_{\text{ges}} \times P_1 \times A}$$

$C =$ gewählte Akkukapazität von 700 mAh

Ergebnisse sind in Tabelle und Grafik in der Anlage zu ersehen.



Somit ergeben sich bei Annahme eines "Lichtintensitätsprofils" mit Strahlungsstärke von 0 bis 1000 W/m² nach der Formel

$$W_I = P_I \times H_I \times A \times \eta_{ges},$$

die in der beiliegenden Anlage tabellarisch berechnete Gesamtenergie von 22,25 Wh. Somit ist eine mehr als 7-fache Vollladung zu realisieren. Daraus ergibt sich, daß ein Anteil von nur 16 % für den Betrieb des eigentlichen Thermostatventils eingesetzt werden und 84 % für Selbstentladung und Reserve/Sicherheit verbleiben (siehe beiliegende Anlage). Selbst bei ca. 10 Wh erzeugter und umgesetzter Solarenergie wird durch die entsprechend geringer werdende Selbstentladung ein sicherer Betrieb erreicht (Betriebsenergie = 35 %, Selbstentladung = 50 %, Reserve ca. 15 %). Die theoretische Grenze einer ausreichenden Versorgung durch die Solarzelle wird bei ≥ 7 Wh erreicht, also ca. 1/3 der im o. g. Lichtintensitätsprofil vorgegebenen Lichtleistungen.

7. Schlußfolgerung zur Energieversorgung

In der vorliegenden Energiebedarfsberechnung wurde aufgezeigt, daß mit einer Weiterentwicklung des Thermostatventils, insbesondere durch Verwendung stromsparender Komponenten und einer optimierten Betriebsart der Energiebedarf gegenüber dem der jetzt vorliegenden Technologie um ca. 92 % von 28,8 mAh pro Tag auf ca. 2,2 mAh reduziert werden kann. Diese Werte wurden sowohl unter Berücksichtigung von Meßreihen an dem bereits vorhandenen Thermostatventil ermittelt, als auch von theoretischen Rechnungen anhand von technischen Daten und Datenblättern. Durch Einsatz eines wiederaufladbaren Akkumulators unter Verwendung einer Solarzelle wird nachgewiesen, daß es möglich ist, den Energieverbrauch und die entsprechenden Selbstentladungsverluste durch eine Solarzelle zu decken. Der Akkumulator dient vor allem als Puffer, der den zeitlich ungleichmäßig anfallenden Energiestrom durch die Solarzelle speichert und bei Bedarf an das elektronische System des Thermostatventils abgibt. Der Energie-Input durch die Solarzelle beträgt ca. 5 bis 7 Vollladungen des Akkumulators, wobei der Hersteller als Lebensdauer ca. 1000 Zyklen (Ladung und Entladung) angibt. Somit ist über einen sehr langen Zeitraum ein Auswechseln der Akkumulatoren nicht notwendig, so daß im Normalfall ein Zeitraum von über 10 Jahren angesetzt werden kann.

Neben dem Nachweis der technischen Realisierbarkeit hat das vorgeschlagene Verfahren den Vorteil, daß sich diese Technologien auf der Basis des vorhandenen Systems weiterentwickeln lassen und keine grundlegende Neuentwicklung notwendig machen. Somit sind bei der späteren Serienfertigung keine wesentlichen Mehrkosten zu erwarten.

Anlagen

Berechnung der möglich zu speichernden Energie pro Anno

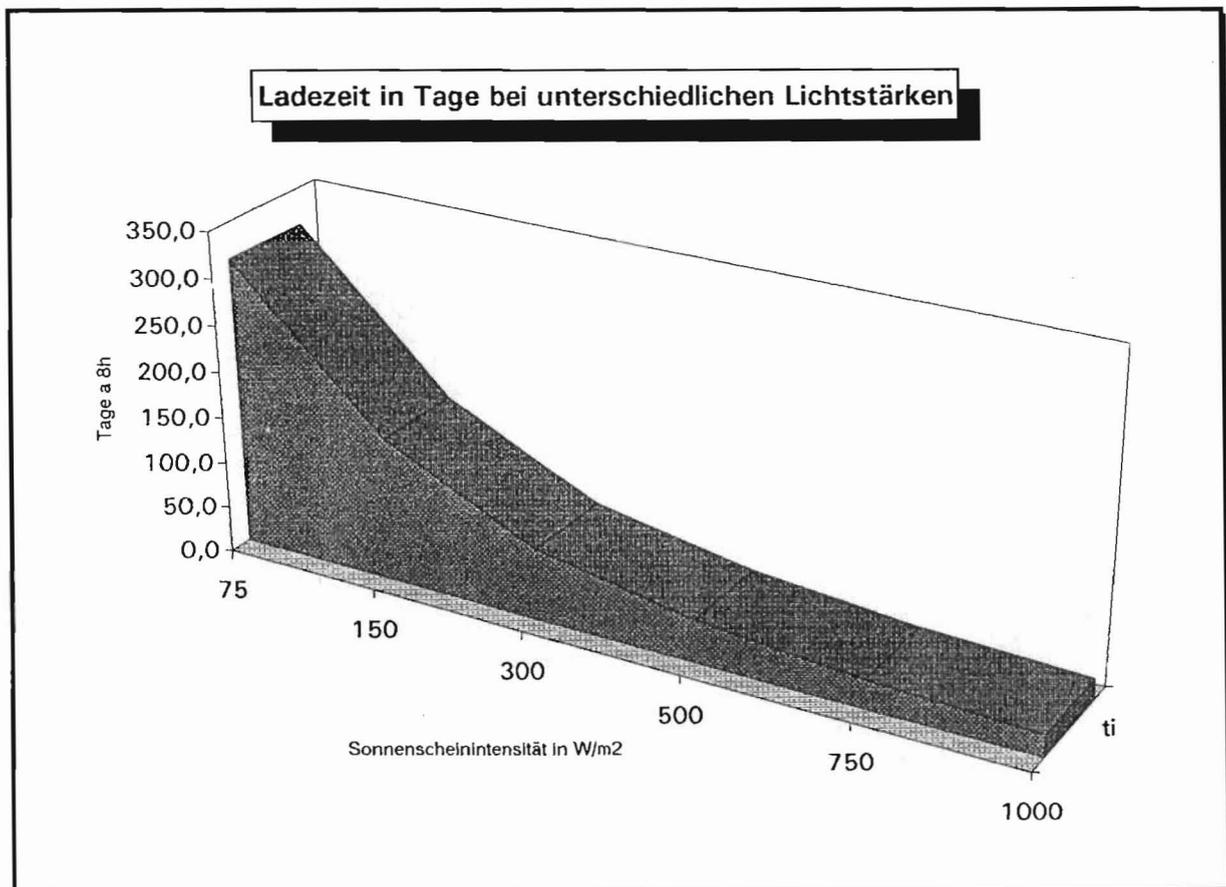
Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung für eine Vollladung

Datenblätter der zu verwendenden Nickel-Cadmium-Akkumulatoren



Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung für eine Vollladung

Pi	C	Ub	n ges	A	ti	ti
W/m2	mAh	V		cm2	h	Tag=8h
75	700	4,5	0,03375	5	2489	311,1
150	700	4,5	0,03375	5	1244	155,6
300	700	4,5	0,03375	5	622	77,8
500	700	4,5	0,03375	5	373	46,7
750	700	4,5	0,03375	5	249	31,1
1000	700	4,5	0,03375	5	187	23,3



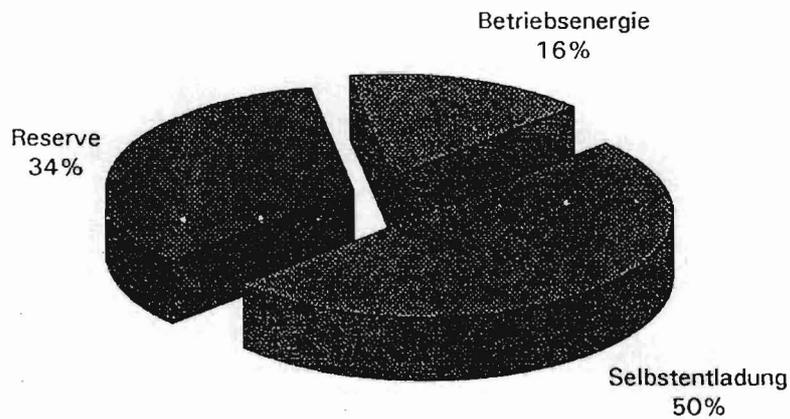
Berechnung der möglichen zuspeichernden Energie p.a.:

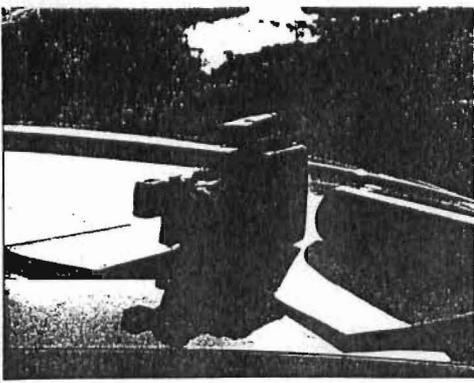
Pi	n ges	A	ti	W
w/m2		cm2	h	VAh
0	0,03375	5	3500	0,00
75	0,03375	5	1900	2,40
150	0,03375	5	1500	3,80
300	0,03375	5	870	4,40
500	0,03375	5	450	3,80
750	0,03375	5	300	3,80
1000	0,03375	5	240	4,05
Gesamt			8760	22,25

Eine Akku-Vollladung entspricht in VAh	3,15
somit ergeben sich insgesamt Anzahl Vollladungen p.a.	7,06

Anteil der erforderlichen Energien:	VAh	%-Anteil
Betriebsenergie	3,56	16%
Selbstentladung	11,12	50%
Reserve (Gesamtladung - Selbstentl. - Betriebsenergie)	7,56	34%

Energieverbrauch des Thermostatventils



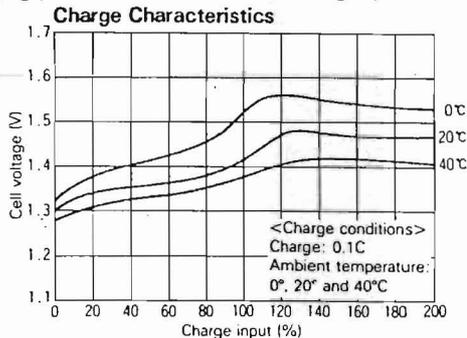


(General Characteristics of CADNICA Batteries)

■ Charge characteristics

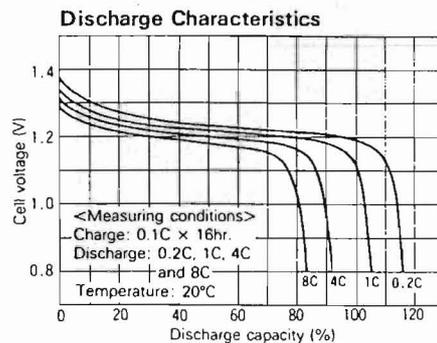
During charging, the cell voltage of CADNICA batteries increases as charging proceeds. It then decreases slightly in the final stage

due to heat generation within the cell, eventually reaching an equilibrium. The cell voltage also varies widely according to the ambient temperature.



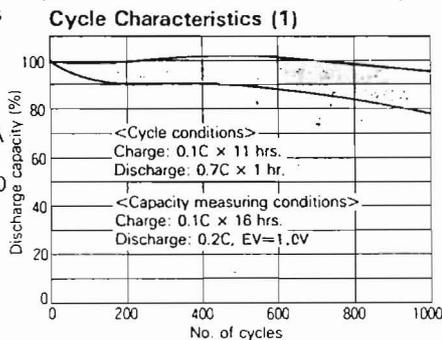
■ Discharge characteristics

Although the operating voltage of CADNICA batteries varies slightly depending on the discharge current, it is maintained at approximately 1.2V for 90% of the discharge period.



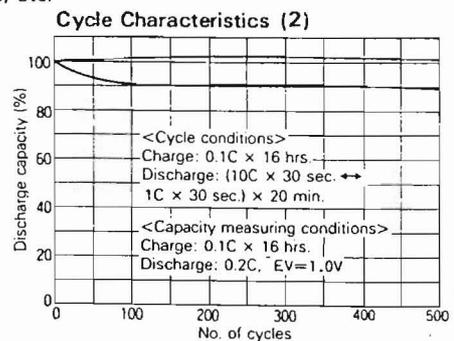
■ Cycle characteristics (1)

It is difficult to correctly measure the service life of a battery since this depends on the conditions of use. However, under normal usage conditions, standard CADNICA batteries can withstand over 500 charge/discharge cycles.



■ Cycle characteristics (2)

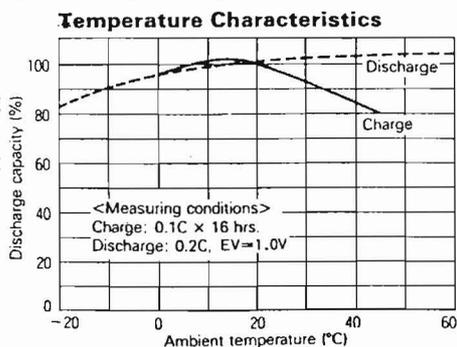
CADNICA batteries can be expected to provide a long service life of over 500 cycles, even under high-rate pulse discharge conditions, similar to actual use conditions of radio control units, power tools, etc.



■ Temperature characteristics

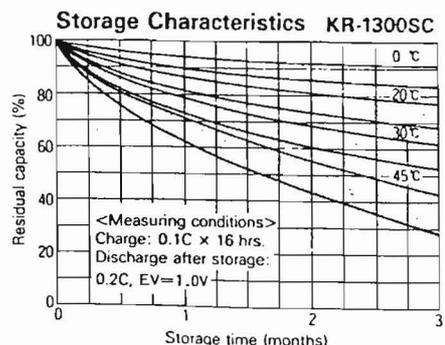
Sanyo CADNICA batteries can be used over an exceptionally wide temperature range. As cell characteristics vary slightly depending on the temperature, use within the temperature range given below in order to obtain optimum performance.

- Charge: 0° - +45°C
- Discharge: -20° - +60°C
- Storage: -30° - +50°C (-30 - +35°C for long periods)



■ Storage characteristics

The cell voltage and capacity of ordinary dry batteries are usually reduced after storage. With Sanyo CADNICA batteries, self-discharge accelerates as the temperature increases. The cell capacity which has been decreased through discharging during storage can easily be restored to its original level by charging. This means that CADNICA batteries will never become unusable due to the effects of long-term storage.

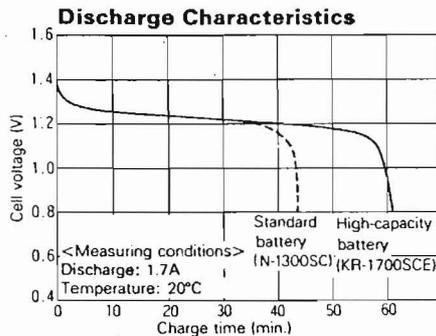


* Although the above figure shows the relationship between the cell capacity and temperature, the difference in capacity due to temperature change is temporary, and the original performance is restored when the temperature returns to normal.

(Characteristics of Special Purpose Batteries)

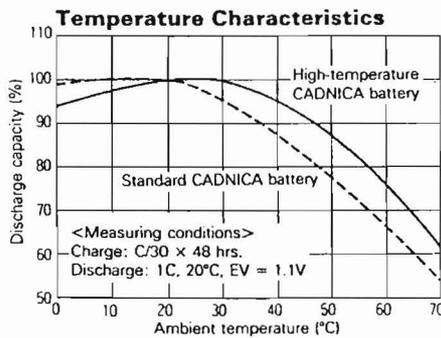
■ High-capacity CADNICA batteries (E Series)

High-capacity CADNICA batteries feature a capacity almost 40% higher than conventional CADNICA batteries, thanks to the use of high-density electrode plates and a new design concept. This results in more energy density compared to batteries of the same size.



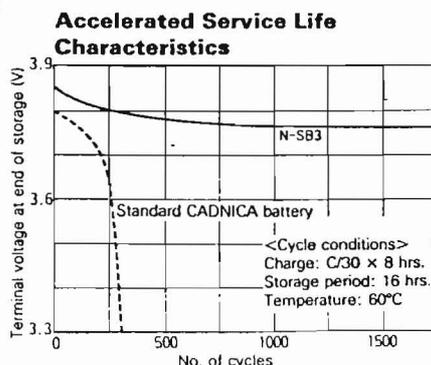
■ High-temperature CADNICA batteries for trickle charge use (H Series)

With considerably improved trickle-charge characteristics at high temperatures, high-temperature CADNICA batteries feature superior charge efficiency and discharge capacity, in addition to an impressively increased service life.



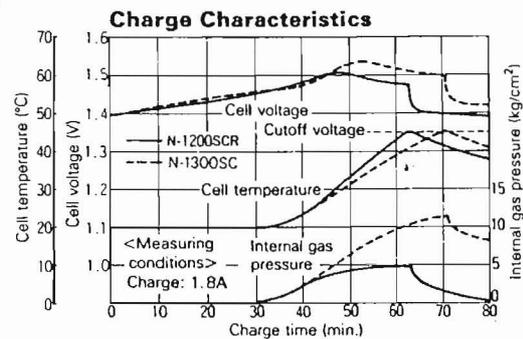
■ Memory-Backup CADNICA Batteries (S Series)

Extending the operating temperature range up to 80°C, memory-backup CADNICA batteries are designed to perform faithfully for long periods of time. Guaranteed service life has been increased to five years (SB Series), and expected service life to 10 years.



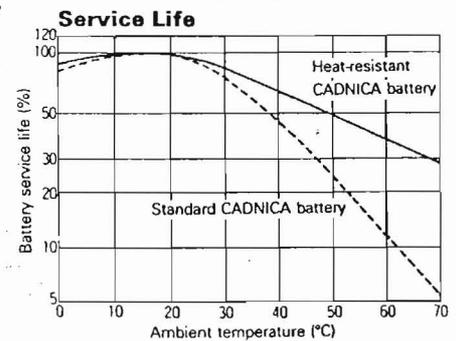
■ Fast-charge CADNICA batteries (R Series)

Fast-charge CADNICA batteries can be charged in just one hour. Because the charger employs a temperature sensor to detect the temperature increase that occurs after the battery has been fully charged, these CADNICA batteries have significantly improved gas recombination in comparison with conventional CADNICA batteries. Moreover, the sharp cell temperature rise makes detection simple.

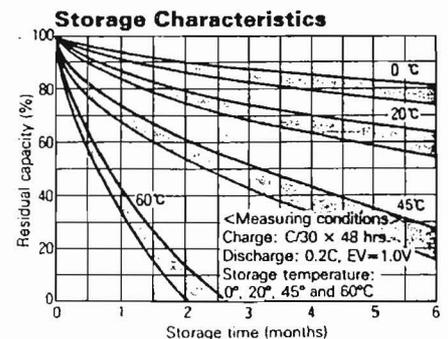


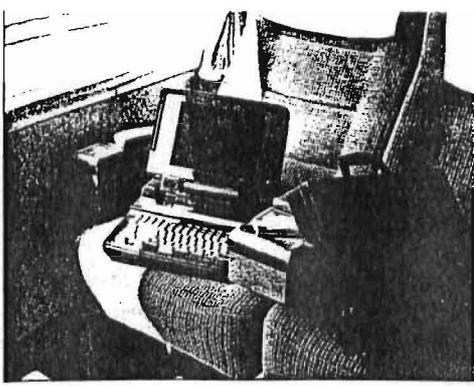
■ Heat-resistant CADNICA batteries for cycle use (K Series)

Heat-resistant CADNICA batteries are specially designed for superior durability under the severe conditions of fast charging (three-hour rate charge without any limitation) at temperatures as high as 70°C.



In comparison with conventional CADNICA batteries, memory-backup CADNICA batteries feature minimal self-discharge during storage, thus enabling memory retention over long periods of time. (This becomes clear when the characteristics of memory-backup CADNICA batteries are compared with those of conventional CADNICA batteries shown on page 5.)





(Ratings of CADNICA Batteries)

■ General-use CADNICA batteries (Standard Series)



Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Quick charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	N-50AAA	1.2	50	55	5	14~16	15	4~6	55.0	10.5 ⁰ _{-0.5}	16.0 ⁰ ₋₁	3.5
	N-110AA	1.2	110	120	11		33		30.0	14.5 ⁰ _{-0.5}	17.0 ⁰ ₋₁	8
	N-120TA	1.2	120	130	12		36		34.0	7.8 ⁰ _{-0.5}	42.5 ⁰ ₋₁	7
	N-150N	1.2	160	170	15		45		27.0	12.0 ⁰ _{-0.5}	29.5 ⁰ ₋₁	9
	N-200AAA	1.2	200	220	20		60		21.0	10.5 ⁰ _{-0.5}	44.5 ⁰ ₋₁	10
	N-200A	1.2	200	225	20		60		20.0	17.0 ⁰ _{-0.5}	17.0 ⁰ ₋₁	11
	N-270AA	1.2	270	305	27		81		15.0	14.5 ⁰ _{-0.5}	30.0 ⁰ ₋₁	14
	N-500A	1.2	500	525	50		150		9.0	17.0 ⁰ _{-0.5}	28.0 ⁰ ₋₁	20
	N-600AA	1.2	600	650	60		180		12.0	14.2 ⁰ _{-0.5}	50.0 ⁰ ₋₁	24
	N-650SC	1.2	650	700	65		—		6.0	23.0 ⁰ ₋₁	26.0 ⁰ ₋₁	29
	N-1000SC	1.2	1000	1100	100		—		4.8	23.0 ⁰ ₋₁	34.0 ⁰ ₋₁	42
	N-1100C	1.2	1100	1200	110		—		4.6	26.0 ⁰ ₋₁	30.0 ⁰ ₋₁	44
	N-1300SC	1.2	1300	1450	130		—		4.2	23.0 ⁰ ₋₁	43.0 ⁰ ₋₂	50
	N-1800C	1.2	1800	2100	180		—		4.1	26.0 ⁰ ₋₁	50.0 ⁰ ₋₂	80
	N-4000D	1.2	4000	4600	400	—	3.3	34.0 ⁰ ₋₂	61.0 ⁰ ₋₂	160		
	N-6PT	7.2	120	130	12	24	7~8	210.0	17.0(W) × 26.0(L) × 48.5(H)		42	

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard), 10°~45°C (quick); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)

Note: Consult Sanyo concerning operating conditions for quick charging of N-650SC or higher models.

■ Standard CADNICA batteries (KR Series)



Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	KR-1300SC	1.2	1300	1450	100	14~16	6.0	23.0 ⁰ ₋₁	43.0 ⁰ ₋₂	48
	KR-2000C	1.2	2000	2200	200		5.2	26.0 ⁰ ₋₁	50.0 ⁰ ₋₂	75
	KR-2800D	1.2	2800	3200	280		4.5	34.0 ⁰ ₋₂	44.0 ⁰ ₋₂	110
	KR-4400D	1.2	4400	4800	440		3.8	34.0 ⁰ ₋₂	61.0 ⁰ ₋₂	150
	KR-7000F	1.2	7000	7500	700		3.4	34.0 ⁰ ₋₂	91.0 ⁰ ₋₂	230
	KR-10000M	1.2	10000	12000	1000		2.6	43.0 ⁰ ₋₂	91.0 ⁰ ₋₂	400
	KR-20000M	1.2	20000	24000	2000		2.5	43.0 ⁰ ₋₂	146.0 ⁰ ₋₂	660

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)

Note: When using assembled batteries consisting of KR-4400D or higher model batteries, consideration must be given to the problem of cell temperature increase. Sanyo can provide assembled batteries that meet your specific conditions of use.

■ High-capacity CADNICA batteries (E Series)



Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	N-225AE	1.2	225	245	23	14~16	20.0	17.0 ⁰ ₋₁	17.0 ⁰ ₋₁	12
	N-600AE	1.2	580	630	60		8.5	17.0 ⁰ ₋₁	28.0 ⁰ ₋₁	22
	N-700AAE	1.2	700	770	70		11.0	14.2 ⁰ _{-0.5}	50.0 ⁰ ₋₁	27
	KR-1000AE(L)	1.2	950	1050	100		8.0	17.0 ⁰ ₋₁	43.0 ⁰ ₋₂	31
	KR-1200AE	1.2	1200	1300	120		7.6	17.0 ⁰ ₋₁	50.0 ⁰ ₋₂	34
	KR-1700AE	1.2	1700	1850	170		7.0	17.0 ⁰ ₋₁	67.0 ⁰ ₋₂	45
	KR-1700SCE	1.2	1700	1850	170		5.5	23.0 ⁰ ₋₁	43.0 ⁰ ₋₂	53
	KR-2000SCE	1.2	2000	2200	200		5.5	23.0 ⁰ ₋₁	50.0 ⁰ ₋₂	63
	KR-2400CE	1.2	2400	2650	240		5.0	26.0 ⁰ ₋₁	50.0 ⁰ ₋₂	76
	KR-5000DE	1.2	5000	5400	500		3.5	34.0 ⁰ ₋₂	61.0 ⁰ ₋₂	155

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)

Note: Consult Sanyo concerning 1-hour charge.

III. Arbeits-, Zeit- und Kostenplan zur Durchführung des Projektes "Kabellose Einzelraumtemperatursteuerung"

Nachfolgend sind die einzelnen Arbeitsschritte beschrieben, für die Durchführung des o. g. Projektes. Gegenüber dem ursprünglichen Arbeitsplan wurde dieser Plan inhaltlich und vom Volumen her überarbeitet und von der Gesamtlaufzeit und den Kosten reduziert. Dies ist möglich, da sich im Rahmen der Vorphase schon klar gezeigt hat, wie die technische Realisierung des Projektes aussieht und die früher kalkulatorisch angesetzten Arbeitsschritte nicht mehr notwendig sind.

In der Anlage zum Arbeitsplan sind auf den Formularen der Umweltstiftung der entsprechende Arbeits- und Kostenplan angegeben. Die in diesem Plan angesetzten Personalkosten basieren auf der in der Anlage beschriebenen Personalkostenberechnung. Seitens der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH erfolgt im wesentlichen die Bearbeitung durch Senior- und Projekt-ingenieure. Die angegebenen Werte entsprechen den augenblicklich gezahlten Bruttolöhnen.

Um das Projekt im Rahmen einer Gesamtlaufzeit von ca. zweieinhalb Jahren zu realisieren haben wir uns entschlossen, voraussichtlich Aufträge an Dritte zu vergeben. Dabei handelt es sich um ein Unternehmen, mit dem wir bereits in der Vergangenheit Komponenten der Ultraschalldatenübertragung realisiert haben.

In der Anlage befindet sich ein entsprechendes Richtangebot für die Leistung des Unternehmens. Wir gehen davon aus, daß nach jedem Arbeitsschritt von dem Anbieter ein konkretes und verbindliches Angebot erstellt wird, wobei voraussichtlich der vorgegebene Rahmen aus dem Arbeits- und Kostenplan eingehalten wird.

Bei den Sachkosten und Investitionen handelt es sich im wesentlichen um Zukauf von PC-Systemen und Hardwarekomponenten. Diese Preise wurden aufgrund von Erfahrungswerten eingesetzt. Da die ersten Investitionen sich voraussichtlich erst zeitlich in ca. einem Jahr ergeben, sollten aufgrund der großen Preisdynamik unmittelbar vor dem Kauf aktuelle Angebote eingeholt werden.

Den zeitlichen Verlauf der einzelnen Arbeitsschritte entnehmen Sie bitte auch dem Zeitplan in der Anlage. Wir möchten darauf hinweisen, daß von unserer Seite das Projekt möglichst kurzfristig angegangen werden sollte (möglichst noch eine Entscheidung in diesem Jahr), damit der Arbeitsschritt für die Erstellung einer Prototypanlage schon für die kommende Heizperiode Herbst/Winter 1994/95 durchgeführt werden kann. Sollte es eine weitere Verzögerung geben, würde sich durch die Orientierung an die Heizperioden u. U. das Projekt um ein Jahr verzögern.

Im einzelnen sind folgende Arbeitsschritte geplant:

1. Erarbeitung eines verbindlichen Pflichtenheftes aufgrund der Aufgabenstellung und der Ergebnisse der Vorphase.

In diesem Pflichtenheft wird das endgültige Hard- und Softwaresystem konkret und verbindlich beschrieben und es erfolgen im wesentlichen alle Festlegungen. Parallel erfolgt die endgültige Akquisition der beiden möglichen Anlagen aus dem entsprechenden Interessentenkreis. Die Arbeit wird von den Ingenieuren der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH durchgeführt unter Zuarbeit eines Dritten.

2. Entwicklung der Hard- und Software des neuen Thermostatventils entsprechend dem Pflichtenheft.

Insbesondere Überarbeitung des Thermostatventils unter dem Gesichtspunkt der autonomen Stromversorgung unter Berücksichtigung einer Akku-Lebenszeit > 10 Jahre und entsprechender Nachladung über Solarzellen.



Die Entwicklung erfolgt aufgrund der Festlegungen im Pflichtenheft durch die Ingenieure der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH und in Zusammenarbeit mit externen Hardware-Spezialisten.

3. Weiterentwicklung des zentralen Steuer-PC's, inkl. Ultraschallsensor.

Insbesondere Weiterentwicklung einer grafischen Oberfläche für die Bedienung des PC's, Implementierung spezieller Softwareverfahren zur optimierten Ansteuerung, für Überwachungsfunktionen und Energieoptimierung, ebenso Realisierung einer Datenfernübertragung von einem extern aufgestellten Zentral-PC auf diese Anlage. Diese Entwicklung wird durch die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH mit ihrem Softwarespezialisten durchgeführt. Zu diesem Zweck wird ein entsprechendes PC-System mit entsprechender Datenfernübertragung eingerichtet.

4. Erstellung einer Prototypanlage mit einer Laborversuchsanlage und ersten Probetrieb an einem realen Projekt mit Test und Modifizierung der Anlage entsprechend den Betriebserfahrungen.

Die Realisierung erfolgt durch die Ingenieure der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH und externe Hardware-Spezialisten. In den Investitionskosten sind entsprechende Hardware-Komponenten vorgesehen, mit denen eine Laborversuchsanlage komplett aufgebaut werden kann. In einer Heizperiode sollen hier bereits praktische Betriebserfahrungen gesammelt werden, die dann in die Fertigung einfließen.

5. Fertigung der technischen Einrichtungen für 2 Projekte mit insgesamt 2 Zentralen, 10 Repeatern, 250 Thermostatventilen, 3 Modems, einer Fernwirkzentrale.

Hierbei werden gemäß dem Pflichtenheft und der vorangegangenen Entwicklungsphase die Komponenten für die entsprechenden Projekte hergestellt. Da es sich hier im wesentlichen noch um relativ kleine Stückzahlen und Einzelstückzahlen handelt, ist für diesen Zweck eine individuelle Fertigung durch einen Dritten notwendig. Die Aufgabe der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH besteht im wesentlichen aus Anleitung und Begleitung und Umsetzung der Entwicklung in das Serienprodukt, insbesondere Qualitätskontrolle und Funktionstest der gelieferten Module.

6. Installation der ausgewählten 2 Projekte mit Test, Inbetriebnahme und Einrichtung der Fernwirkzentrale. Neben der Leistung der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH wird die Installation an ein externes Unternehmen vergeben, das im wesentlichen die handwerkliche Umsetzung dieses Teils durchführt.

7. Projektbegleitung, insbesondere Begleitung des praktischen Betriebes und Ermittlung des realisierten Energiesparvolumens in den abgelaufenen Heizperioden.

Berücksichtigung von Ergebnissen anderer ähnlicher Projekte und Einarbeitung der Erfahrungen in das laufende Projekt. Komplette Dokumentation und Darstellung des Projektes, Durchführung von Projektpräsentationen.

Neben den Aufwendungen der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH wird hier ein Unterauftrag an eine Hochschule vergeben, voraussichtlich an die Gesamthochschule Universität Paderborn, Abteilung Soest, Prof. Dr. Bitzer, der bislang auch gemeinsam mit der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH an einem ähnlichen Projekten beteiligt war.



Die v. g. Arbeitspunkte werden über einen Gesamtzeitraum von ca. 2 1/2 Jahren durchgeführt (siehe beiliegenden Zeitplan). Wir gehen davon aus, daß es bei der Realisierung des Projektes bei den Einzelsummen der Spalten 6 bis 10 zu Abweichungen kommen kann, wobei jedoch die Gesamtsumme eingehalten werden soll.

Anlage

Arbeits-, Zeit-, Kostenplan ausgefüllt auf Vordrucken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
Erläuterungen der Kalkulationsgrundlagen für die Personalkosten
Zeitplan der Projektdurchführung
Kopie eines Richtangebotes

**Anlage zum Arbeits-, Zeit- und Kostenplan
hier: Personalkostenberechnung entsprechend der Vorlage**

Spz. umw-azk

Anlage zum Arbeits- und Kostenplan

hier: Erläuterungen zur Personalkostenberechnung nach Formblatt "Arbeits-, Zeit- und Kostenplan Deutsche Bundesstiftung Umwelt"

zu Spalte 3:

Bruttolohn pro Stunde = $\frac{\text{Jahresbruttolohn}}{\text{geleistete Arbeitsstunde}}$

geleistete Arbeitsstunden:	52 x 5 Tage	260
	./. Feiertage	11
	./. Urlaub	30
	./. Krankheit	10
	<u>verbleibende Arbeitstage</u>	<u>209</u>

durchschnittlich geleistete Arbeitsstunden

$\frac{209 \text{ Tage} \times 38,5 \text{ Stunden/Woche}}{5 \text{ Tage/Woche}} = 1.609,30 \text{ Stunden}$

Somit ergeben sich für die Mitarbeiter:

Senior-Ingenieur	Bruttogehalt von 102.000 DM bis 125.500 DM Bruttokosten pro Stunde im Mittel: 72,-- DM	✓
Projekt-Ingenieur	Bruttogehalt von 65.000 DM bis 83.200 DM Bruttokosten pro Stunde im Mittel: 46,-- DM	✓

zu Spalte 4 "Arbeitgeberanteil (DM/Stunde)

Aufgrund der ges. Bestimmungen (Krankenkasse, Rentenversicherung, AL-Versicherung, Berufsgenossenschaft etc.) ca. 18 % des Bruttolohns

also	für Senior-Ingenieur	12,96 DM	✓
	für Projekt-Ingenieur	8,28 DM	

zu Spalte 9 "Projektbezogene Gemeinkosten"

Hierbei handelt es sich um einen kalkulatorischen Aufschlag in Höhe von 10 % auf die direkten Personalkosten. Dieser Aufschlag ist für die administrative Bearbeitung des Projektes notwendig, insbesondere für Verwaltung, Telefon, Kopien, Literatur etc.

spz. um-akost



IV. Schnittstellen zu den mit öffentlichen Mitteln erarbeiteten Ergebnissen ähnlicher Projekte und Abgrenzung der Ziele

Die Technik der Ultraschalldatenübertragung per Körperschall über Rohre, mechanische Teile per Körperschall, ist in der Technik und den bisherigen Entwicklungen und Forschungen wenig umgesetzt.

Die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH hat aufgrund ihrer bisherigen Tätigkeit in diesem Gebiet einige Patente eingereicht und zum Teil schon bestätigt bekommen. Aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse kann man davon ausgehen, daß die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH als eines der wenigen Unternehmen sich auch weiterhin intensiv mit diesem Thema beschäftigt.

In der Vergangenheit wurden verschiedene Forschungsprojekte mit öffentlichen Mitteln durchgeführt, an denen die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH beteiligt war (z. B. EG-Projekt, BMFT-Projekt).

Durch die Zusammenarbeit mit der Universität GH Paderborn wurden im Rahmen des EG-Projektes Ergebnisse erzielt, die im Rahmen des Projektes der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH zur Verfügung stehen und in dem beantragten Projekt berücksichtigt werden. Die Universität GH Paderborn war auch durch ein BMFT-Projekt "Modellbildung der DV-Programme zur Berechnung der Energieeinsparung bei dezentralen Heizungssteuerungen über Ultraschallsensoren" mit dem bearbeiteten Thema befaßt. Die offizielle Projektlaufzeit war bis zum 31.01.1993 befristet, zur Zeit wird der Schlußbericht erstellt und wird in Kürze der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH zur Verfügung stehen. In diesem Projekt wurden "periphere Aspekte" systematisch untersucht. Diese Erfahrungen werden in das beantragte Projekt mit einbezogen, wodurch gegenüber den ursprünglichen Ansätzen ebenfalls eine Kostenreduzierung möglich war. Da neben dem erarbeiteten Schlußbericht sicherlich weitere Erkenntnisse in Form von Erfahrungen einzelner Mitarbeiter geschaffen wurde, ist nach Rücksprache mit Herrn Prof. Dr. Bitzer von der Universität GH Paderborn geplant, auch in dem beantragten Projekt mitzuarbeiten, da dadurch am ehesten gewährleistet ist, daß die bereits vorliegenden, außerhalb der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH gemachten Erkenntnisse unmittelbar und direkt in das Projekt einfließen könnten.

Unseres Wissen gibt es zur Zeit keine weiteren beantragten Projekte mit dem Schwerpunkt der drahtlosen Datenübertragung per Ultraschall für Energiesparzwecke.



V. Zusammenfassung:

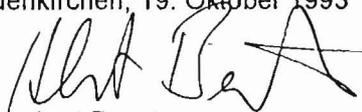
Durch das Ergebnis der Vorphase konnte die technische Realisierung des beantragten Projektes konkretisiert werden.

Es wurde nachgewiesen, daß es technisch möglich ist, auf die Verwendung von auszuwechselnden Batterien zu verzichten und mit der Verwendung von Solarzellen in Verbindung mit einem Akku einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Durch die erforderliche Weiterentwicklung kann das System weiter optimiert werden, so daß auch unter dem Gesichtspunkt der fallenden Hardwarepreise die gleichen Systemkosten zu erwarten sind. Somit ist ein wirtschaftlicher Einsatz gegenüber leistungsgebundenen Systemen zu realisieren.

Der Arbeits- und Zeitplan wurde gestrafft und vom Umfang her reduziert, so daß auch die ursprünglichen Kosten erheblich reduziert werden können.

48485 Neuenkirchen, 19. Oktober 1993


Dipl.-Ing. Herbert Beesten

INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH
Gronau

**Entwicklung eines kabellosen Einzelraumtemperatursteuersystems
mit besonderer Eignung für die
Nachrüstung an bestehenden Bauwerken**

Abschlußbericht über ein Entwicklungsprojekt
gefördert unter dem Az:00899/02 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dipl.-Ing. Herbert Beesten

März 1998

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	00899/02	Referat	(21/0)	Fördersumme	387.940,00 DM
Antragstitel		Entwicklung eines kabellosen Einzelraumtemperatursteuersystems mit besonderer Eignung für die Nachrüstung an bestehenden Bauwerken			
Stichworte		Produkt Energie , Heizung , EXPO 2000 , Ökobau , AG-Klima , AG-Klima-Produkt			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
3 Jahre und 8 Monate	11.04.1994	31.12.1997			
Zwischenberichte	15.04.1997, 30.05.1997,				
Bewilligungsempfänger	Innotech Microelectronic GmbH Jöbkesweg 3 48599 Gronau			Tel 02562/709400 Fax 02562/709401	
				Projektleitung	
				Bearbeiter	
Kooperationspartner					

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Die Einzelraumtemperatursteuerung entsprechend dem Benutzungsprofil von Räumen ermöglicht insbesondere für öffentliche Gebäude und Verwaltungen (Schulen etc.) erhebliche Einsparpotentiale, die erfahrungsgemäß zwischen 10 und 30 % liegen. Bisheriges Hemmnis war eine aufwendige Verkabelung, insbesondere in bestehenden Gebäuden. Ziel dieses Vorhabens war es, die drahtlose Datenübertragung zu verschiedenen Heizungssteuerungselementen weiter zu entwickeln und für den praktischen Einsatz zu testen. Ein Schwerpunkt lag insbesondere darin, die dezentral angebrachten Steuerungselemente mit Energie autark zu versorgen, d. h. daß durch den Einsatz einer Solarzelle ein Batteriewechsel über einen längeren Zeitraum nicht notwendig ist.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Basierend auf einem bereits entwickelten Prototyp und seinem Einsatz in Heizungssteuerungen wurde in der ersten Phase systematisch der Status des technischen Standes und den daraus resultierenden Entwicklungszielen in einer Pflichtenheftphase durchgeführt. Hierbei wurden die Erkenntnisse aus der Vorphase mit einbezogen und die Schwer- und Eckpunkte der nachfolgenden Entwicklung und Prototypanlage definiert. Zum Einsatz sollten neueste Hard- und Softwaretechnologien kommen, die auch eine spätere Einbindung des Systems in vorhandene Gebäudeleittechniksysteme möglich machen sollte. Anschließend wurde in der Entwicklungsphase, die sich in Hardware- und Softwareaufgaben unterteilte, die Entwicklung durchgeführt. Schwerpunkt der Entwicklung in der Hardware war die Überarbeitung und Neuentwicklung verschiedener schaltungstechnischer Komponenten mit dem Ziel eines möglichst geringen Stromverbrauchs und einer Miniaturisierung der Schaltung. Hier erfolgte eine Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Mikroelektronik in Duisburg, die bei der Miniaturisierung und dem Layout des Konzepts Hilfestellung leisteten. In dieser Entwicklung wurde auch spezielle Software für den Singlechipcontroller des neuen Thermostatventils entwickelt, die gegenüber der früheren Prototypentwicklung wesentlich mehr Flexibilität ermöglichte und auch eine autarke Funktion des Thermostatventils möglich machte, wenn eine Datenverbindung nicht besteht. Ein wesentlicher Teil der Softwareentwicklung umfaßte die Erstellung von Visualisierungs- und Bedienungssoftware, mit der es den späteren Anwendern einfach möglich sein sollte, das System zu bedienen.

Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel einer Weiterentwicklung eines Systems zur Einzelraumtemperatursteuerung mit kabelloser Ansteuerung per Ultraschall wurde erreicht. Die komplette Hardwareüberarbeitung des Thermostatventils, incl. Ultraschallsensor, hat gezeigt, daß durch spezielle Hardwarekomponenten und eine intelligente Software auf dem Singlechipcontroller gegenüber dem ursprünglichen Prototyp erhebliche Stromspareffekte aufgetreten sind, so daß es nun möglich ist, das autarke Thermostatventil mit einem Akku und einer zusätzlichen Solarzelle dauerhaft zu betreiben. Mittel- und langfristige Erfahrungen werden nach Abschluß des offiziellen Projektes in den nächsten Jahren voraussichtlich bestätigen, daß eine autarke Versorgung unter bestimmten Randbedingungen möglich ist. Um entwicklungsmäßig zu diesem Punkt zu kommen, waren die Aufwendungen im Bereich der Hardwareentwicklung und der Softwareentwicklung wesentlich aufwendiger als ursprünglich angedacht. Insbesondere gab es Anfangsschwierigkeiten bei der Verfügbarkeit der entsprechend miniaturisierten Komponenten im Bereich der Ultraschalldatenübertragung, so daß mehrfach wesentliche Layoutänderungen notwendig waren.

Wesentliche, für jeden Betrachter sichtbare Fortschritte wurden insbesondere im Bereich der grafischen Bedienoberflächen geschaffen. Hier gelang es, standardisierte Software zu entwickeln, die im Bereich des Gebäudemanagements und der Gebäudeleittechnik eingesetzt werden kann. Einer der Hauptpunkte war dabei die Basierung auf standardisierten Betriebssystemen wie Windows 95 und Windows NT und die Integration eines speziellen Softwaretreibers zu den unterlagerten Einzelraumtemperatursteuerungssystemen. Bei der Entwicklung wurde auch darauf geachtet, daß die Entwicklungsergebnisse universell für den Bereich der Gebäudeleittechnik und des Gebäudemanagements einsetzbar sind, so daß auch andere Treiber die Ankopplung an andere über- oder nebengelagerten Prozeßleitsysteme möglich ist. Ein weiterer Schwerpunkt war die Integration von Fernsteuersoftware, so daß jetzt z. B. bei einer Stadtverwaltung zentral verschiedene Schulen und öffentliche Gebäude angesteuert, überwacht und parametrisiert werden können, über Standardtechnologien wie Internet und Intranet. Zusätzlich wurden Funktionen entwickelt, die einem Bereitschaftsdienst Störungen im System einfach und komfortabel weiterleitet. Der Softwarebereich auf PC-Ebene wurde gegenüber dem ursprünglichen Umfang ausgeweitet, da diese Bedienoberflächen für die spätere Akzeptanz wesentlich sein werden. Es mußte dem allgemeinen Wunsch der Anwender nach einer universellen Einbindung in Kommunikationstechniken wie Internet und Intranet nachgekommen werden, da dieses am Anfang der Definition des Projektes 1993 noch nicht so eine entscheidende Rolle spielte.

Entgegen dem ursprünglichen Plan, einige größere Projekte mit dem System auszustatten, wurde der Ablauf des Projektes in der Weise modifiziert, daß die Finanzmittel statt für die Produktion und Inbetriebnahme von größeren Projekten, für mehr Entwicklungsaufwendungen genutzt wurde, so daß als vorzeigbares Ergebnis zwei kleinere Prototypanlagen erfolgreich installiert und in Betrieb genommen wurden. Dadurch konnte das Gesamtkostenbudget, wie ursprünglich geplant, eingehalten werden, bei allerdings einer längeren Laufzeit von insgesamt einem Jahr.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Zwischenergebnisse wurden bereits gegenüber der Bundesstiftung Umwelt präsentiert. Im Rahmen einer Präsentation der Bundesstiftung Umwelt wurde das Projekt auf einer öffentlichen Veranstaltung der IHK Münster am 13. Juli 1995 gemeinsam mit Vertretern der Bundesstiftung Umwelt beispielhaft präsentiert. Zur Zeit sind Artikel geplant, mit denen die Ergebnisse von Fachartikeln präsentiert werden sollen. Ebenso wird gemeinsam mit der Bundesstiftung Umwelt eine Präsentation in einer Broschüre der Bundesstiftung Umwelt vorbereitet, in der beispielhaft ausgewählte Projekte vorgeführt werden. Die in dem Projekt erzielten Ergebnisse zeigen, daß prinzipiell eine drahtlose Signalübertragung über Heizungsrohre möglich ist und ein Akku-Solarzellen-betriebenes elektronisches Thermostatventil für eine Einzelraumtemperatursteuerung einsetzbar ist. Eine bedienungsfreundliche Software macht den praktischen Einsatz akzeptabel.

Fazit

Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt	Seite	2
Verzeichnis von Bildern und Tabellen	Seite	5
1. Zusammenfassung	Seite	6
2. Einleitung	Seite	7
3. Hauptteil	Seite	9
4. Fazit	Seite	14
Anhang	Seite	15

Verzeichnis von Bildern und Tabellen

1. Systembeschreibung Einzelraumtemperatursteuerungssystem allgemein
2. inSONIC-Prospekt - drahtlose Datenübertragung per Ultraschall
3. inSONIC-Datenblatt drahtlose Datenübertragung
4. Schaltungstechnische Unterlagen für SMD-Platine des Thermostatventils
5. Beschreibung inSONIC-Thermostat
6. Beschreibung Messung Stromverbrauch Thermostatventil
7. Schaltpläne Thermostatventil
8. Aufgaben und Arbeitsschritte bei der Bearbeitung des Projektes
9. Technische Daten des inSONIC-Systems (Vorläufermodell)
10. inSONIC-Busschnittstellenbeschreibung
11. Bildschirmlayouts für Einzelraumtemperatursteuerungsbedienung
12. Zeitablauf Ultraschall-Datenübertragung

1. Zusammenfassung

In diesem Abschlußbericht werden die wesentlichen Ergebnisse des Projektes beschrieben und der Weg der Realisierung. Die Aufgaben unterteilten sich im wesentlichen auf folgende Punkte:

- Status und Pflichtenhefterstellung
- Entwicklung der Hardware des Thermostatventils
- Entwicklung der Software des Thermostatventils
- Entwicklung der Prozeßleitsoftware auf PC-Ebene
- Durchführung von Tests und Inbetriebnahme, erste Betriebserfahrungen

Ein bereits als Prototyp vorliegendes Thermostatventil wurde hard- und softwaremäßig überarbeitet, wobei die Miniaturisierung und ein geringer Stromverbrauch für das autark arbeitende Thermostatventil das Entwicklungsziel war. Umgesetzt wurde dieses mit Hilfe der SMD-Technik und Prozesstechnik, die eine Verkleinerung des Schaltaufbaus ermöglichte und durch die Integration von leistungsfähigen Programmen den geringen Stromverbrauch erzielte. Die Stromversorgung wurde realisiert mit einem Akku in Verbindung mit einer Solarzelle, die - verbunden mit einer kurzen Leitung - im Fensterbereich aufgestellt wird und hier solare Energie in elektrischen Strom umwandelt. Eines der wichtigen Ergebnisse ist die umfangreiche Prozeßvisualisierung und Prozeßleittechnik, die eine einfache und induktive Bedienung des Systems möglich macht. In diesem Zusammenhang entstanden auch Softwarewerkzeuge, mit denen Projektierungssachbearbeiter einfach und schnell die Leittechnik auf verschiedene Projekte und Anwendungen anpassen können. In zwei kleinen Pilotprojekten wurde die Funktionalität des Systems unter Beweis gestellt, wobei die wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse für das eigentliche Thermostatventil noch aussteht. Ein wirtschaftlicher Erfolg dagegen war die dabei entstandene Prozeßsteuerung für Einzelraumtemperaturregelung und Leittechnik.

Für die weitere Entwicklung wäre es wünschenswert, einen Kooperationspartner für den Bereich der Thermostatventile zu erhalten, der dieses Produkt in Lizenz in sein Produktdepotfolio übernimmt und in Verbindung mit der entwickelten Leitsoftware einsetzt. Hier würde eine weitere technologische marketingtechnische Bearbeitung noch wünschenswert sein. Die Arbeit erfolgt mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück (Förder-Nr. 0089/02) und in Zusammenarbeit mit der Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Mikroelektronik in Duisburg.

2. Einleitung

Die Idee für das Projekt war, eine einfache und effektive Einzelraumtemperatursteuerung in bestehenden Gebäuden zu ermöglichen. Es ist bekannt und Stand der Technik, daß - je nach zeitlich differenzierter Nutzung von Gebäuden - durch Einzelraumtemperatursteuerungssysteme erhebliche Einsparpotentiale an Energie, Energiekosten und Emissionen möglich ist. Energiesparquoten zwischen 10 und 40 % sind in der allgemeinen technischen Literatur bekannt und dokumentiert. Ein großes Hemmnis ist vor allen Dingen in bestehenden Gebäuden (was den größten Teil der Immobilien ausmacht) eine nachträgliche Verkabelung. Zum einen ist die Installationstechnik handwerklich auszuführen und je nach Gebäudesubstanz und Topologie mit Kosten verbunden, zum anderen ist eine Störung des betrieblichen Ablaufs notwendig bzw. die Installationsarbeiten können nur zu ganz bestimmten Termin durchgeführt werden (z. B. bei Schulen in den Ferien).

Dies war die Ausgangssituation, eine Entwicklung durchzuführen, die eine Einzelraumtemperaursteuerung am Thermostatventil des jeweiligen Heizungskörpers im Raum vorzunehmen, ohne eine Leitung verlegen zu müssen. Aufgrund eines vorliegenden Prototyps wurde das Prinzip der drahtlosen Ultraschalldatenübertragung verwandt, welches die Schallfortleitung von Metallrohren nutzt (siehe Bild im Anhang). An einer zentralen Stelle wird durch ein Ultraschallaktor ein bestimmtes Ultraschallsignal an das Heizungsrohrsystem eingebracht. In der Nähe des Thermostatventils ist ein entsprechender Ultraschallsensor, der die entsprechenden Signale empfängt. Dieses Signal wird entsprechend ausgewertet und , abhängig von dem Signal (z. B. Absenken der Temperatur oder Halten einer Raumtemperatur von z. B. 21 Grad) erfolgt eine Regelung der Temperatur im Raum, wie von konventionellen Thermostatventilen. Somit kann eine unidirektionale Informationsübertragung von einer zentralen Stelle (PC und Aktor) zum Thermostatventil (Sensor) erfolgen. Der Vorteil dieses Verfahrens ist, daß in der Regel durchgehende Metalleitungen vorhanden sind, die die Information genau dorthin bringen, wo sie benötigt wird. Dieses Verfahren hat jedoch Grenzen, dort wo eine ungünstige Rohrtypologie oder einbetonierte Leitungen vorhanden sind. Ebenso ist die Reichweite erfahrungsgemäß eingeschränkt (ca. 20 bis 30 Meter). Alternativ zu diesem Verfahren wäre z. B. eine drahtlose Übertragung per Funkt möglich gewesen. Dieses Verfahren wird von verschiedenen anderen Firmen verfolgt, hat jedoch auch technologische Probleme, da durch daß sogenannte Funkschatten entstehen, so daß eine eindeutige und sichere Kommunikation nicht immer gegeben ist.

Erste überschlägige Berechnungen möglicher Kosten eines Ultraschallsystems weisen darauf hin, daß dieses System ein „Nischenprodukt“ sein wird, da bei gründlichen Sanierungen von Gebäuden die Verlegung von Leitungen und Kabel wirtschaftlicher ist. Das System hat dort Vorteile, wo einzelne Räume partiell in das Einzelraumtemperatursteuerungssystem mit einbezogen werden sollen, oder aber auch da, wo nach und nach einzelne Räume in das Einzelraumtemperatursteuerungssystem mit einbezogen werden sollen.

Im Mittelpunkt der Entwicklungsarbeiten stand auch das Ziel, dem späteren Anwender eine einfache und bequeme Möglichkeit zu bieten, die Pflege der entsprechenden Zeitschaltprogramme und Steuerung des Systems von einem zentralen Punkt aus vorzunehmen. Hier wurde als Bediengerät ein PC ausgewählt, der auf der Basis des Standardbetriebssystems Windows die Bedienung und Parametrierung des Systems ermöglicht. Zusätzlich wurden weitere Funktionen des Programms entwickelt, so daß neben der einen Bedienung und zentralen Steuerung auch eine Überwachung, Protokollierung und Alarmierung sowie Fehlerbearbeitung einfach und schnell möglich ist. Mit Hilfe dieses Systems zu bedienen, zu beobachten, zu automatisieren und zu protokollieren hat mittlerweile in dem Bereich der Gebäudeleittechnik von größeren Projekten zum Zwecke der Energieeinsparung und -kontrolle Einsatz gefunden. Hier konnte die INNOTECH auch erste wirtschaftliche Erfolge erzielen.

3. Hauptteil

Nachfolgend werden die wichtigsten Arbeiten detailliert beschrieben. Entsprechende Dokumentationen und Erläuterungen sind in Form von Bildern im Anhang enthalten.

3.1 Pflichtenhefterstellung

Am Anfang des Projektes wurde ein Team gebildet, um den technischen Stand des vorhandenen Prototyps aufzunehmen und ein entsprechendes Pflichtenheft und einen Arbeitsplan zu erstellen.

Zu diesem Zweck wurde die alte Schaltung des Prototyps analysiert und insbesondere die wichtigsten Entwicklungsziele formuliert.

3.2 Verkleinerung der Komponenten - Bearbeitung und Optimierung der Empfängerschaltung hinsichtlich eines sehr niedrigen Stromverbrauchs

3.2 Auswahl eines neuen Prozessortyps mit niedrigem Strombedarf und Auswahl verschiedener Bauelemente mit niedrigstem Strombedarf.

3.3 Entwicklung der Software für den Singlechipcomputer bezüglich der Empfangsfunktionalitäten und der Regelalgorithmen für den klassischen Thermostatregelbetrieb.

Zu diesem Zweck wurden neue Schaltungsentwürfe konzipiert und gemeinsam mit der Fraunhofer Gesellschaft, Institut für Mikroelektronik, wurden die Schaltungselemente und das Layout entwickelt. Dabei stellte sich heraus, daß die Verfügbarkeit von Bauelementen in SMD-Technik für den Bereich der Ultraschalldatenaufbereitung sich als sehr schlecht erwies, da viele Bauteile nur in konventioneller Technik geliefert werden konnten. Die Entwicklung wurde so durchgeführt, daß theoretische Schaltungsentwürfe berechnet wurden und in Tests und Simulationsprogramm untersucht wurden. Anschließend wurden diskrete Aufbauten durchgeführt, an denen die theoretisch ermittelten Ergebnisse überprüft wurden. Nach einer entsprechenden Überarbeitung und wiederum diskreten Aufbau erfolgte eine Umsetzung in ein entsprechendes SMD-Layout mit anschließender Prüfung der Parameter. Dieser gesamte Zyklus mußte mehrmals durchlaufen werden, da bestimmte Effekte, vor allen Dingen im Bereich der Hochfrequenz, abhängig vom Schaltungsaufbau waren und so mehrfach modifiziert wurde, bis eine ideale Konstellation festgestellt wurde. Die mit den Schaltungen aufgenommenen Signale werden einem Prozessor zugeleitet, der zwei Aufgaben hatte:

- Dekodierung und Analyse der Signale
- Durchführung eines PID-Regelalgorithmuses für die Regelung der Raumtemperatur.

Erschwerend kam hinzu, daß der Prozessor nicht kontinuierlich in Betrieb sein durfte, da sonst der Standby-Strom des Systems viel zu groß gewesen wäre. Um Stromspareffekte zu erzielen wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

3.4 Eine Aussendung der Ultraschall-Steuerungssignale vom zentralen Aktor zu den einzelnen Thermostatventilen erfolgt nur in Zeitfenstern mit einem Abstand von 5 Minuten, mit einer Betriebszeit von ca. 20 Sekunden. Das Thermostatventil hat einen Bau-

stein, welcher die gesamte Elektronik des Thermostatventils über einen Zeitraum von ca. 5 Minuten „schlafen legt“ und in dieser Zeit nur der Stromverbrauch des Zeitbaustein benötigt (im Mikroamperebereich). Nachdem beim Thermostatventil die entsprechende Zeit abgelaufen ist, wird die Empfängerschaltung „aufgeweckt“ und festgestellt, ob hier ein Signal innerhalb eines Zeitfensters eintrifft. Ist dies nicht der Fall, so legt das Thermostatventil sich wieder „schlafen“. Liegt ein Signal vor, so wird dann der Prozessor aktiviert, der analysiert, ob das entsprechende Thermostatventil adressiert worden ist. Ist dies nicht der Fall, so legt das Thermostatventil sich wieder „schlafen“. Ist das Thermostatventil gemeint, so wird der entsprechende Befehl festgestellt (z. B. Raumtemperatur von 16 auf 22 Grad anheben).

Stellt das System bei dem fünfminütigen Aufwachrhythmus fest, daß eine Temperaturabweichung zwischen Soll- und Isttemperatur erfolgt ist, so erfolgt auch zu diesen Zeitpunkten eine Nachregelung des Thermostatventils. Zu diesem Zweck wird mit Hilfe eines PID-Regelalgorithmus das Stellventil des Thermostatventils (Motorantrieb) entsprechend angesteuert. Als zusätzliche Information kann noch ein Temperaturgradient ausgewertet werden, daß (wenn z. B. durch Öffnung eines Fensters ein schneller Temperaturabfall erfolgt) das Thermostatventil komplett zufährt, bis wieder ein entsprechender Temperaturanstieg oder eine Beharrungstemperatur erreicht wird.

- 3.5 Das interne „Energiemanagement“ des Thermostatventils (Stromverbrauch) wird durch eine analoge Schaltung gesteuert. Als Hauptenergiequelle dient zu Anfang ein voll aufgeladener Akkumulator, der über eine elektronische Schaltung mit einer Solarzelle verbunden ist. Je nach Lichteinfall und Stromverbrauch erfolgt die Energieversorgung mit Strom, wobei der Akkumulator als Puffer dient. An hellen Tagen erfolgt eine Aufladung des Akkus, bei anderen Zeiten mit wenig Licht und vielen Regelaktivitäten wird auch Energie aus dem Akku entnommen. Berechnungen und Analysen haben ergeben, daß die Energiebilanz voraussichtlich ausgeglichen ist, so daß ein Betrieb des Thermostatventils über einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren (Lebensdauer des Akkus) gegeben sein müßte. Ein Problem stellte noch die räumliche Orientierung der Solarzelle dar, da eine Anbringung der Solarzelle von Größe und Ausrichtung an dem Thermostatventil nicht sinnvoll ist, sondern über eine Leitung ein abgesetztes Solarpanel mit räumlicher Orientierung nach außen eingesetzt wurde.

Die v. g. Arbeiten waren aufwendiger als erwartet, zumal die hardwaretechnischen Schaltungen und die Funktionfunktionalität der Software ausführlich überprüft werden mußten. Parallel wurde mit Temperaturschreibern und Schnittstellen an dem Thermostatventil die Soll- und Ist-Regelungskurven systematisch festgehalten, ausgewertet und bei der Entwicklung und Festlegung berücksichtigt. Zusammenfassen kann festgestellt werden, daß die Regelqualität erheblich besser ist als bei traditionellen thermodynamischen Thermostatventilen. Um in Heizungs-nischen und zugebauten Heizungs-bereichen eine gute Regelqualität zu erreichen wurde die Möglichkeit vorgesehen, den standardmäßig im Gehäuse des Thermostats befindlichen Temperaturfühlers durch eine kleine Leitung in einem Bereich zu positionieren, der regelungstechnisch sinnvoller ist.

Im Rahmen der Arbeiten bezüglich der Ultraschalldatenübertragung wurden umfangreiche Untersuchungen zum Fortleitungs-, Dämpfungs- und Übertragungsverhaltens von Rohrleitungen zum Ultraschall durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden systematische Untersuchungen in verschiedenen Objekten durchgeführt und über einen längeren Zeitraum beobachtet. Zu diesem Zweck wurden Testsender mit entsprechenden Ultraschallsignalen an verschiedenen Stellen angebracht und an verschiedenen Empfangsstellen wurde mit Hilfe eines Spektrumsanalysers Qualität und Regel der Signale untersucht. Hierbei wurden interessante Erfahrungen gemacht, so daß jetzt eine Abschätzung, inwieweit der Einsatz eines Ultraschalldatensystems in einer Heizungsanlage möglich oder nicht möglich ist. Ergebnis ist, daß dort, wo die Verarbeitung der Rohre nicht ordnungsgemäß erfolgte (keine Isolierung, Einbetonierung von Heizungsrohren, unterschiedliche Querschnitte etc.) den Einsatz eines Ultraschallsystems problematisch ist. In neueren alten Anlagen (50er/60er Jahre) wurden zum Teil sehr schlechte Werte erzielt. Dies gilt auch für die in den 70er/80er Jahren sanierten Heizungsanlagen nicht, bei denen gute Ultraschallwerte festgestellt wurden.

Weiter wurde noch mit verschiedenen Frequenzen der Ultraschalldatenübertragung experimentiert, wobei sich der ursprüngliche Frequenzbereich zwischen 80 und 100 KHz als am geeignetsten erwies. Sehr hohe Frequenzen bedeuten eine hohe Dämpfung. Zu niedrigere Frequenzen bedeuten eine zu langsame Informationsübertragung und eine Erhöhung der Wahrscheinlichkeit der Störung durch Fremdsignale (Pumpen, Schlaggeräusche etc.) im Audibereich (20...30 KHz)

Nach der Durchführung der Entwicklung und Erstellung einiger Prototypen erfolgte eine Kleinserienproduktion der Thermostatventile. Dabei stellte sich heraus, daß die Kleinserienverarbeitung als SMD-Platine durch viele notwendige Handarbeiten schwierig und aufwendig war als gedacht, zum anderen für die Einstellung der Resonanzfrequenzen und Filterkreise für den Empfang der Signale viele Justierungs- und Einstellarbeiten notwendig wurden. Es ließ sich nicht verhindern, daß eine Mischbestückung mit diskreten konventionellen bedrahteten Bauteilen und SMD-Bauteilen notwendig war.

Nicht gelöst werden konnte in diesem Projekt die notwendige mechanische Anpassung und Ausgestaltung des Thermostatventils. Insbesondere durch den möglichen Einsatz in öffentlichen Gebäuden wie Schulen, in denen sog. Vandalensicherheit gefordert ist, ist eine starke mechanische Ausführung der Mechanik und des Gehäuses notwendig. Diese Entwicklung eines Spezialgehäuses aus Spritzgußtechnik hätte den Rahmen des Projektes gesprengt und stellt für eine mögliche Serieneinführung Entwicklungsbedarf dar.

Der andere Entwicklungsschwerpunkt war die Entwicklung von Software für die Anwender. Bei der Durchführung dieser Entwicklungsarbeiten sind drei verschiedene Bereiche zu unterscheiden:

- Entwicklung einer Parametrierungssoftware zur Anpassung der Software an verschiedene Projekte und Aufgabenstellungen
- die Bedienoberfläche des späteren Anwenders

■ Entwicklung eines Softwaretreibers für die zentrale Aktoreinheit des Ultraschallsystems

Die Entwicklung der Software erfolgte basierend auf dem Betriebssystem 3.11, Windows 95 und Windows NT mit Hilfe von Programmierertools in der Hochsprache C. Ziel war es, daß z. B. der Projektbearbeiter oder Sachbearbeiter in einer Verwaltung bei dem späteren Einsatz des Systems keine besonderen Betriebssystemkenntnisse und keinerlei Programmierkenntnisse haben muß. Aus diesem Grund sollte ein Softwarewerkzeug entstehen, mit dem es möglich ist, eine grafische Oberflächen zu gestalten, die der spätere Anwender (Hausmeister, Pförtner) einfach und intuitiv bedienen kann. Hier konnte die INNOTECH auf umfangreiches Know-how aufgrund ihrer Spezialisierung im Bereich der Prozeßvisualisierung zurückgreifen und entwickelte ein Programm, welches universell für Raumtemperatursteuerungssysteme und Gebäudeleit-systeme eingesetzt werden kann. Neben der Gestaltung von Oberflächen war die Funktionalität eines Zweitschaltprogramms notwendig. Im Laufe des Projektes wurden Forderungen von potentiellen Anwendern geäußert, die z. B. eine Benachrichtigung des Hausmeisters, Bereitschafts- oder Servicepersonals ermöglichen, um bei Störungen in die Anlage einzugreifen. Zusätzlich werden Informationen gefordert, welche bestimmte Eingangswerte (z. B. Störungszustand Kessel, Vorlauf- und Außentemperatur, Frostschutz etc.) mit in das System einfließen sollten und durch Fernabfragen abzurufen sind, ohne daß die Anlage aufgesucht werden muß..

Hier kam der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH zugute, daß Erfahrungen im Bereich Gebäudemanagementsysteme vorlagen. Somit steht das im Rahmen des Entwicklungsprojektes entstandene System im Kontext mit anderen Anwendungen in der Hausleittechnik. Dies berücksichtigt, daß in der Zukunft im Bereich der Gebäudeautomatisierung selten Insellösungen zu finden sind, sondern daß Systeme mit verschiedenen Eigenschaften und Ankopplungsmöglichkeiten an verschiedene Komponenten und Bussysteme gefordert sind.

Am Beispiel des Heizungssystems im Gebäude der INNOTECH am Standort Gronau wurde dann das entwickelte System in der Praxis eingesetzt. Zu diesem Zweck wurden entsprechend grafische Elemente eingesetzt. Eine intuitive Bedienung des Systems ist von jedem technisch Interessierten nach kürzester Einarbeitungszeit möglich.

Im Rahmen der Projektlaufzeit kamen die Ansprüche nach Fernsteuerungssoftware und Überwachung immer stärker auf. Zum einen möchten verschiedene Verwaltungseinheiten zentral verschiedene Gebäude „managen“. Die Übertragungsmechanismen mit Internet-/Intranettechnik bieten so dann immer mehr Möglichkeiten eine leistungsfähigen und effektiven Kommunikation, mit der auch fast jeder umgehen kann, zu gewährleisten. So war es notwendig, auch die Software in dieser Richtung zu erweitern, daß eine zentrale Funktion möglich ist, mit der die verschiedenen Projekte zentral gepflegt werden können, und zum anderen Energieverbrauchswerte, Störungsübersichten etc. zentral zusammengefaßt, ausgewertet und archiviert werden.

In dem praktischen Projekt wurde in einer Gebäudeetage ca. 20 Thermostatventile installiert und von einem zentralen Punkt angesteuert. Die Anlage wurde zum Ende des

Projektbearbeitungszeitraums installiert, so daß noch keine umfangreichen Projekterfahrungen vorliegen. Es wurde aber bestätigt, daß die physikalische Funktion der drahtlos anzusteuern den Thermostatventile gegeben ist. Wie groß das tatsächlich erzielte Energiesparpotential ist, wird sich in den nächsten Monaten und Jahren herausstellen.

4. Fazit

Die prinzipielle Funktionalität des Systems wurde unter Beweis gestellt. Wurde auch der komplette Umfang, wie ursprünglich geplant, nicht erfüllt, so wird deutlich, daß die praktische Umsetzung und der Betrieb einen weiteren Entwicklungs- und Bearbeitungsaufwand notwendig machen. Insbesondere bezieht sich das auf die mechanische Gestaltung des Thermostatventils (Gehäuse). Gelingt die wirtschaftliche Verwertung für den Bereich der Software (PC-Leittechnik) der INNOTECH, so steht noch der wirtschaftliche Erfolg des Thermostatventils in Frage. Hierfür wird ein entsprechender Partner gesucht, der dieses Produkt in den Markt einführt.

Spz. texte\märz\bundesstiftung abschlussbericht

Anhang

Einzelraumtemperatursteuerung drahtlos per Ultraschall und integriertem Zweidraht Bus

Kurzbeschreibung

Das inSONIC - Thermostatventil unterscheidet sich von einem herkömmlichen elektronischen Thermostatventil hauptsächlich in der Vorgabe des Sollwertes. Während bei anderen Thermostaten der Sollwert anhand einer Schaltuhr eingestellt wird, erhält das inSONIC - Thermostatventil die Informationen per Ultraschall über die Heizungsrohrleitung. Auch hier wird der Zeitplan über eine programmierbare Uhr mit Kalender gesteuert, jedoch *zentral* für alle Thermostaten innerhalb einer Heizungsanlage. Jeder Thermostat kann dabei seinen eigenen Zeitplan unabhängig von den anderen Thermostaten erhalten, die Bedienung erfolgt über eine Prozeßvisualisierung.

Der Vorteil dieser Technologie ist, daß von zentraler Stelle die Gebäudeheizung für jeden einzelnen Raum gesteuert werden kann; eine fernbediente Einzelraumtemperatursteuerung ist realisiert. In dieses Konzept können auch externe Bussysteme integriert werden.

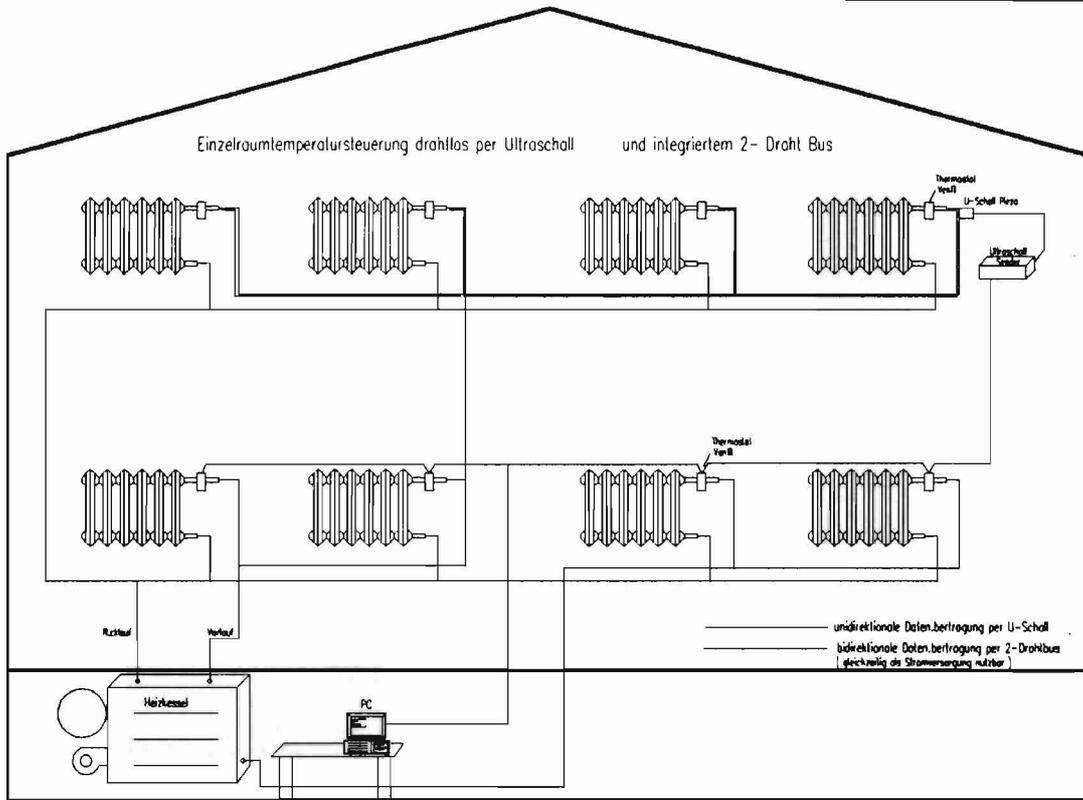
Integration von externen Bus - Systemen

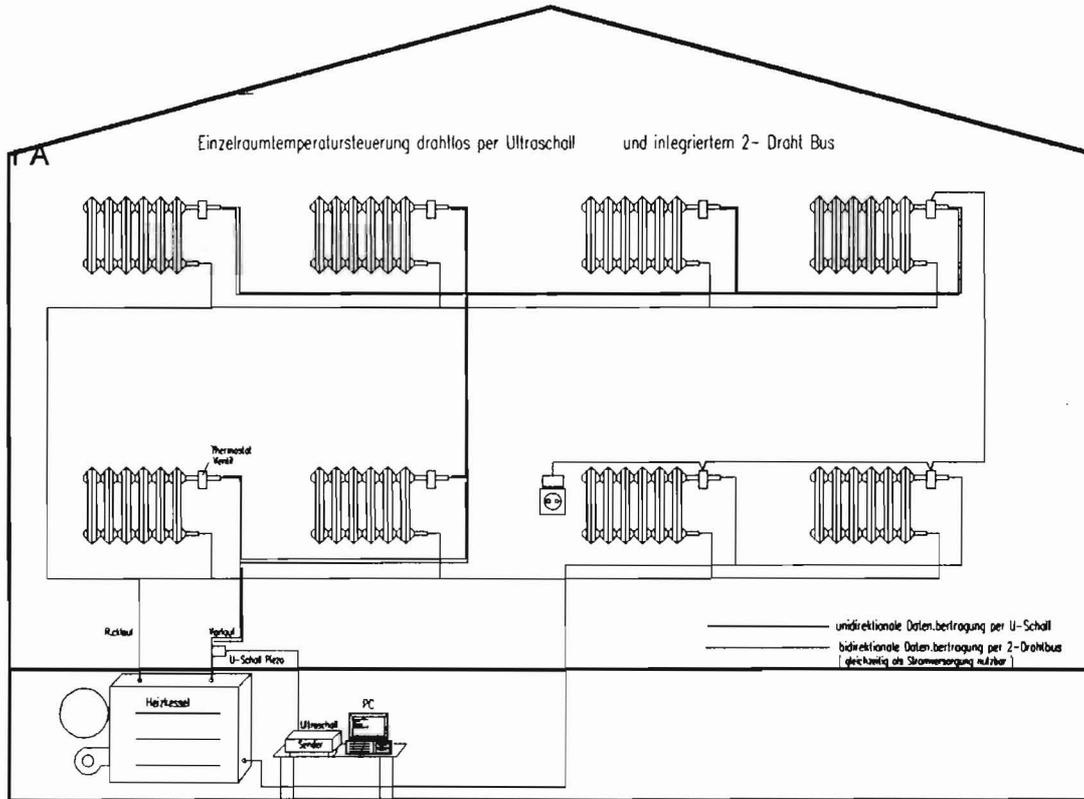
Das inSONIC Thermostatventil läßt sich in andere Bussysteme integrieren. Vorteil: Erweiterung bestehender Systeme durch eine jeweils andere Übertragungsart. In Heizungsanlagen, in welchen (aus z.B. Kostengründen) keine Kabel nachträglich verlegt werden können, bietet die drahtlose Ultraschall - Datenübertragung interessante kostengünstige Lösungen. Andererseits ist bei einer bestehenden drahtlosen Datenübertragung eine Erweiterung mit 2 - Draht Bussystemen sinnvoll, wenn relativ große Distanzen überbrückt werden sollen und ein bidirektionaler Datenfluß erforderlich ist. Die Bedienung beider Übertragungsarten ist durch die Prozeßvisualisierung harmonisierbar, auf physikalischer Ebene verbinden geeignete Schnittstellen die Datenströme.

Energieversorgung

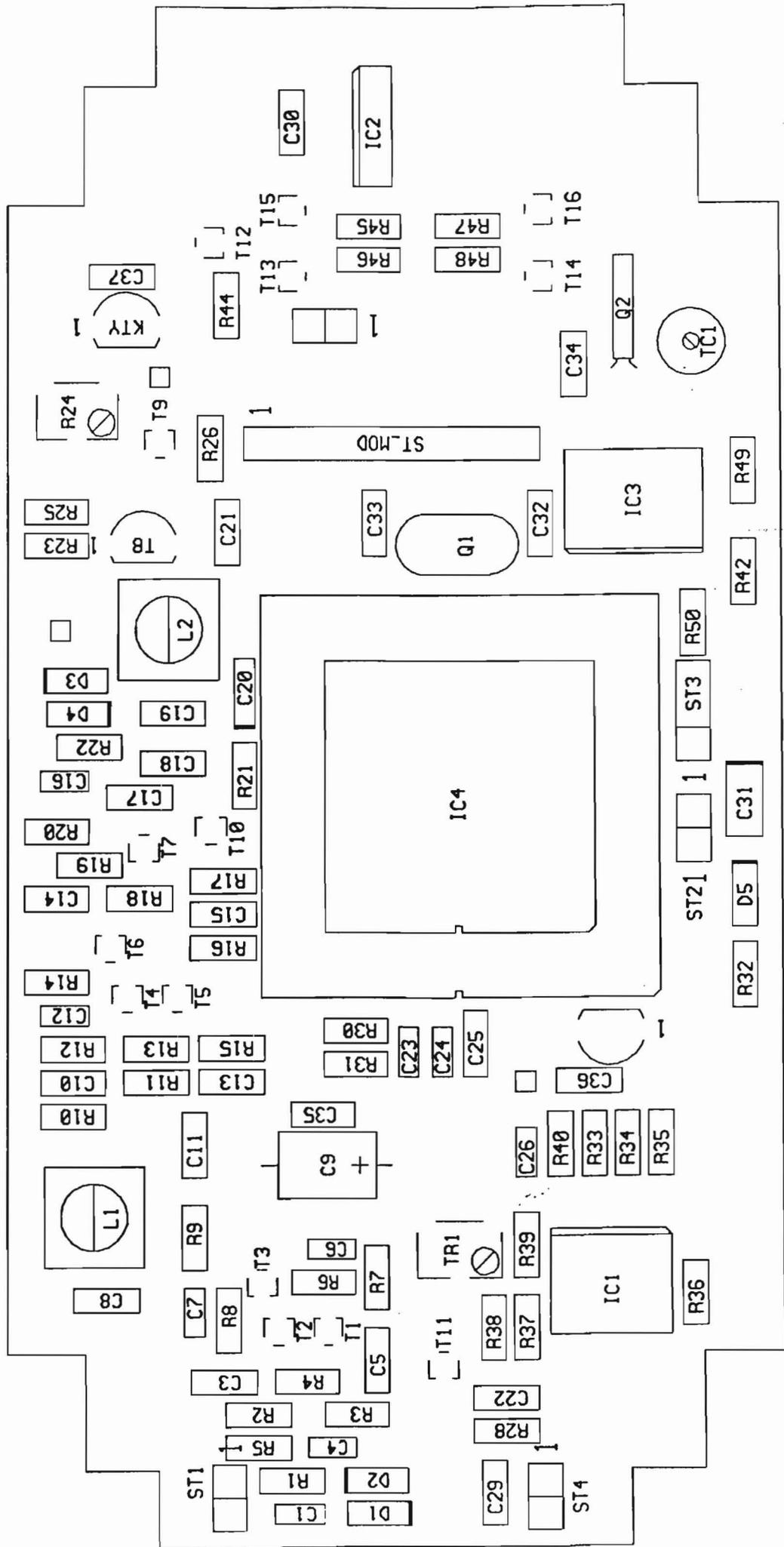
Die Versorgung der inSONIC - Thermostatventile kann wahlweise durch Primärelemente, Netzadapter, den Fremdbus oder auch über Sekundärelemente erfolgen. Letztere sind sinnvollerweise durch Solarenergie ladbar, wenn nicht vor Ort, dann über eine zentrale Ladestation.



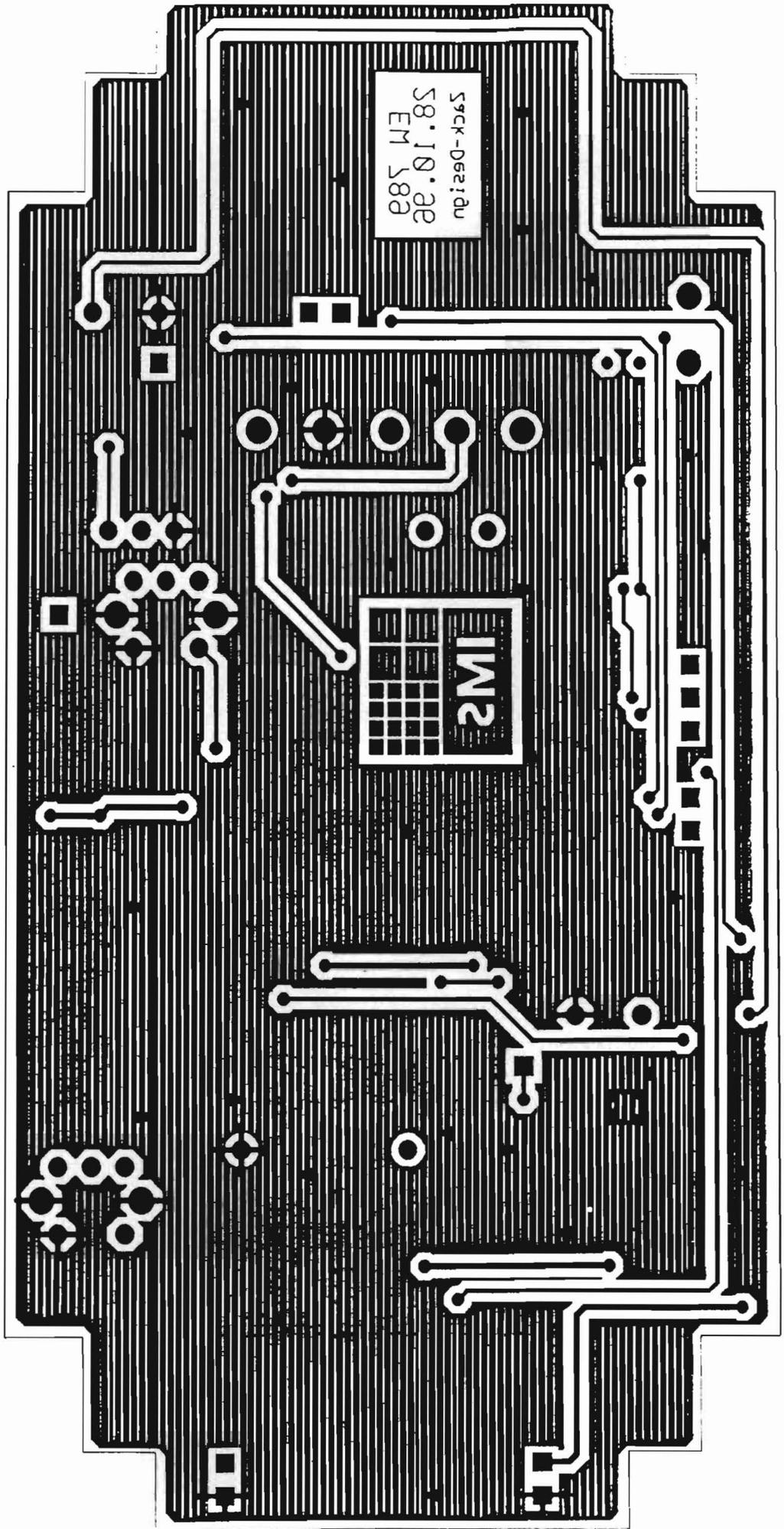




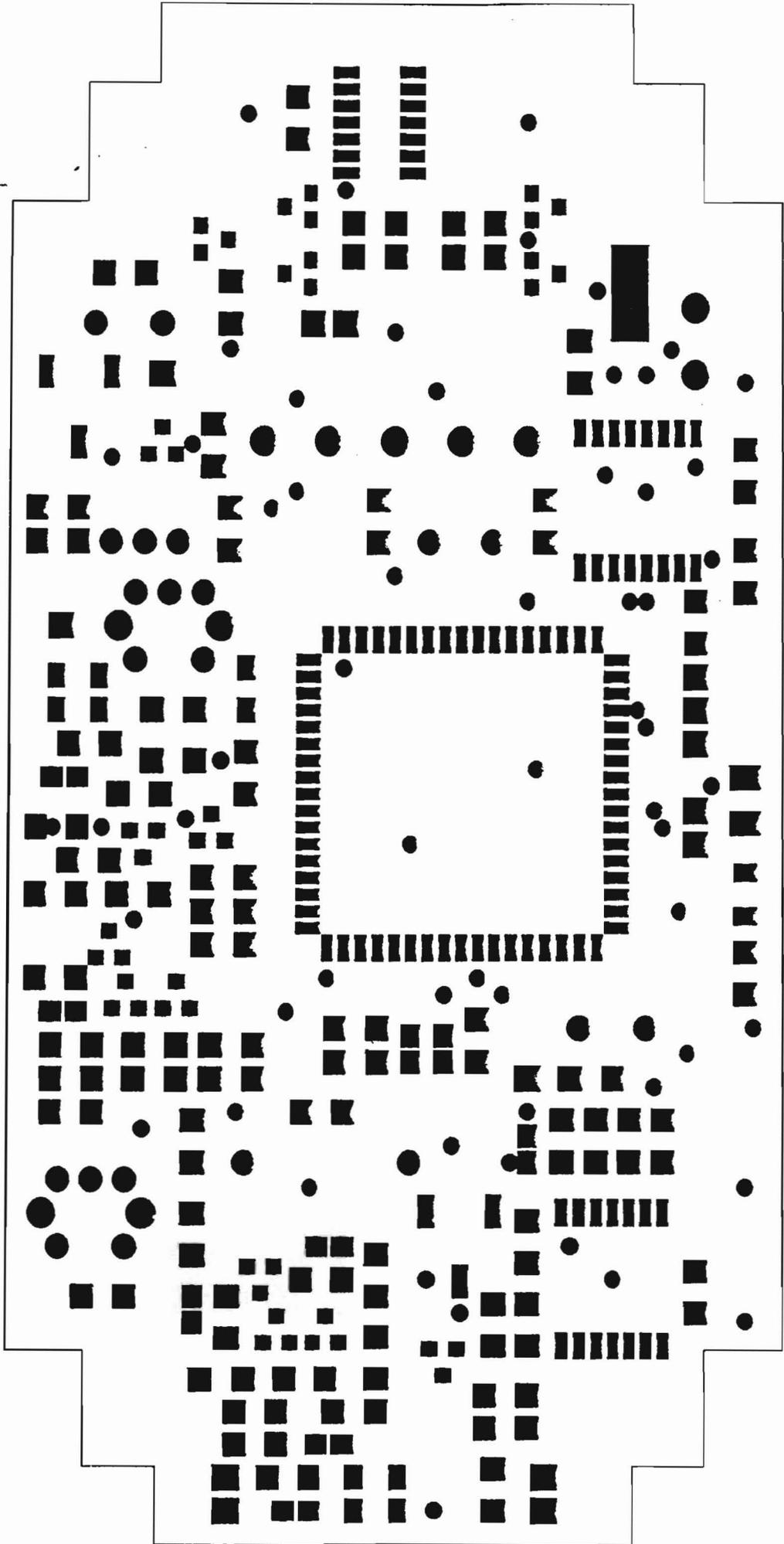
!MNOBST GER



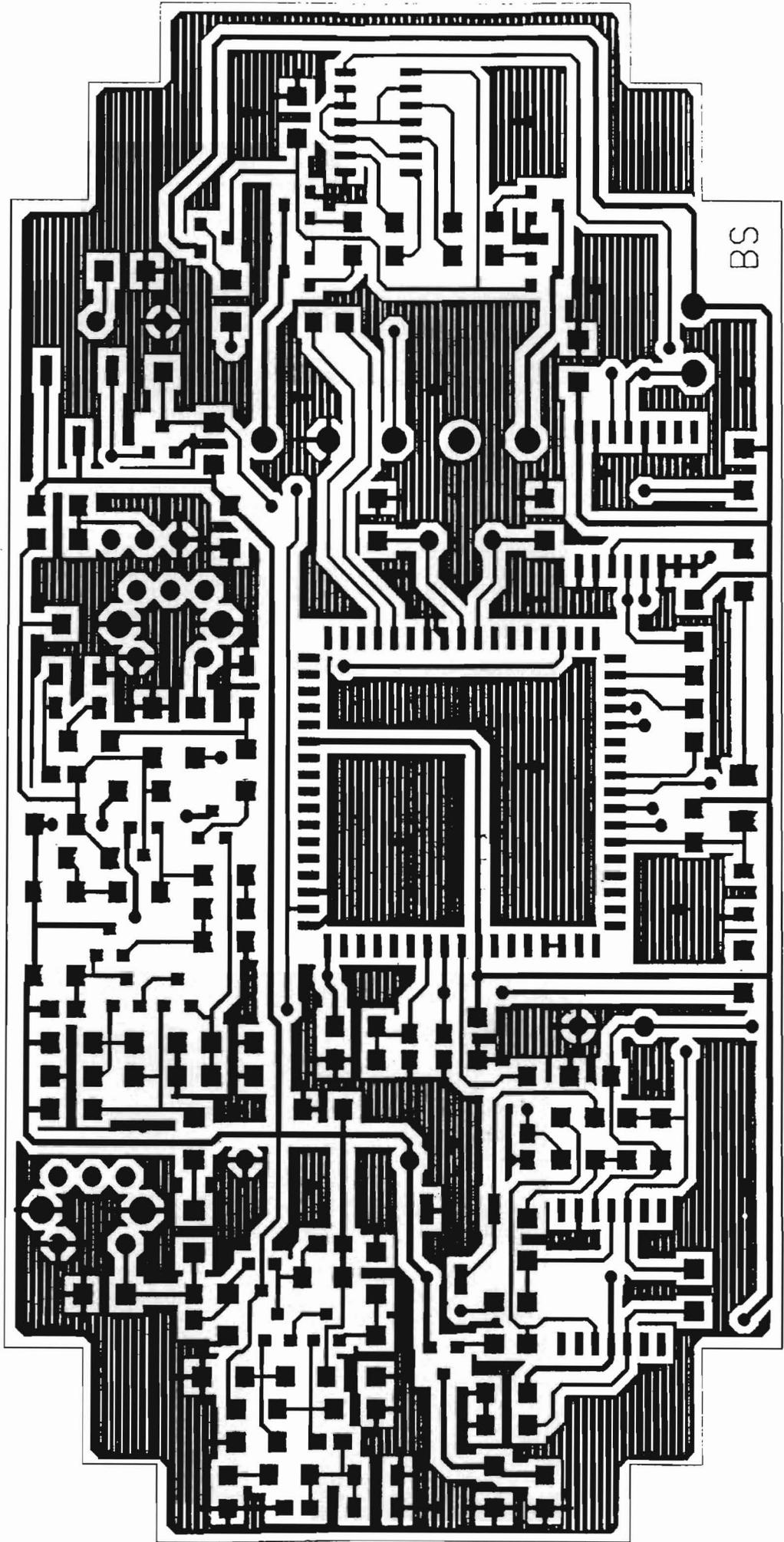
IMNO 2SLD GEN



Imno2 MTP.GER

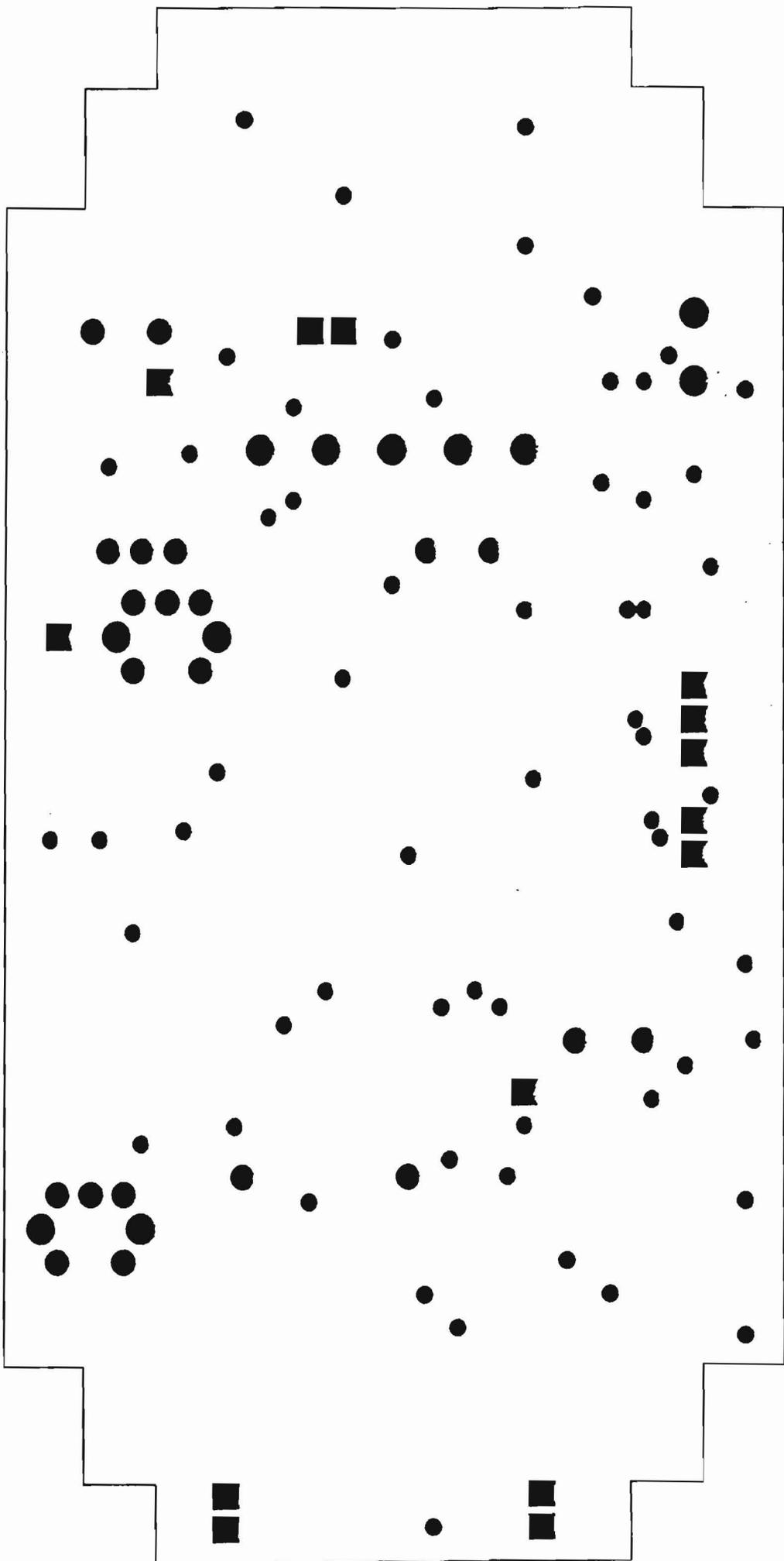


11110 2 CMP, 6CN

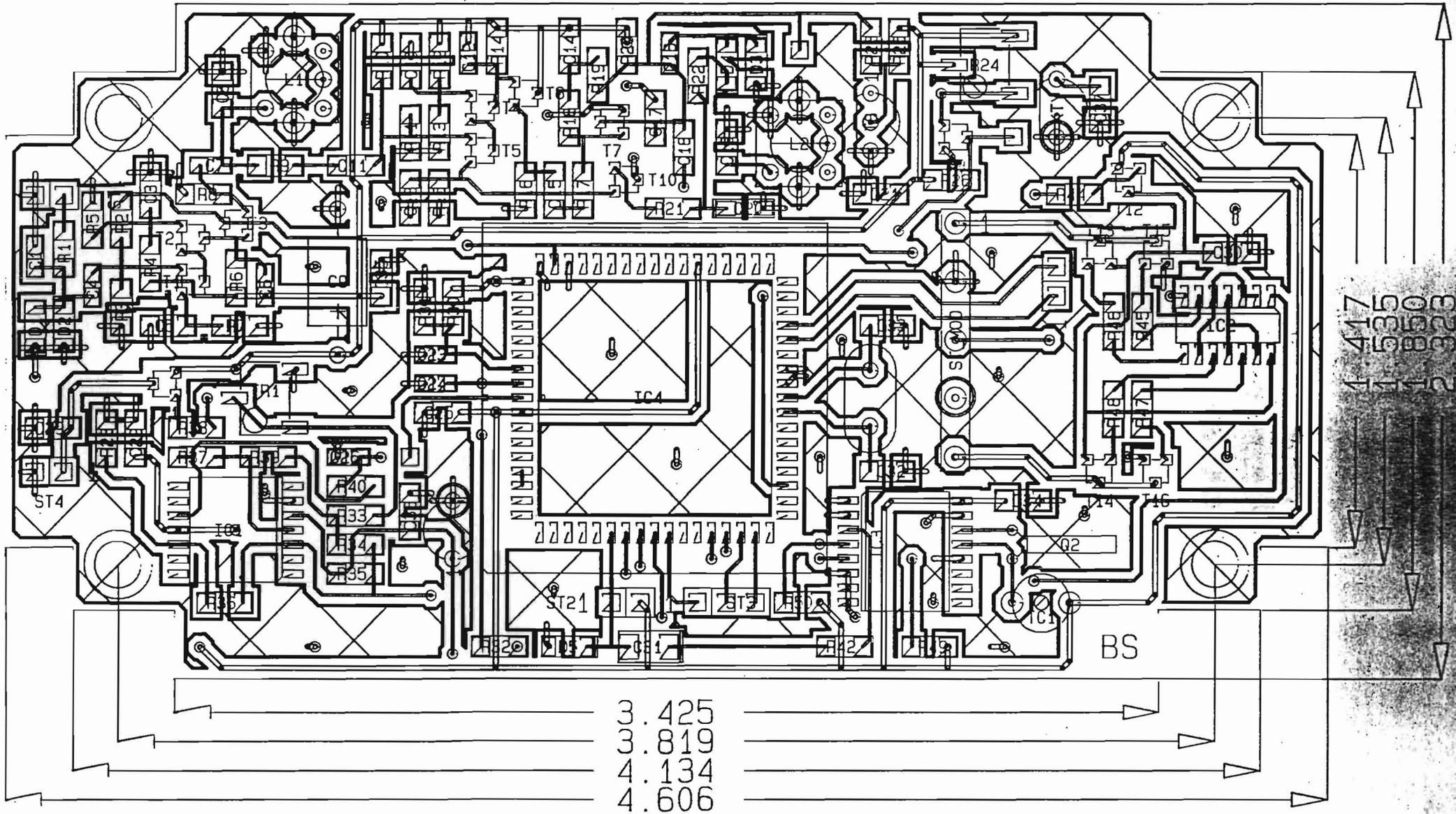


BS

Inno 2 ~~MBT~~. GER
MBT



Masse in Inch



3.425
3.819
4.134
4.606

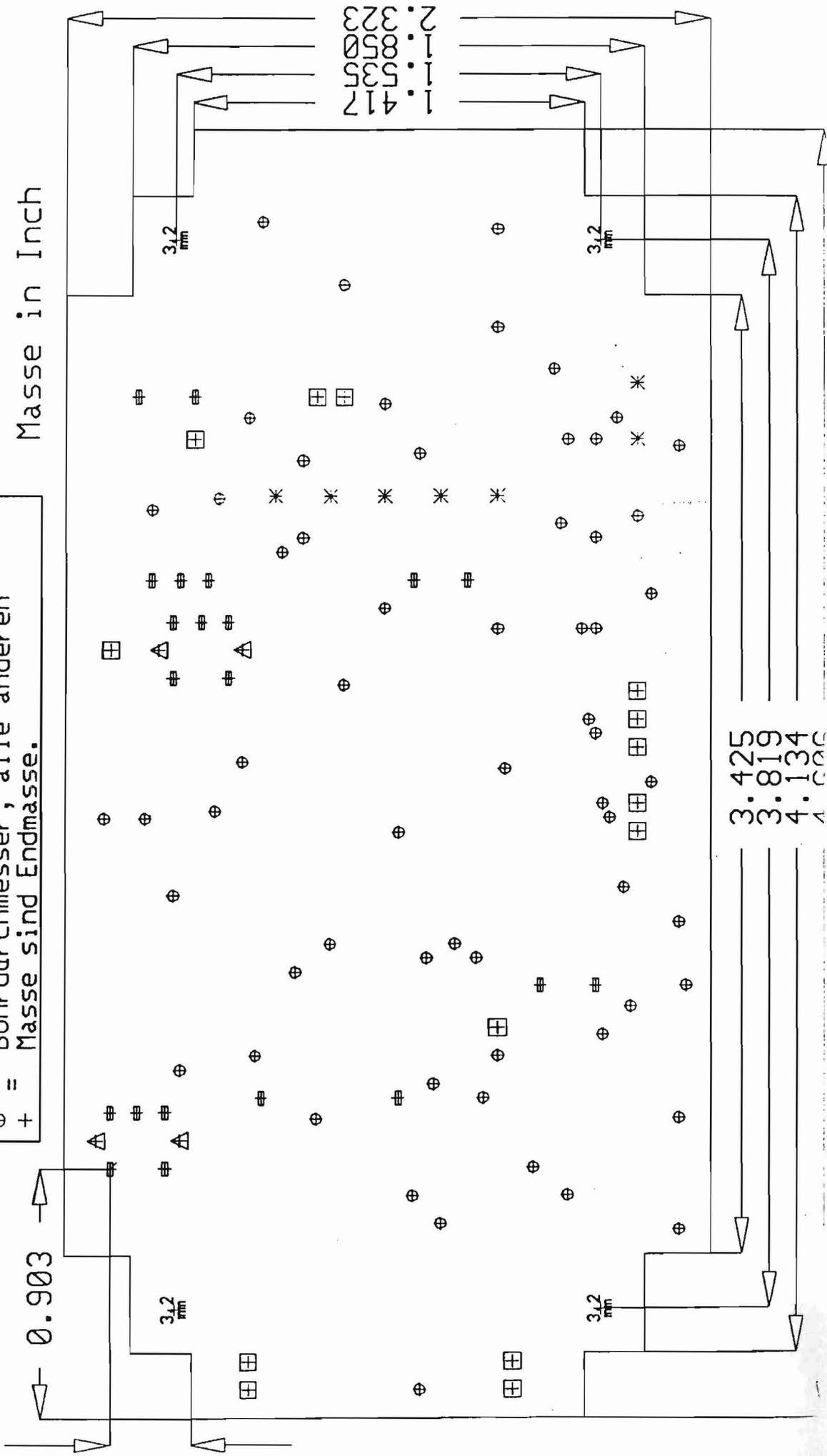
4.17
4.535
4.893
5.25

Ø. 291

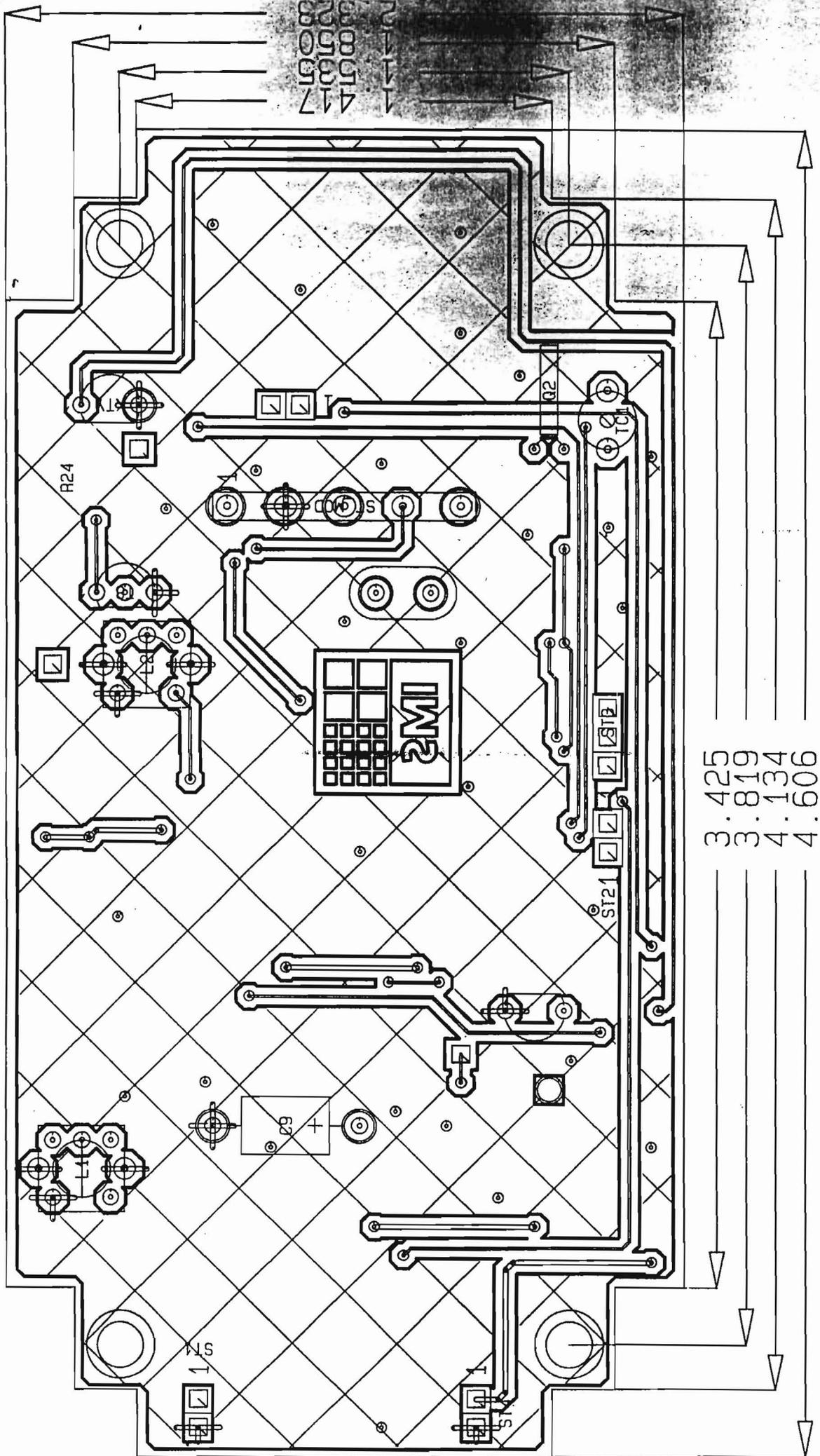
+	⊕	⊖	⊗	⊞	0.4 mm	+	0.1 mm						
⊕	⊖	⊗	⊞	⊠	0.5 mm	+	0.1 mm						
⊖	⊗	⊞	⊠	⊡	0.6 mm	+	0.1 mm						
⊗	⊞	⊠	⊡	⊢	0.7 mm	+	0.1 mm						
⊞	⊠	⊡	⊢	⊣	0.9 mm	+	0.1 mm						

⊕ = Bohrdurchmesser, alle anderen Masse sind Endmasse.

Masse in Inch



Masse in Inch



3.425
3.819
4.134
4.606

inSonic-Thermostat

1. Funktion

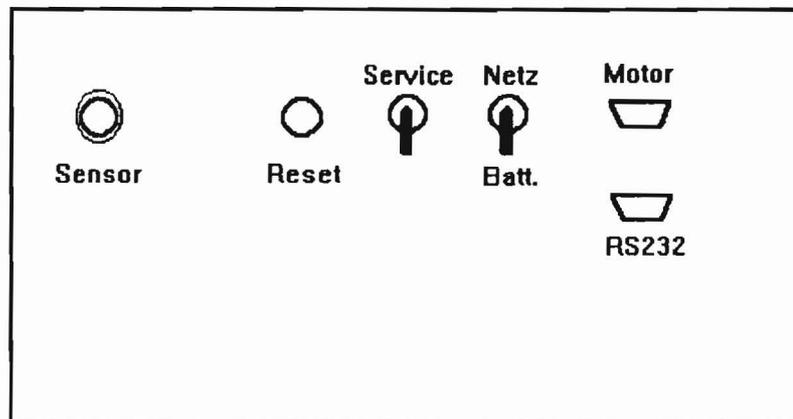
Der Thermostat wird durch eine Echtzeituhr jede Minute geweckt. Nach einer internen Stabilisierungszeit von einer Sekunde beginnt er mit seinem Programm. Wird eingangsseitig ein Ultraschallträger detectiert, geht er auf Empfang. Nachdem das empfangene Telegramm decodiert ist, bzw. es wurde kein Telegramm detectiert, wird die Raumtemperatur gemessen und das Regelungsprogramm durchlaufen. Danach wird eine neue Alarmzeit erzeugt - die nächste volle Minute - und der Thermostat geht nach Übertragung aller Thermostatparameter über die serielle Schnittstelle wieder in den Sleep-Modus.

2. Inbetriebnahme

Der Thermostat besitzt zwei Versorgungsquellen: Batteriebetrieb und Netzbetrieb. Die Versorgungsart wird durch den Netzschalter vorgewählt: Stellung unten: Batteriebetrieb, Stellung oben: Netzbetrieb, Stellung mitte: Aus.

Vor dem ersten Einschalten sollte der Service-Schalter auf 'Ein' stehen: Stellung oben. Mit Hilfe des Diagnoseprogramms 'DIAG' muß nun die interne Uhr auf die aktuelle Uhrzeit gesetzt werden. Dazu ist die Funktion 'L' = lade Uhrzeit anzuwählen. Mit Ablauf der nächsten vollen Minute wird die PC-Uhrzeit übertragen und die interne Alarmzeit auf die nächste volle Minute gesetzt. Jetzt kann der Service-Schalter auf 'Aus' = Stellung unten geschaltet werden. Mit dem Reset-Taster wird der Thermostat in den Sleep-Modus gebracht.

Mit der Diagnosefunktion 'C' = Control-Funktion kann nun die Funktion des Thermostaten beobachtet werden.



inSonic - Sender

Der insonic-Sender kann über das Testprogramm 'SENDER' betrieben werden. Vor Aufruf des Programm muß der senderseitige PC auf die Uhrzeit des Empfängers eingestellt werden. (Im Endsystem erfolgt die Zeitsynchronisierung automatisch.)

Das Programm kann ein einzelnes Telegramm, aber auch bei Dauersendung aufsteigende Zahlenfolgen übertragen. Die Startwerte werden dialoggeführt eingestellt. Die Information: auf, zu, Tagbetrieb, Nachtbetrieb, entsprechend 0,1,2,3, werden mit zwei multipliziert - Wertigkeit im Telegramm- und an den Thermostaten übertragen, d.h. im Diagnosefenster des Thermostaten erscheint hinter Info eine '4', wenn senderseitig ein Tagbetrieb = '2' eingestellt wurde. (Info-Bit Nr. 0 trägt die Information der Blockadressdecodierung.)

Um eine Zeitsynchronisierung mit dem Thermostaten zu erreichen, wird das Telegramm jeweils mit Ablauf der 45. Sekunde jeder Minute gestartet. Ein 30-Sekunden langer Ultraschallträger dient der Detectierung empfangsseitig. Danach erfolgt das eigentliche Telegramm.

Aufrufe der Programme DIAG und SENDER

Mit Aufruf der Programme kann als Parameter die verwendete Schnittstelle am PC eingestellt werden. Standardmäßig wird die Schnittstelle COM1 verwendet.

Aufruf DIAG 2 oder SENDER 2 verwendet die Schnittstelle COM2.

1. Aufgabenstellung

Das zeitgesteuerte Thermostatventil soll von einem Solarmodul mit der notwendigen Energie gespeist werden. Hierzu wird ein Akku als Zwischenspeicher verwendet.

Die benötigte Energie errechnet sich folgendermaßen:

Standby-Strom: $I_{sb} = 80 \times 10^{-3} \text{ mA}$

Aktiv-Strom: $I_{aktiv} = 17 \text{ mA}$

Motorstrom: $I_{mot} = 40 \text{ mA}$

Bei einer Intervallzeit von 5 Minuten, und einer angenommenen Heizzeit von 12 Stunden pro Tag ergeben sich 288 Intervalle pro Tag, davon 144 Intervalle innerhalb der Heizzeit.

Der Aktiv-Strom fließt jeweils 1 sec. pro Intervall, der Motorstrom fließt durchschnittlich 2 sec. (Höchstwert, normal 0,5 - 1,5 sec.) pro Intervall innerhalb der Heizzeit.

Daraus ergibt ein Energieverbrauch von:

$$Q = I_{sb} \times 24\text{h} + I_{aktiv} \times (288 \times 1 \text{ sec.} / 3600) \text{ h} + I_{mot} \times (144 \times 2 \text{ sec.} / 3600) \text{ h}$$

$$Q = 1.92 \text{ mAh} + 1.36 \text{ mAh} + 3.2 \text{ mAh}$$

$$Q = \underline{6.48 \text{ mAh}}$$

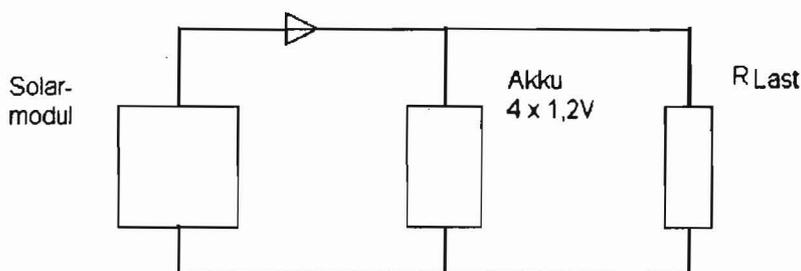
2. Versuchsaufbau

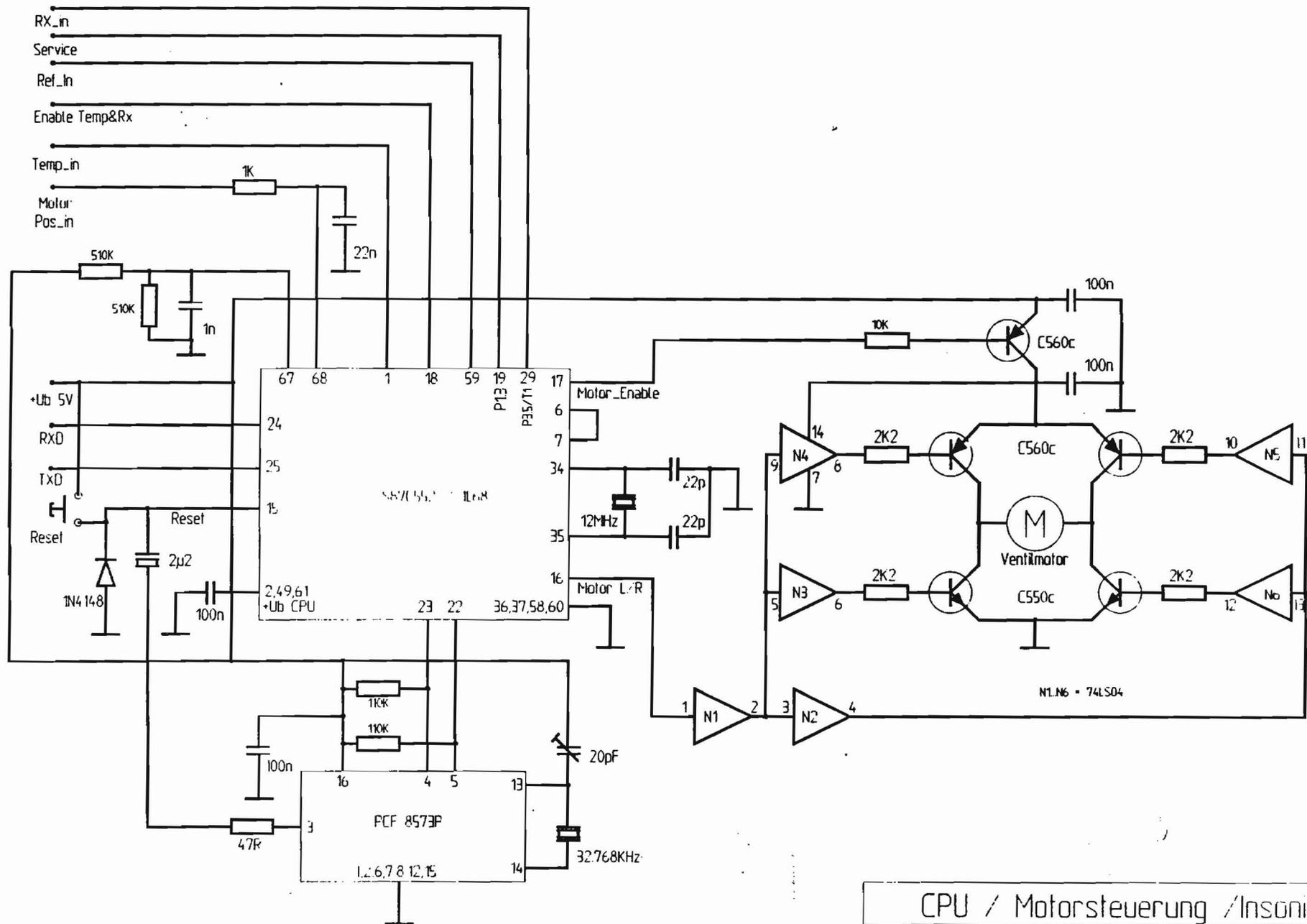
Als Solarmodul wird ein Modul der Fa. Panasonic, Sunceram 2, verwendet. Dieses Modul liefert bei voller Sonneneinstrahlung einen Nennstrom von 41,7 mA und eine Nennspannung von 6,4 V. Die Leerlaufspannung beträgt 11 V, so daß selbst bei dunklem Tageslicht (Bewölkung) ausreichend Spannungsreserven vorhanden sind.

Als Akkumulator wurden 4 aufladbare Mignonzellen der Fa. Panasonic mit einer Kapazität von je 500 mAh und einer Spannung von etwa 1,25 V (Nennspannung bei Kleinstlast) verwendet. Um den Energieverbrauch des Thermostaten zu simulieren, wurde ein Lastwiderstand von 20000 Ohm angeschlossen.

Im Versuch zeigte sich, daß schon bei normalem Tageslicht (ohne Sonneneinstrahlung) ein Lädestrom $> 1\text{mA}$ fließt, entsprechend min. 8 - 10 mAh Ladekapazität, auch an kurzen Tagen.

Das Bild zeigt den einfachen Versuchsaufbau. Auf eine Ladestrombegrenzung wurde verzichtet, da der max. Strom des Solarmoduls nicht ausreicht, um den Akku zu zerstören.





CPU / Motorsteuerung / Insonic				
Masstab:	Bearb.	Gepr.	JULteé	Ausgabe
--				1
Datum:	200295			Blatt 2 von 2

Projekt inSONIC Ultraschall-Thermostatventile

**Aufgabenverteilung für das inSONIC-Projekt
Firma INNOTECH MICROELECTRONIK GMBH
Eschenstraße 10, 48585 Neuenkirchen, Tel. 05973/63 264**

Projektabschnitte:

1. Zusammenstellung aller inSONIC Unterlagen
2. Erstellen einer Bestandsliste der vorhandenen inSONIC-Bauteile
3. Überarbeitung des Ultraschallwandlers
4. Überarbeitung des Empfangsverstärkers
5. Überarbeitung der Ultraschallsendeendstufe
6. Abändern des Reglerkonzeptes und Regelalgorithmen
7. Erstellen des Digitalteils der Thermostatventile
8. Laborgeräte erstellen und Stromverbrauch überprüfen
9. Busanbindung der Geräte
 - a) Unterlagen für die Busankopplung sammeln
 - b) Auswählen eines Bussystems
 - c) Planung und Assemblerprogramme für Busanbindung
 - d) Realisierung der Anbindung
10. Entwickeln eines Konzeptes für das PC-Programm
11. Installation der Laborgeräte in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
12. Test der Geräte (einzeln und im Zusammenhang mit anderen Geräten)
13. Treiber für die Ansprache der Geräte über das Bussystem
14. Erstellen der inVISU-Applikation für die Verarbeitung der Daten
15. Erstellung eines Gesamtsystems mit allen Komponenten in der Schule in Burgsteinfurt
16. Entwicklung einer Spannungsversorgung ohne Batterien (z.B. Solarzellen und Akkus)
17. Heizperiode 94/95
18. Auswertung der Daten der Heizperiode
 - a) Zusammenstellen der Energieverbrauchskurven und der Heizkurven
 - b) Überarbeiten der Geräte aufgrund der gesammelten Erfahrungen
 - c) EMV-Test der Geräte
19. Überarbeitung des Konzeptes für das PC-Programm
20. Entwicklung der SMD - Layouts für die inSONIC Komponenten
 - a) Erstellen der Layouts
 - b) Überarbeiten und verbessern des SMD-Layouts
 - c) EMV-Test der Geräte

21. Erstellen von Prototypen
22. Fertigstellung der inVISU-Applikation mit den Zusatzprogrammen (Lastabwurf, usw.)
23. Test der Prototypen in einem Gesamtsystem in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
24. Betriebsanleitung und Dokumentation der inSONIC-Geräte
 - a) Beschreibung des Gesamtsystems
 - b) Beschreibung des PC-Programms (inVISU-Applikation)
 - c) Beschreibung der einzelnen inSONIC Geräte außer dem PC-Programm
25. Installation der Geräte in einem zweiten Gebäude für die Heizperiode 95/96
26. Heizperiode 95/96
27. Auswertung der Daten aus der Heizperiode
28. Verbesserung des mechanischen Geräteaufbaus
29. Erstellen eines Abschlußberichtes

D - 48435 Neuenkirchen, 10. September 1994

Dipl.-Ing. Stefan Hagedorn

spz: te\in\in\sonic\aufgaben.doc

**Aufgabenplan für die
Firma INNOTECH MICROELECTRONIK GMBH
Eschenstraße 10, 48585 Neuenkirchen, Tel. 05973/63 250**

1. Zusammenstellung aller inSONIC Unterlagen
2. Erstellen einer Bestandsliste der vorhandenen inSONIC-Bauteile

9. Busanbindung der Geräte
 - a) Unterlagen für die Busankopplung sammeln
 - b) Auswählen eines Bussystems
10. Entwickeln eines Konzeptes für das PC-Programm
11. Installation der Laborgeräte in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
12. Test der Geräte (einzeln und im Zusammenhang mit anderen Geräten)
13. Treiber für die Ansprache der Geräte über das Bussystem
14. Erstellen der inVISU-Applikation für die Verarbeitung der Daten
15. Erstellung eines Gesamtsystems mit allen Komponenten in der Schule in Burgsteinfurt

17. Heizperiode 94/95

19. Überarbeitung des Konzeptes für das PC-Programm

22. Fertigstellung der inVISU-Applikation mit den Zusatzprogrammen (Lastabwurf, usw.)
23. Test der Prototypen in einem Gesamtsystem in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
24. Betriebsanleitung und Dokumentation der inSONIC-Geräte
 - a) Beschreibung des Gesamtsystems
 - b) Beschreibung des PC-Programms (inVISU-Applikation)

25. Installation der Geräte in einem zweiten Gebäude für die Heizperiode 95/96
26. Heizperiode 95/96

29. Erstellen eines Abschlußberichtes

**Aufgabenplan für die
Firma ADM-engineering GmbH
Steinmate 24, 48529 Nordhorn, Tel. 05921/721 000**

3. Überarbeitung des Ultraschallwandlers
4. Überarbeitung des Empfangsverstärkers
5. Überarbeitung der Ultraschallsendeendstufe
6. Abändern des Reglerkonzeptes und Regelalgorithmen
7. Erstellen des Digitalteils der Thermostatventile
8. Laborgeräte erstellen und Stromverbrauch überprüfen
9. Busanbindung der Geräte
 - d) Realisierung der Anbindung

11. Installation der Laborgeräte in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
12. Test der Geräte (einzeln und im Zusammenhang mit anderen Geräten)

15. Erstellung eines Gesamtsystems mit allen Komponenten in der Schule in Burgsteinfurt
16. Entwicklung einer Spannungsversorgung ohne Batterien (z.B. Solarzellen und Akkus)
17. Heizperiode 94/95
18. Auswertung der Daten der Heizperiode
 - b) Überarbeiten der Geräte aufgrund der gesammelten Erfahrungen

20. Entwicklung der SMD - Layouts für die inSONIC Komponenten
 - a) Erstellen der Layouts

23. Test der Prototypen in einem Gesamtsystem in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH
24. Betriebsanleitung und Dokumentation der inSONIC-Geräte
 - c) Beschreibung der einzelnen inSONIC Geräte außer dem PC-Programm
25. Installation der Geräte in einem zweiten Gebäude für die Heizperiode 95/96
26. Heizperiode 95/96

28. Verbesserung des mechanischen Geräteaufbaus

**Aufgabenplan für das
Fraunhofer-Institut
für Mikroelektronische
Schaltungen und Systeme
Finkenstraße 61, 47057 Duisburg, Tel. 0203/3783 0**

225

266

9. Busanbindung der Geräte
 - a) Unterlagen für die Busankopplung sammeln
 - b) Auswählen eines Bussystems
 - c) Planung und Assemblerprogramme für Busanbindung

17. Heizperiode 94/95
18. Auswertung der Daten der Heizperiode
 - a) Zusammenstellen der Energieverbrauchskurven und der Heizkurven

20. Entwicklung der SMD - Layouts für die inSONIC Komponenten
 - b) Überarbeiten und verbessern des SMD-Layouts

25. Installation der Geräte in einem zweiten Gebäude für die Heizperiode 95/96
26. Heizperiode 95/96
27. Auswertung der Daten aus der Heizperiode

29. Erstellen eines Abschlußberichtes

**Aufgaben die noch nicht vergeben sind oder
eventuell nicht durchgeführt werden müssen.**

18. Auswertung der Daten der Heizperiode
 - a) Zusammenstellen der Energieverbrauchskurven und der Heizkurven
 - c) EMV-Test der Geräte

20. Entwicklung der SMD - Layouts für die inSONIC Komponenten
 - c) EMV-Test der Geräte

Aufgabenbeschreibung der Projektabschnitte

1. Zusammenstellung aller inSONIC Unterlagen

Die Informationen werden von der Firma INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH zur Verfügung gestellt. Ein Teil der Unterlagen muß von Herrn Kinderling zurückgeholt werden. Weiterhin muß bei ehemaligen Mitarbeitern nachgefragt werden, wie die Ultraschallwandler hergestellt werden.

2. Erstellen einer Bestandsliste der vorhandenen inSONIC-Bauteile

Es soll eine Liste aller noch vorhandenen Bauteile für die Thermostatventile erstellt werden. Die noch vorhandenen Materialien für die Herstellung der Wandler werden zusammengesucht. Ein komplettes Thermostatventil wird von der Realschule in Steinfurt bereitgestellt. Die Motorantriebe, Thermostatventile, Ultraschallwandler und Informationen werden dem Hardwarehersteller zugesandt.

3. Überarbeitung des Ultraschallwandlers

Bei den Ultraschallwandlern wird der Piezzo einfach auf eine Metallplatte geklebt. Diese Platte wird dann über eine Hartgummischicht mit dem Heizungsrohr verbunden. Die mechanische Anbringung wird mit einem Kabelbinder oder einer Gewindestange, wie bei einer Antennenbefestigung, realisiert. Durch die Hartgummischicht soll eine optimale Anpassung an das Rohr ermöglicht werden. Der Piezzo wird entweder mit einem Schrumpfschlauch oder einem Kunststoffrohr mechanisch geschützt.

4. Überarbeitung des Empfangsverstärkers

Die Verstärkerschaltung muß überarbeitet werden um eine praktikablere Abgleichung des Verstärkers zu ermöglichen. Diese Überarbeitung soll zusätzlich die Funktionssicherheit erhöhen. Die Schaltung wird komplett neu gestaltet und besteht nur noch aus konventionellen Bauteilen. Die Bauelemente brauchen nicht mehr vor dem Einbau selektiert zu werden. Es ist in dieser Schaltung nur noch eine Abgleichinduktivität nötig. Alle Transistoren arbeiten dabei in ihrem Arbeitspunkt. Der Empfänger hat während des Betriebes eine Stromaufnahme von ca. 700 μ A. Der alte Verstärker lag bei ca. 200 μ A. Die Verwendung eines Operationsverstärkers scheidet wegen der extremen Kosten pro Gerät aus.

5. Überarbeitung der Ultraschallsendeendstufe

Die Ultraschallsendeendstufe wird auf der Grundlage einer Videoendstufe aufgebaut. Es sollen Spannungen von ca. 200 V erzeugt werden. Es soll noch überprüft werden, ob in der Schaltung ein 1:4 - Übertrager verwendet werden kann. Die Endstufe sollte sogar 2 Piezzos gleichzeitig betreiben können.

6. Abändern des Reglerkonzeptes und Regelalgorithmen

Der Regelalgorithmus soll verbessert werden, um die Motorbewegungen zu reduzieren. Bei dem alten Regelprogramm wurde beim Erreichen der Solltemperatur das Heizungsventil komplett, und nicht zur Aufrechterhaltung der Temperatur, auf einen Mindestwert geschlossen. Die Sollwerte werden in einem Schieberegister hinterlegt und werden von der Regelfunktion aus dem Speicher gelesen. Der auszuwählende Temperaturwert wird von der aktuellen Uhrzeit bestimmt. Bei der Programmentwicklung muß auch die Dokumentation des Programms verbessert werden.

7. Erstellen des Digitalteils der Thermostatventile

Die Prozessorschaltung und die Zeitsteuerungsschaltung werden abgeändert um den Uhrenbaustein mit einzubinden. Als Prozessor wird der Typ 80C552 verwendet. Die Temperatursollwerte sollen nur in den speziellen Empfangszeiten übertragen und im Schieberegister des Reglers abgelegt werden. Diese Empfangszeiten müssen variable sein, um geänderte Sollwerte auch während des Tages zu übertragen.

Beispiel für die Aktivierungszeiten der Empfangsschaltungen in den Ventilen

von 0.00 bis 0.10	Übertragung des Tagesplans
von 9.00 bis 9.10	Änderung der Sollwerte
von 13.00 bis 13.10	Änderung der Sollwerte
von 19.00 bis 19.10	Änderung der Sollwerte

8. Laborgeräte erstellen und Stromverbrauch überprüfen

Die Testanlage sollte aus einem Sender und mehreren Empfängern bestehen. Dabei soll der Stromverbrauch über eine längere Zeit und bei mehreren Datenübertragungen gemessen werden. Die Schaltungen sind bei diesen Geräten noch konventionell aufgebaut.

9. Busanbindung der Geräte

a) Unterlagen für die Busankopplung sammeln

Es sollen mehrere Möglichkeiten einer Busankopplung überprüft werden. Die Daten und Lösungsmöglichkeiten dieser Busanschlüsse sind in einer Auflistung mit den Vor- und Nachteilen zusammenzufassen.

b) Auswählen eines Bussystems

Anhand der oben erwähnten Liste wird ein Bussystem ausgewählt. Nach Rücksprache mit dem Hardwarehersteller der Thermostatventile ist die Lösung zu realisieren. Besonderen Wert muß dabei auf Übertragungssicherheit und Kosten pro Anschaltung gelegt werden. Optimal wäre eine Spannungsversorgung der Geräte über die Busleitungen. Als Übertragungsmedium sollten auch einfache Installationskabel verwendet werden können.

c) Planung und Assemblerprogramme für Busanbindung

Die Layouts für die Busankopplung werden entwickelt. Dabei sollte der Platzbedarf 4 bis 6 cm² nicht überschreiten. Dieses kann über Portleitungen oder der seriellen Schnittstelle des Prozessors erfolgen. Die Übertragung soll aus dem Prozessorprogramm der Geräte direkt angesprochen werden können. Die Anbindung soll entsprechend der inSONIC- Busschnittstellenbeschreibung aufgebaut sein.

Die Ansprache sollte möglichst einfach gestaltet sein und folgende Funktionen umfassen:

1. Initialisierung
2. Daten zu einem Knoten senden
3. Daten von einem Knoten lesen
4. Daten zu allen Knoten senden
5. Bus zurücksetzen
6. Buszustand abfragen (Fehlerabfrage)
7. Knotenadresse setzen
8. Baudrate setzen

Die Busparameter (Defaultwerte) sind im Eprom gespeichert und die Nutzdaten werden im RAM des Prozessors hinterlegt. Die Parameter können durch spezielle Funktionen abgeändert werden. Dadurch kann die Baudrate und die Knotenadresse vom Programm zugewiesen werden. Die inSONIC - Komponenten erhalten somit nur eine Adresse, die für die Ultraschall- und Busübertragung gültig ist, zugewiesen. Die Priorität der einzelnen Geräte ist gleich.

d) Realisierung der Anbindung

Die Busanbindung ist als ein Teil der Ultraschallkomponenten anzusehen. Bei der Realisierung ist besonders auf die Lieferzeiten der einzelnen Komponenten zu achten. Die Schaltung kann als einzelne Platine, die auf die Prozessorplatine aufgesetzt wird, oder als ein Teil des Digitalteils verwirklicht werden. Welche Variante verwendet wird hängt von dem Platzbedarf, den Einbaubedingungen der einzelnen Buskomponenten und den Störeinflüssen der anderen Ultraschallkomponenten ab. Die Busanbindung vom PC soll durch die serielle Schnittstelle oder einer PC-Einsteckkarte erfolgen.

10. Entwickeln eines Konzeptes für das PC-Programm

Das Programmkonzept soll für "inVISU für Windows" entwickelt werden. Das Programm soll eine Zeitschaltuhr in dem PC beinhalten. Abhängig von den angegebenen Uhrzeiten werden dann die Funktionen ausgeführt. Die Sollwerte für die Thermostatventile werden jedoch in einem Zeitplan hinterlegt, welcher komplett zum Ultraschallsender übertragen wird. Solange kein neuer Zeitplan übertragen wird, bleibt der momentane Plan erhalten. Dadurch müssen nur bei einer Änderung und bei einem Spannungsausfall die Werte gesendet werden.

11. Installation der Laborgeräte in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH

Die Ultraschallgeräte werden an die Heizungsanlage angebaut. Die vorhandenen Thermostatventile werden vorübergehend durch die inSONIC - Komponenten ersetzt. Es dürfen außer der Anbringung der Ultraschallwandler keine mechanischen Änderungen an der Heizungsanlage durchgeführt werden. Auf einem PC wird ein Testprogramm installiert, was die gesendeten und empfangenen Daten überprüft. Die Übertragungsfehler sollen von diesem Programm angezeigt und abgespeichert werden.

12. Test der Geräte (einzeln und im Zusammenhang mit anderen Geräten)

Es werden die Informationen von einem Ultraschallsender zu einem Ultraschallempfänger über die Heizungsanlage gesendet. Diese Datenübertragung muß möglichst oft aufgerufen werden, um die Testphase zu verkürzen. Dieser Dauertest sollte mindestens 48 Stunden (evtl. ein Wochenende) durchgeführt werden. Nach erfolgreichem Abschluß der ersten Überprüfung muß die Datensicherheit der Ultraschallstrecke ermittelt werden. Dazu werden zuerst alltägliche Störungen wie Stromausfall, Fremdgeräusche vom Heizungssystem, extreme Temperaturen, Absperren von Heizungsträngen u.s.w. erzeugt. Danach werden außergewöhnliche Beeinflussungen simuliert. Die Störungen sollten bis zu einem Datenübertragungsfehler verstärkt werden. Aus den Ergebnissen lassen sich dann sehr genau die erforderlichen Randbedingungen für eine Ultraschallverbindung bestimmen. Als letztes wird der Stromverbrauch eines batteriebetriebenen Thermostatventils bestimmt. Vor jeder Testphase sollten die Batterien ausgewechselt werden. In der ersten Phase wird der Motorantrieb besonders oft aktiviert, danach wird die Temperatur konstant gehalten und abschließend wird der Normalbetrieb realisiert. Anhand der Energieverbrauchswerte, unter Berücksichtigung der Alterung der Batterien, kann dann die Lebensdauer der Batterien berechnet werden.

13. Treiber für die Ansprache der Geräte über das Bussystem

Abhängig von der gewählten Busanbindung des PC's wird das Treiberprogramm "XT_INSO" für "inVISU für Windows" erstellt. Über diesen Treiber werden die inVISU-Daten zum Ultraschallsender übertragen. Mit der Lesefunktion können dann auch die Werte eines Ultraschallempfängers über die Busleitung verarbeitet werden. Es besteht dadurch die Möglichkeit, eine Ultraschallverbindung zwischen zwei PC's zu realisieren.

14. Erstellung der inVISU-Applikation für die Verarbeitung der Daten

Erstellen der Übersichtsbilder der einzelnen Gebäude, die mit einem inSONIC-System ausgerüstet werden sollen. Über das Treiberprogramm "XT_INSO" werden die Komponenten angesteuert. Eine Prozeßzuordnungstabelle sendet den gesamten Zeitplan in den Ultraschallsender. In der zusätzliche Task "Zeitschaltuhr" können diese Pläne erstellt und bearbeitet werden.

15. **Erstellung eines Gesamtsystems mit allen Komponenten in der Schule in Burgsteinfurt**
Die Testgeräte werden in der Realschule in Steinfurt installiert. Die Datenübertragung muß an diesem Heizungssystem nochmals überprüft werden. Danach wird ein inSONIC-Gesamtsystem (PC, Thermostatventil, Ultraschallsender und Ultraschallempfänger) aufgebaut. Der Einsatz des neuen Systems unter praktischen Bedingungen soll Aufschlüsse über die Betriebssicherheit und Effektivität der inSONIC-Geräte ergeben. Nach Beendigung dieses Versuches muß der Energieverbrauch der Thermostatventile nochmals bestimmt werden, um die berechnete Batteriebensdauer zu bestätigen. Dieser Wert ist für die weiteren Entwicklungen sehr wichtig!
16. **Entwicklung einer Spannungsversorgung ohne Batterien (z.B. Solarzellen und Akkus)**
Die im vorherigen Projektabschnitt ermittelten Energieverbrauchswerte sind entscheidend für die Verwendung von Akkus und Solarzellen zur Energieversorgung der Thermostatventile. Die Leistung der Solarzellen muß ausreichen, um den leeren Akku innerhalb von einigen Stunden (ca. 3 Stunden) vollständig aufzuladen. Weiterhin muß der Akku so dimensioniert werden, daß bei Normalbetrieb auch mehrere Tage (ca. 5 Stunden) ohne Licht überbrückt werden können. Die genauen Zeitspannen können aber jetzt noch nicht festgelegt werden.
17. **Heizperiode 94/95**
Während dieser Heizperiode sollen die ersten Erfahrungen mit dem neuen inSONIC-Komponenten gesammelt werden. Gleichzeitig sollen die Energiedaten des Gebäudes, in dem das inSONIC-System in der Heizperiode 95/96 installiert wird, ermittelt werden. Diese Daten werden zur späteren Ermittlung der Energieersparnis durch die Einzelraumtemperatursteuerung benötigt.
18. **Auswertung der Daten der Heizperiode**
a) **Zusammenstellen der Energieverbrauchskurven und der Heizkurven**
Falls in der Testphase in der Realschule in Steinfurt schon erste Energiedaten ermittelt wurden, können diese mit den schon bestehenden Gebäudedaten verglichen werden. Dieser Projektabschnitt ist jedoch sehr stark von dem Ablauf der Inbetriebnahme der Geräte abhängig.

b) **Überarbeiten der Geräte aufgrund der gesammelten Erfahrungen**
Die einzelnen inSONIC-Testkomponenten werden nochmals überarbeitet, um eventuelle Probleme zu beseitigen und um zu einem praktisch nutzbaren System zu gelangen. Dabei sollen besonders die Inbetriebnahme und die Bedienung vereinfacht werden. Gegebenenfalls muß die Betriebs-sicherheit erhöht werden.

c) **EMV-Test der Geräte**
Die Notwendigkeit dieses Projektschrittes kann erst nach der Überarbeitung der Geräte entschieden werden.
19. **Überarbeitung des Konzeptes für das PC-Programm**
Das PC - Programm ist auf die besonderen Wünsche des Anwenders abzustimmen. Dabei sollen besonders die Erfahrungen der Systembediener (Hausmeister) berücksichtigt werden.
20. **Entwicklung der SMD - Layouts für die inSONIC Komponenten**
a) **Erstellen der Layouts**
Die Layouts der überarbeiteten inSONIC-Geräte werden auf SMD-Bauteile abgeändert. Es sind dabei die Besonderheiten der SMD-Technik zu berücksichtigen. Die Verkleinerung der Leiterplatte und der Geräte sind die Hauptgründe für die Verwendung dieser Bauteile. Das neue Thermostatventil sollte dadurch mindestens so klein werden wie die Thermostatventile der Serie von 1990.

b) **Überarbeiten und verbessern des SMD-Layouts**
Die SMD-Layouts sollen vor Fertigung der ersten Prototypen von einem "SMD-Spezialisten" kontrolliert und verbessert werden. Nach Rücksprache mit dem Hardwarehersteller sollen diese Verbesserungen mit in die Entwicklung des Layouts einfließen. Danach können die ersten Geräte gefertigt werden.

c) EMV-Test der Geräte

Die Notwendigkeit dieses Projektschrittes kann erst nach den ersten Tests mit den SMD-Prototypen entschieden werden.

21. Erstellen von Prototypen

Die ersten Prototypen werden gefertigt. Nach der Bestimmung der benötigten Bauteile sollten die Lieferzeiten unbedingt berücksichtigt werden. Direkt nach ihrer Fertigstellung müssen die einzelnen Komponenten überprüft werden, um frühzeitig Fehler bei der Herstellung festzustellen. Die Geräte werden einer Qualitätskontrolle, ähnlich der Überprüfung der ersten Testgeräte, unterzogen. Die Gesamtanzahl der Prototypen ist von dem Gebäude für die Heizperiode 95/96 abhängig und muß spätestens in diesem Projektabschnitt bestimmt werden.

22. Fertigstellung der inVISU-Applikation mit den Zusatzprogrammen (Lastabwurf, usw.)

Die PC-Software wird mit dem neuesten "inVISU für Windows" aktualisiert. In der inSONIC-Applikation werden noch zusätzliche Funktionen für die Hausleittechnik implementiert. Diese Programmteile werden unabhängig von dem inSONIC-Projekt verwirklicht.

23. Test der Prototypen in einem Gesamtsystem in dem Bürogebäude der Firma INNOTECH

Die inSONIC-Geräte mit den SMD-Bauteilen werden in dem Bürogebäude installiert. Es sollen hier möglichst viele Thermostatventile angebaut werden. Die Anbindung der Geräte darf dabei keine Beschädigungen an der Heizungsanlage hervorrufen. Die Funktion der Komponenten wird als Gesamtsystem geprüft. Der Test sollte über mehrere Wochen und in verschiedenen Kombinationen der Geräte erfolgen.

24. Betriebsanleitung und Dokumentation der inSONIC-Geräte

a) Beschreibung des Gesamtsystems

In der Gesamtbeschreibung des Systems werden einige Kombinationen der inSONIC-Komponenten dargestellt. Anhand dieser Beispiele werden dabei andere Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Randbedingungen für die Anwendung dieses Systems sind in dem Dokument aufgelistet. In der Beschreibung wird ebenfalls das verwendete Bussystem und das Prinzip der Ultraschalldatenübertragung beschrieben. Diese Beschreibung muß in "Microsoft WinWord" erstellt werden.

b) Beschreibung des PC-Programms (inVISU-Applikation)

Die Beschreibung des PC-Programms besteht aus dem "inVISU für Windows" - Handbuch und einer Bedienungsanleitung der Applikation. In der Dokumentation sind alle Datenprotokolle vom PC zu den Ultraschallkomponenten dargestellt. Anhand dieser Unterlagen kann der Anwender das Ultraschallsystem bedienen und Änderungen selbständig durchführen (letzteres nur bei einer "inVISU für Windows" - Vollversion). Diese Beschreibung muß in Microsoft WinWord erstellt werden.

c) Beschreibung der einzelnen inSONIC Geräte außer dem PC-Programm

Jeder Gerätetyp erhält eine eigene Betriebsanleitung. In ihr ist die Installation, Funktionsweise, Wartung und Bedienung genau beschrieben. Es werden die möglichen Einsatzbereiche und Betriebsbedingungen aufgeführt. Im Anhang sind mögliche Fehlerursachen, Fehlerbehebung und die genauen technischen Daten aufgelistet (z.B. Lebensdauer des Akkus oder der Batterie, äußere Maße usw.). Diese Beschreibung muß in Microsoft WinWord erstellt werden.

25. Installation der Geräte in einem Gebäude für die Heizperiode 95/96

Die inSONIC-Geräte werden in dem Bürogebäude der Fraunhofer-Gesellschaft installiert. Es sollen hier alle Thermostatventile angebaut werden. Die Anbindung der Geräte darf dabei keine Beschädigungen an der Heizungsanlage hervorrufen. Die Funktion der Komponenten wird in dem Gesamtsystem geprüft. Die Geräte bleiben während der kompletten Heizperiode in Betrieb. Es sollen dabei die Auswirkungen von verschiedenen Heizplänen auf den Energieverbrauch überprüft werden. Verschiedene Tests werden über die gesamte Heizperiode hinüber durchgeführt und die Ergebnisse protokolliert.

26. Heizperiode 95/96

Während dieser Heizperiode sollen weitere Erfahrungen mit dem neuen inSONIC-Komponenten gesammelt werden. Gleichzeitig soll die Energieersparnis durch die Einzelraumtemperatursteuerung kontrolliert werden. Dazu werden die Daten aus der Heizperiode 94/95 mit den aktuellen verglichen.

27. Auswertung der Daten aus der Heizperiode

Die Protokolle der Heizperiode 95/96 werden aufbereitet und mit den Daten der Heizperiode 94/95 verglichen. Diese Ergebnisse werden entsprechend bewertet und zu einem Versuchsbericht zusammengefaßt. Dieser Bericht ist für die Beurteilung des Systems in dem Abschlußbericht des Projektes sehr wichtig. Die Heizpläne werden einzeln aufgeführt und deren Auswirkungen auf die Energiedaten und dem Wohnkomfort beurteilt.

28. Verbessern des mechanischen Geräteaufbaus

Die einzelnen inSONIC-Geräte werden nach dem Langzeitversuch in der Heizperiode 95/96 auf Schäden überprüft. Es ist dabei besonders auf die mechanischen Bauteile zu achten. Die festgestellten Schwachstellen sind zu beseitigen und gegebenenfalls müssen einige Geräteteile ersetzt werden.

29. Erstellen eines Abschlußberichtes

Auf Grundlage aller Projektprotokolle, Dokumentationen und Betriebsanleitungen wird ein Endbericht erstellt. In dieser Dokumentation ist die Funktionsweise und die Energieeinsparmöglichkeit aufzuzeigen. Es soll eine Kosten / Nutzenanalyse des Systems erstellt werden. Aufgrund dieser Ergebnisse werden dann die Anwendungsmöglichkeiten dieser Komponenten untersucht und beschrieben.

Technische Daten

Übertragungsverfahren:	modifiziertes Puls-Pausen-Modulationsverfahren.
Ultraschall-Arbeitsfrequenz:	86,3 KHz, abgestimmt auf die Übertragungsrate und optimale Reichweite.
von außen übertragbare Datenrate:	4.800 Baud
Länge des Datenwortes:	12 Bit
interne Übertragung:	17 Bit, dadurch Übertragungssicherheit Hamming-Distanz 3
parallele Übertragung:	12 Bit, max. 400 Worte/Sekunde
weitere Sicherheitsvorkehrungen:	schmalbandiger Analog-Verstärker für 86,3 KHz. Regelung der Signalspannung am Verstärkerausgang auf konstante Spannung, durch anschließenden Schwellwertschalter und Teilung der Frequenz. Unterdrückung von Störimpulsen, die kleiner als das Nutzsignal sind. Ausblenden von Störungen während Sendepausen durch Sperren des Empfängers. selektiv für 86,3 KHz
Verstärker:	
Gesamtverstärkung max.:	130 dB
Amplitudenregelung:	60 dB
Vorverstärker am Wandler:	ca. 20 dB
Versorgung:	+ 15 V, ca. 1,2 mA
Prozessor:	80C31
Taktfrequenz:	12 MHz
Länge der Übertragungsstrecke:	ca. 7 m ... 100 m, weitgehend von der Übertragungsstrecke abhängig, daher nicht genau definierbar.
Genauigkeit der Anpassungskarten:	besser 0,025% (entsprechend 12 Bit Datenwort, jedoch angepaßt an die jeweilige max. Genauigkeit der Sensoren.
Arbeitstemperaturbereich:	-25 C ... + 85 C



Energieversorgung: kann den Aufgaben angepaßt werden durch
Primär-Batterien,
Akkus,
Netzversorgung 220/110 V, 50 ... 60 Hz,
induktive Überkopplung auf bewegte
Maschinenteile,
anpaßbar an verschiedene Durchmesser,
leicht bei vorhandenen Anlagen nachrüstbar.
Maximal übertragbare Leistung: 6 W

Anwendungsgebiete

Meßwerterfassung über rotierende Maschinenteile,

Lager an Trommeln,
Drehrohröfen,
Autoklaven.

Roboter

Schienenfahrzeuge: Eisenbahnen,
Rollenbahnen,
Rutschen.

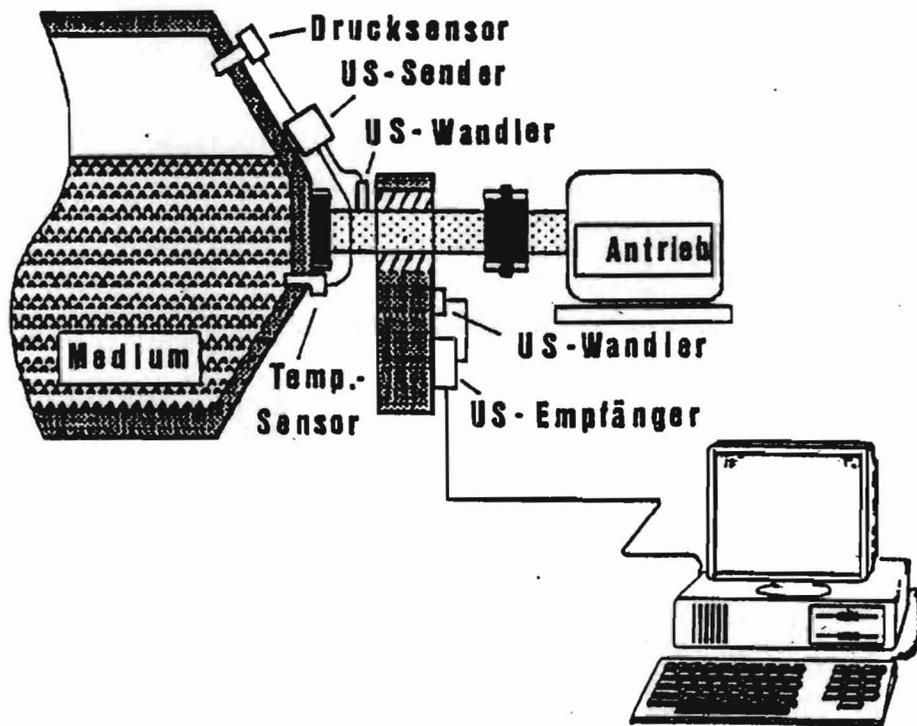
Straßenfahrzeuge: Reifendruck- und -Temperaturüberwachung

Hausleittechnik: s. gesonderte Unterlagen

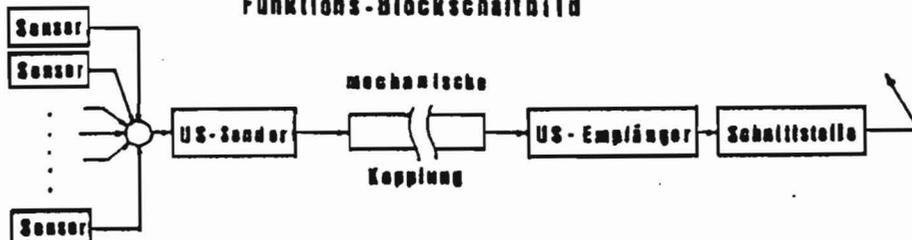




inSONIC Meßdatenerfassung



Funktions-Blockschaltbild



inSONIC

Busschnittstellenbeschreibung

1. Allgemeine Daten des inSONIC-Systems

Der PC bzw. der Ultraschallsender ist eine Masterstation in einem inSONIC-System. Die Datenübertragung erfolgt nur zu den Thermostatventilen und Empfängern hin.

maximale Stationsanzahl =	255
(Station 0 Sollwert an alle Stationen Broadcast)	
Anzahl der Übertragungszeiten =	8
Anzahl der Schaltpunkte =	16
Anzahl der Sollwerte =	16

2. Datenübertragung über den inSONIC-Bus vom PC zum Sender

Es werden die Daten für alle angeschlossenen Thermostatventile und Empfänger vom PC zum Ultraschallsender übertragen. Diese Daten bestehen aus einer Schaltzeit, einem Temperatursollwert, einer aktuellen Uhrzeit und den Datenübertragungszeiten eines Tages. Beim Zurücklesen dieser Werte kann nur der Inhalt des Sendespeichers abgefragt werden, da von den Thermostatventilen keine Rückantworten gesendet werden können. Um die Datenübertragung zu reduzieren, und den Speicherbereich des Senders möglichst klein zu gestalten, werden die Werte vom PC als 16- Bit- Zahl übertragen.

Nachdem die Daten in dem Sender hinterlegt wurden, kann der PC- ausgeschaltet werden. Die interne Uhr des Senders startet die Ultraschallübertragung selbständig. Wobei geänderte Datenübertragungszeiten erst nach einer Ultraschallübertragung nach dem alten Zeitplan gültig werden. Dadurch wird gewährleistet, daß alle Thermostatventile diese geänderten Datenübertragungszeiten empfangen haben.

3. Datenverwaltung im PC

In dem PC werden alle Daten des Systems verwaltet. Über Eingabemasken des inVISU-Programms können die Werte vom Bediener eingegeben werden. Diese Werte können dort über Disketten gesichert werden. Um die PC_Daten zum Ultraschallsender übertragen zu können, müssen sie in eine 16- Bit- Zahl umgewandelt werden. Die Umrechnung der Werte ist wie folgt.

Schaltzeitpunkt = 16 Bit-Zahl

Die Zahl gibt die Anzahl der Zeitabschnitte (2 sec) ab Mitternacht an.

$$\begin{aligned} \text{Schaltzeitpunkt} = & \text{Stunde} * 60 * 30 + \\ & \text{Minute} * 30 + \\ & \text{Sekunde} * \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Beispiel:

$$\begin{aligned} \text{Schaltzeitpunkt} &= 14:42:10 \\ &= 25.200 + 1.260 + 5 \\ &= \underline{\underline{26.465}} \end{aligned}$$

Temperatursollwert = 16 Bit-Zahl

Der Temperaturwert wird mit zwei Nachkommastellen angegeben und wird in der Prozeßzuordnung von inVISU mit dem Faktor 100 multipliziert.

Temperaturwert = 21,5 °C

der Übertragungswert = 2150

Die aktuelle Uhrzeit und die Übertragungszeiten für die Ultraschallverbindung werden wie die Schaltzeitpunkte umgewandelt.

Die Zahl gibt die Anzahl der Zeitabschnitte (2 sec) ab Mitternacht an.

$$\begin{aligned} \text{Aktuelle Uhrzeit} = & \text{Stunde} * 60 * 30 + \\ & \text{Minute} * 30 + \\ & \text{Sekunde} * \frac{1}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Übertragungszeitpunkt} = & \text{Stunde} * 60 * 30 + \\ & \text{Minute} * 30 + \\ & \text{Sekunde} * \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Datenverwaltung im Ultraschallsender

In dem Ultraschallsender werden die Schaltpunkte auf eine 8-Bit-Zahl reduziert. Die Zeitsteuerung der Übertragung erfolgt über eine interne Uhr. Diese Uhr wird bei der Übertragung vom PC mit der PC-Zeit überschrieben. Die Auswirkungen der Reduzierung wird in dem folgenden Beispiel gezeigt.

Bit-Nr.	Zeitwert		
0	2 sec.		
1	4 sec.		
2	8 sec.		
3	16 sec.		
4	32 sec.		
5	64 sec.	1,06 min.	
6	128 sec.	2,13 min.	
7	256 sec.	4,26 min.	
8	512 sec.	8,53 min.	
9	1.024 sec.	17,06 min.	
10	2.048 sec.	34,13 min.	1,42 Std.
11	4.096 sec.	68,26 min.	2,84 Std.
12	8.192 sec.	136,53 min.	5,68 Std.
13	16.384 sec.	273,06 min.	11,37 Std.

14	32.768 sec.	546,13 min	22,75 Std.	
15	65.536 sec.	1.092,26 min	45,51 Std.	1,8963 Tage

Beispiel: Schaltzeit = 9:31:22
=> ab Mitternacht = 32.400 sec. + 1.860 sec. + 22 sec.
= 34.282 sec.

Zeitwert (2sec.) = 17.141

Zeitwert binär

17.141 dez. = 42F5h = 0100 0010 1111 0101b

Zeitwert auf 8 Bits gekürzt (High-byte)

0100 0010 = 42 h = 66 dez.

Berechnung der Zeit

66 512 sec. = 33.792 sec.

=>Der Schaltpunkt wird in einer 8-Bit-Zahl gespeichert und die minimale Zeiteinteilung beträgt 8.53 min. Beim Aktivieren der Regelung in den Thermostatventilen wird der letzte "vergangene" Schaltpunkt ausgewählt.

Beispiel: 1. Schaltpunkt = 10:48:32 = 38.912 sec. = Zeitwert = 76
2. Schaltpunkt = 11:22:40 = 40.960 sec. = Zeitwert = 80

aktuelle Zeit = 11:02:31 = 39.751 sec. = Zeitwert = 77,639
=> der Sollwert vom 1. Schaltpunkt wird übernommen.

Der Temperatursollwert kann im Normalfall zwischen 0 bis 40 °C betragen. Daraus ergibt sich ein Bereich von 400 Einheiten.

=> 9 Bit werden für den Sollwert benötigt.

Es ist jedoch sinnvoll, den Wert auf 8 Bit zu reduzieren, da das LSB einem Temperaturwert von 0,2 °C entspricht. Es kann dadurch eine Solltemperatur von 0 bis 51,0 °C bestimmt werden. Die Temperaturspanne kann noch nach oben oder unten verschoben werden:

z. B.: -10 bis 41 °C.

Es ergibt sich daraus folgende Speicherbelegung für ein Thermostatventilen

1. Schalterpunkt	1. Zeitwert (8 Bit)	1. Temperatursollwert (8 Bit)
2. "	2. "	2. "
3. "	3. "	3. "
4. "	4. "	4. "
5. "	5. "	5. "
6. "	6. "	6. "
7. "	7. "	7. "
8. "	8. "	8. "
9. "	9. "	9. "
10. "	10. "	10. "
11. "	11. "	11. "
12. "	12. "	12. "
13. "	13. "	13. "
14. "	14. "	14. "
15. "	15. "	15. "
16. "	16. "	16. "
	16 Byte	16 Byte = <u>32 Byte</u>

Tabelle 1:

Es werden 32 Byte für die Sollwerte verwendet.

Um alle möglichen Werte der Thermostatventile zu speichern benötigt der Sender
 $256 * 32 \text{ Byte} = 8192 \text{ Byte}$
 an Speicherkapazität.

Die Daten können ständig vom Rechner in den Sender übertragen werden. Der PC kann danach abgeschaltet werden. Das Absenden der Ultraschalltelegramme erfolgt dann vom Sender selbstständig

Datenübertragung über die inSONIC Ultraschallübertragung

Das Datenprotokoll zu den einzelnen Thermostatventilen und Ultraschallempfängern besteht aus fünf Teilen. Das Protokoll beinhaltet das Startzeichen (STX), die Identifikationsnummer, die Daten, das Endezeichen und den Blockcheck (BCC).

Die Datenübertragung findet nur zu bestimmten Zeiten am Tag statt. Dadurch ist die Ultraschallempfangsschaltung nur zu bestimmten Zeitpunkten aktiv. Diese Zeiten werden ebenfalls in

dem Datenprotokoll zu den einzelnen Geräten übertragen. Gleichzeitig wird die Uhrzeit in den Geräten synchronisiert.

Standardmäßig werden die Empfangsschaltungen immer um Mitternacht aktiviert. Dadurch sind die Empfangszeiten in den Empfängern und Ventilen spätestens nach einem Tag wieder identisch. Bei Erstinbetriebnahme, einem Batteriewechsel oder wenn drei Tage keine Daten empfangen wurden bleibt die Empfangsschaltung bis zur nächsten Datenübertragung aktiv.

Die Ultraschallempfangsschaltung wird nach dem Empfang eines gültigen Telegramms, oder nach maximal 15 Minuten wieder abgeschaltet.

Es werden die Sollwerte für alle angeschlossenen Thermostatventile vom Rechner in den Speicher des Ultraschallsenders gelesen oder geschrieben. Diese Daten beinhalten pro Ventil und Tag 16 Schaltpunkte. Diese Schaltpunkte bestehen aus einer Schaltzeit und einem Temperatursollwert. (siehe Tabelle 1)

Es können maximal 255 Stationen angesprochen werden
Bei der Identifikationsnummer 0 werden sind alle Stationen betroffen.

Die aktuelle Uhrzeit und die nächsten Datenübertragungszeitpunkte werden nur einmal an alle Teilnehmer übertragen.

Datenverwaltung in den Thermostatventilen

Abhängig, ob die übertragene Stationsnummer im Ultraschallsignal mit der eigenen Identifikationsnummer übereinstimmt, werden die Daten in den Sollwertspeicher übernommen. Die Speicherbelegung entspricht der Belegung in den Ultraschallsendern, jedoch mit nur einem 32 Byte - Datenfeld (siehe Tabelle 1)
Weiterhin müssen zur Synchronisation der Übertragungszeiten die aktuelle PC-Zeit und die nächsten Datenübertragungszeiten abgespeichert werden.

Datenverwaltung in den Ultraschallempfänger

In den Ultraschallempfängern werden alle Daten die empfangen werden, ausgewertet (alle Stationen 0 - 255). Es befinden sich somit nach jeder Ultraschallübertragung in dem Empfänger dieselben Werte wie in dem Sender (256 * 32 Byte). Diese Werte können dann von einem PC oder einem weiteren Ultraschallsender ausgelesen werden. Die Datenübertragung erfolgt genauso wie die Übertragung zum Sender.

Abschlußbericht Vorphase

Projekt

"Kabelloses Einzelraumtemperaursteuerungssystem"

gefördert durch
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
AZ 00899
Bescheid vom 09.06.93

48485 Neuenkirchen, den 19. Oktober 1993

durchgeführt durch
INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH
Dipl.-Ing. Herbert Beesten

Inhalt:

- I. **Aufgabenstellung**
- II. **Energiebedarfsberechnung und -deckung
für ultraschallgesteuerte Thermostatventile**
- III. **Arbeits-, Zeit- und Kostenplan**
- IV. **Abgrenzung zu anderen Projekten**
- V. **Zusammenfassung**
-

I. Aufgabenstellung:

Die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH beantragte mit der Projektskizze am 03.02.92 und ihrem Antrag vom 25.02.92 das Förderungsvorhaben "Kabelloses Einzelraumtemperatursteuersystem". Im Anschluß daran erfolgte bis zum Sommer 1993 aufgrund verschiedener Rückfragen eine umfassende Projektbeschreibung mit einem entsprechenden Projektvolumen von ca. 1,6 Mio. DM und einer Projektlaufzeit von 4 Jahren.

Im Rahmen der Bewilligungsphase entwickelten sich verschiedene Fragestellungen, die zum einen durch Einlassungen der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH beantwortet werden konnten, zum anderen aber im Rahmen der jetzt genehmigten Vorphase geklärt werden sollen.

Im Rahmen der Vorphase sollten folgende Fragestellungen geklärt werden.

1. Die Erstellung eines detaillierten, unteretzten und prüffähigen, nachvollziehbaren Arbeits-, Zeit- und Kostenplanes, wobei im Sinne einer effektiven Vermarktung die Projektlaufzeit auf ca. 2 1/2 Jahre gekürzt werden sollte.
2. Darlegung der Schnittstellen zu den mit öffentlichen Mitteln erarbeiteten Ergebnissen und Abgrenzungen der Ziele.
3. Erarbeitung von unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten überzeugenden Ansätzen der Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder.

In dem folgenden Bericht wurde ausschließlich auf die o. g. Fragestellungen eingegangen. Im Mittelpunkt stand die Frage des Kosten-Nutzen-Gesichtspunktes für die Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder, da der wesentliche Kritik- und damit Schwachpunkt des Systems die Energieversorgung der Empfangs- und Stellglieder ist.

Im Rahmen der Erarbeitung der Vorphase wurde der Schwerpunkt auf diesen Gesichtspunkt gelegt, so daß dieser Aspekt im nachfolgenden als erstes beschrieben wird, da er auch wesentliche Einflüsse auf den entsprechenden Arbeits-, Zeit- und Kostenplan hat.

II. Energiebedarfsrechnung und -deckung für ultraschallgesteuerte Thermostatventile

1. Einleitung

Die bisher eingesetzten ultraschallgesteuerten Thermostatventile mit CPU und Motorventil wiesen bislang einen zu hohen Energiebedarf auf. Zudem wurden diese Thermostate sämtlich mit nicht umweltgerechten Primärelementen (Alkali - Mangan Zellen Type AA) versorgt. Eine umweltgerechte Alternative wäre die Speisung aus Sekundärelementen. Diese Akkumulatoren haben im Vgl. zu Primärelementen aber :

- a) eine wesentlich geringere Energiedichte, sowie
- b) eine erheblich ungünstigere Speichercharakteristik über die Zeit (Selbstentladung).

Sollen also Sekundärelemente eingesetzt werden, entsteht als Prämisse die maßgebliche Senkung des Energiebedarfs. Hieraus resultiert als Maßnahme die Überarbeitung resp. Neukonstruktion des Thermostatventils. Durch eine Pufferung/Ladung der Akkumulatoren durch Solarzellen ist die Selbstentladung eliminiert, sowie ein externes Nachladen der Akkumulatoren entweder überflüssig oder nur in extrem großen Zeitintervallen notwendig.

2. Vergleichsrechnung

Hier soll ein Weg aufgezeigt werden, welcher durch konstruktive Veränderungen und Erweiterungen den bisherigen Energiebedarf des Thermostatventils drastisch reduziert, ohne die Funktionalität im Wesentlichen einzuschränken. Hierzu ist aber zunächst eine Berechnung des Energiebedarfs notwendig, um Vergleiche anzustellen.

Berechnungsgrundlagen

Bestehendes System:

$$C_{\text{Standby}} = (I_{\text{CPU idle}} + I_{\text{USE}}) \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}} = I_{\text{CPUaktiv}} \times t_A \times n \times 24\text{h} + I_{\text{MOT}} \times t_A \times n \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{ges}} = C_{\text{Standby}} + C_{\text{aktiv}}$$

Neue Konstruktion

$$C_{\text{Standby}} = I_{\text{clock}} \times 24\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}(1)} = (I_{\text{CPUaktiv}} + I_{\text{MOT}}) \times t_A \times n \times 12\text{h}$$

$$C_{\text{aktiv}(2)} = C_{\text{aktiv}(1)} \times 0,25$$

$$C_{\text{DFÜ}} = t_{\text{Ü}} \times I_{\text{CPUaktiv}}$$

$$C_{\text{ges}} = C_{\text{aktiv}(1+2)} + C_{\text{DFÜ}} + C_{\text{standby}}$$

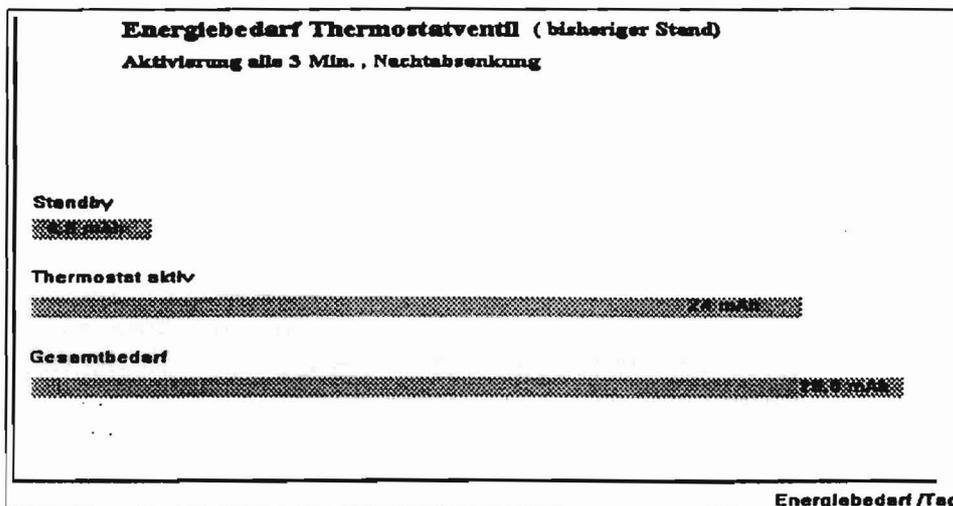
Variablenlegende :

n	: Betriebsintervall pro Stunde
I _{CPU idle}	: Stromaufnahme der CPU im Idle - Mode (50µA)
I _{CPU aktiv}	: Stromaufnahme der CPU während voller Funktion
I _{USE}	: Stromaufnahme des Ultraschallempfängers (150µA)
I _{MOT}	: Stromaufnahme des Motorventils (unter Last , U _b = 4,5V ; 20mA)
I _{clock}	: Stromaufnahme der CMOS - Echtzeituhr
t _A	: aktive Zeit (bezogen auf Baugruppe)
t _Ü	: aktive Zeit der Baugruppen während der Datenfernübertragung
C _{aktiv(1)}	: Energiebedarf Tagbetrieb
C _{aktiv(2)}	: Energiebedarf Nachtbetrieb (= 1/4 Tagbetrieb)
C _{DFÜ}	: Energiebedarf während der (täglich einmaligen) Datenübertragung
C _{Standby}	: Energiebedarf im Standby Mode pro Tag
C _{ges}	: Gesamtenergiebedarf pro Tag

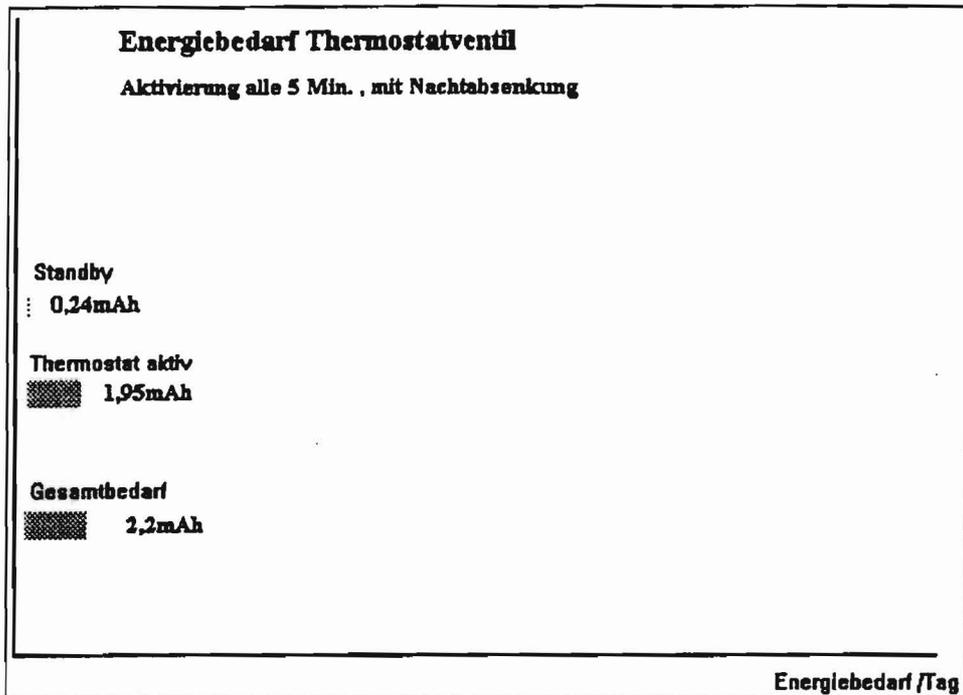
phys. Werte: (ermittelt in Labormessreihen und nach technischen Datenblättern)

I_{USE} = 150µA ; I_{CPUidle} = 50 µA ; I_{CPUaktiv} = 35 mA ; I_{clock} = 10 µA ; I_{MOT} = 20 mA ;
t_Ü = 60 sec. ; t_A alter Therm. = 4 sec. ; t_A neuer Therm. = 0,5 sec. ; n für 3 Min. = 20 ;
n für 5 Min. = 12.

Eine Balkengrafik soll die Erläuterungen unterstützen.



Im Vergleich dazu ein Balkendiagramm bezogen auf den überarbeiteten Thermostaten. Die Rahmenbedingungen sind zugunsten des Energiebedarfs geändert. ZB. Aktivierung alle 5 Minuten anstatt alle 3 Minuten, Nachtabsenkung mit red. Regelhäufigkeit. Durch einen verbesserten Regelalgorithmus sind diese Änderungen möglich. Zudem werden die Informationen bezgl. Einschaltzeiten und Temperaturwerte nur noch einmal täglich per Ultraschall übersandt. Die Berechnungsgrundlagen für beide Varianten befinden sich im Anhang.



3. konstruktive Vorschläge

Die o. günstigen Werte werden durch eine völlig neue Steuerung des Thermostatventils erreicht. Bislang wurde der Thermostat alle 3 Minuten durch ein Ultraschallsignal zu einem Regelvorgang veranlaßt. Hierzu mußte der Ultraschallempfänger (kurz USE) im Thermostaten andauernd betrieben werden. Zusätzlich stand der Mikrocontroller (fortan MC genannt) andauernd im Standby Modus. Im neuen Thermostaten wird die Steuerung von einem CMOS - Echtzeit - Uhrenschaltkreis übernommen. Der Standby - Energiebedarf beträgt durch diese Maßnahme nur 1/20 des bisherigen Wertes. Alle anderen elektrischen Komponenten können somit im sog. Sleepmodus betrieben werden, resp. sogar ganz abgeschaltet werden. Nur alle 5 Minuten weckt diese Echtzeituhr den MC und ein Temperaturmeßvorgang wird eingeleitet ; ein Nachstellen des Motorventils erfolgt nur bei Bedarf. Der gesamte Vorgang dauert bei eingeschwungenem System nur 0,5 sec., also ein Viertel der vorher benötigten Zeit. Da die Datenübertragung nur noch einmal täglich erfolgt, werden spezielle "Notprogramme" gefahren, sofern einmal eine Datenübertragung aus

physikalischen Gründen nicht stattfinden konnte. Somit ist gewährleistet, daß immer ein angenehmes Raumklima vorherrscht. Die Regelung der Raumtemperatur erfolgt "intelligent", d.h. auch bei einer außerplanmäßigen Belegung eines Raumes würde sich eine sinnvolle Temperatur einstellen.

4. Stromversorgung

Die Stromversorgung sollte grundsätzlich mit Akkumulatoren erfolgen, so kann ein kostentreibender und umweltschädlicher

Einsatz von Primärelementen weitgehend entfallen. Um Unzulänglichkeiten wie Selbstentladung und Nachladung vorzubeugen, werden die Akkumulatoren durch Solarzellen gepuffert resp. nachgeladen (ausreichende Beleuchtung vorausgesetzt z.B. Fensterplatz). Ein Dauerbetrieb ist dann über die gesamte Akkulebensdauer denkbar. Nur bei innenliegenden Heizkörpern ohne jeden Kontakt zum Außenlicht sollten ev. andere Lösungen angedacht werden (Netzversorgung, Batterien). Als sinnvolle Alternative hierzu ist die Versorgung mit extern zu ladenden Akkumulatoren anzusehen. Um von der Netzversorgung unabhängig zu sein, empfiehlt sich auch hier die Ladung der Zellen mittels Solarenergie. Die Durchführung dieser Leistungen kann durch Betriebspersonal erfolgen.

5. Vergleich der Betriebsdauer

Wenn oben aufgeführte Rahmenbedingungen zugrunde gelegt werden, ergibt sich beim alten Thermostatventil eine Batterielebensdauer von ca. 2 Monaten (Energiededarf ca. 29 mA/Tag, Kapazität der Primärzellen 1,8 Ah, Alkali Mangan Zelle Type AA). Die neue Konstruktion würde ca. nur 2,2 mA/Tag benötigen, d. h. bei gleichen Energieträgern erhielte man eine Betriebsdauer von ca. 2 Jahren (!) Bei einer Versorgung mit Akkumulatoren incl. Solarpufferung/Ladung ist der Betrieb des Thermostatventils als kontinuierlich anzusehen, nur die Lebensdauer der Akkumulatoren erzeugt ein Wartungsintervall.

Betriebsdauer altes Thermostatventil	: ca. 2 Monate (Primärelemente)
Betriebsdauer der Neukonstruktion	: kontinuierlich (solargepufferte Akkus)
oder	: ca. 5 Monate (extern geladene Akkus)
alternativ	: ca. 2 Jahre (Primärelemente wie im alten Thermostatventil)

Grundlagen:

Betriebsbedingungen wie vor aufgeführt ;

Primärelement : Alkali Mangan Zelle Duracell Type AA, C = 1,8 Ah.

Sekundärelement : Nickel Cadmium Zelle Sanyo E Serie, Type N-700AAE, C = 700 mAh ;

Entladung mit max. 0,2 C, EV = 1,0 V, Selbstentladung auf 50 % C max.

6. Berechnungen zur Energieversorgung mit Solarzellen

Wie oben ausgeführt, ist eine erhebliche Reduzierung des Energiebedarfs durch Weiterentwicklung und Modifikation des Thermostatventils möglich. In diesem Punkt wird die Deckung des Energiebedarfs dargestellt, wobei von der Verwendung eines Nickel-Cadmium Akkumulators ausgegangen wird, und einer Standardsolarzelle auf Silicium- oder Gallium-Arsenit-Basis mit einer Fläche von ca. 5 cm².

- Energiebedarf pro Tag: $WT = C_{\text{ges.}} \times UB = 2,2 \text{ mAh} \times 4,5 \text{ V} = 9,9 \text{ mAh}$
mittlere Leistung: $P_m = \frac{WT}{24h} = 0,4125 \text{ mW}$
- bei Leistungen der Solarzelle auf 8 h verteilt, bedeutet dies eine mittlere Leistung von $P_{m8h} = \frac{P_m \times 24}{8} = 1,2375 \text{ mW}$

Berechnung der notwendigen Solarfläche

bei $P_1 =$ Lichtintensität in $W/m^2 = 150 W/m^2$

$\eta_{\text{ges.}}$ = Gesamtwirkungsgrad der Energieumwandlung = $\eta_{\text{sol}} + \eta_{\text{speich}} + \eta_{\text{ausr}} + \eta_{\text{sonst}}$

wobei $\eta_{\text{sol}} = \text{typ. } 0,18$ (Umwandlungsverlust in der Solarzelle)

$\eta_{\text{speich}} = \text{typ. } 0,75$ (Verluste durch Zwischenspeichern und Regelung)

$\eta_{\text{ausr}} = \text{typ. } 0,5$ (durchschnittliche Verluste durch ungünstige Ausrichtung der Solarzelle)

$\eta_{\text{sonst}} = \text{typ. } 0,5$ (sonstige Verluste wie zeitweise Schatten, Schmutzeffekte, Lebensdauer, Beeinträchtigungen etc.)

$\eta_{\text{ges}} = 0,03375$, dies bedeutet, daß nur ca. 3,37 % der Lichtenergie für den Betrieb des Thermostatventils zur Verfügung stehen!

$$A_1 = \frac{P_{m8h}}{P_1 \times \eta_{\text{ges}}} = 2,44 \text{ cm}^2$$

$A_2 =$ (bei $P_1 = 75 W$) = 4,88 cm²
somit wird eine Fläche von $A = 5 \text{ cm}^2$ gewählt.

Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung P_1 :

$$Z_l = \frac{C \times U_b}{\eta_{\text{ges}} \times P_1 \times A}$$

$C =$ gewählte Akkukapazität von 700 mAh

Ergebnisse sind in Tabelle und Grafik in der Anlage zu ersehen.

Somit ergeben sich bei Annahme eines "Lichtintensitätsprofils" mit Strahlungsstärke von 0 bis 1000 W/m^2 nach der Formel

$$W_I = P_I \times H_I \times A \times \eta_{ges},$$

die in der beiliegenden Anlage tabellarisch berechnete Gesamtenergie von 22,25 Wh. Somit ist eine mehr als 7-fache Vollladung zu realisieren. Daraus ergibt sich, daß ein Anteil von nur 16 % für den Betrieb des eigentlichen Thermostatventils eingesetzt werden und 84 % für Selbstentladung und Reserve/Sicherheit verbleiben (siehe beiliegende Anlage). Selbst bei ca. 10 Wh erzeugter und umgesetzter Solarenergie wird durch die entsprechend geringer werdende Selbstentladung ein sicherer Betrieb erreicht (Betriebsenergie = 35 %, Selbstentladung = 50 %, Reserve ca. 15 %). Die theoretische Grenze einer ausreichenden Versorgung durch die Solarzelle wird bei ≥ 7 Wh erreicht, also ca. 1/3 der im o. g. Lichtintensitätsprofil vorgegebenen Lichtleistungen.

7. Schlußfolgerung zur Energieversorgung

In der vorliegenden Energiebedarfsberechnung wurde aufgezeigt, daß mit einer Weiterentwicklung des Thermostatventils, insbesondere durch Verwendung stromsparender Komponenten und einer optimierten Betriebsart der Energiebedarf gegenüber dem der jetzt vorliegenden Technologie um ca. 92 % von 28,8 mAh pro Tag auf ca. 2,2 mAh reduziert werden kann. Diese Werte wurden sowohl unter Berücksichtigung von Meßreihen an dem bereits vorhandenen Thermostatventil ermittelt, als auch von theoretischen Rechnungen anhand von technischen Daten und Datenblättern. Durch Einsatz eines wiederaufladbaren Akkumulators unter Verwendung einer Solarzelle wird nachgewiesen, daß es möglich ist, den Energieverbrauch und die entsprechenden Selbstentladungsverluste durch eine Solarzelle zu decken. Der Akkumulator dient vor allem als Puffer, der den zeitlich ungleichmäßig anfallenden Energiestrom durch die Solarzelle speichert und bei Bedarf an das elektronische System des Thermostatventils abgibt. Der Energie-Input durch die Solarzelle beträgt ca. 5 bis 7 Vollladungen des Akkumulators, wobei der Hersteller als Lebensdauer ca. 1000 Zyklen (Ladung und Entladung) angibt. Somit ist über einen sehr langen Zeitraum ein Auswechseln der Akkumulatoren nicht notwendig, so daß im Normalfall ein Zeitraum von über 10 Jahren angesetzt werden kann.

Neben dem Nachweis der technischen Realisierbarkeit hat das vorgeschlagene Verfahren den Vorteil, daß sich diese Technologien auf der Basis des vorhandenen Systems weiterentwickeln lassen und keine grundlegende Neuentwicklung notwendig machen. Somit sind bei der späteren Serienfertigung keine wesentlichen Mehrkosten zu erwarten.

Anlagen

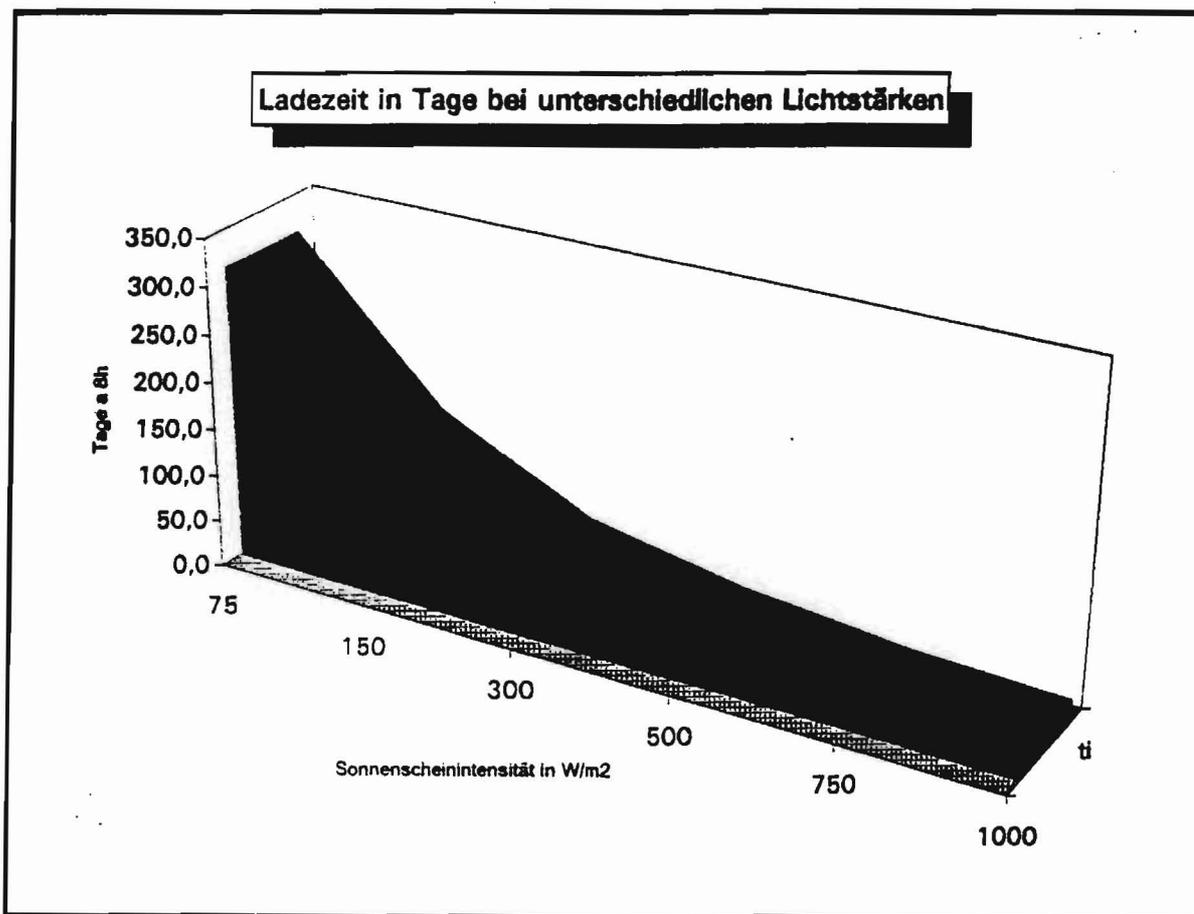
Berechnung der möglich zu speichernden Energie pro Anno

Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung für eine Vollladung

Datenblätter der zu verwendenden Nickel-Cadmium-Akkumulatoren

Berechnung der notwendigen Ladezeit in Abhängigkeit von der Einstrahlung für eine Vollladung

PI	C	Ub	n ges	A	ti	ti
W/m ²	mAh	V		cm ²	h	Tag=8h
75	700	4,5	0,03375	5	2489	311,1
150	700	4,5	0,03375	5	1244	155,6
300	700	4,5	0,03375	5	622	77,8
500	700	4,5	0,03375	5	373	46,7
750	700	4,5	0,03375	5	249	31,1
1000	700	4,5	0,03375	5	187	23,3

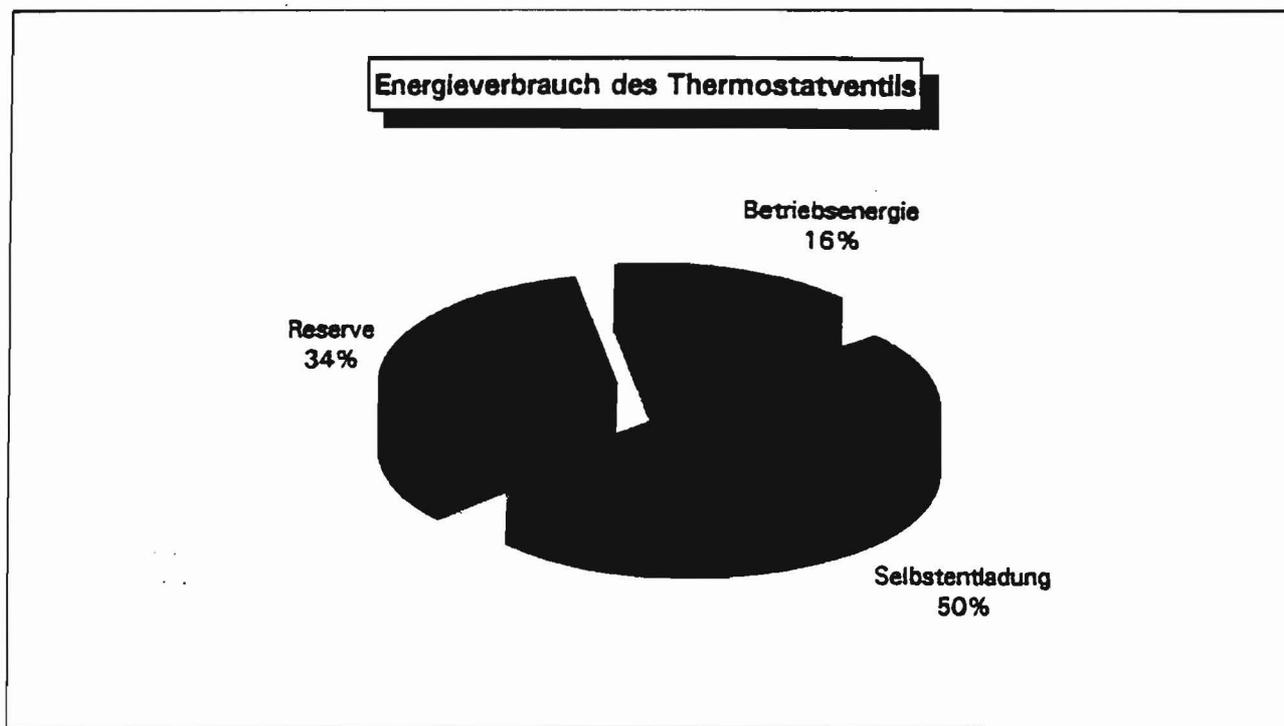


Berechnung der möglichen zuspichernden Energie p.a.:

PI	n ges	A	ti	W
w/m2		cm2	h	VAh
0	0,03375	5	3500	0,00
75	0,03375	5	1900	2,40
150	0,03375	5	1500	3,80
300	0,03375	5	870	4,40
500	0,03375	5	450	3,80
750	0,03375	5	300	3,80
1000	0,03375	5	240	4,05
Gesamt			8760	22,25

Eine Akku-Vollladung entspricht in VAh	3,15
somit ergeben sich insgesamt Anzahl Vollladungen p.a.	7,08

Anteil der erforderlichen Energien:	VAh	%-Anteil
Betriebsenergie	3,56	16%
Selbstentladung	11,12	50%
Reserve (Gesamtladung - Selbstentl. - Betriebsenergie)	7,56	34%



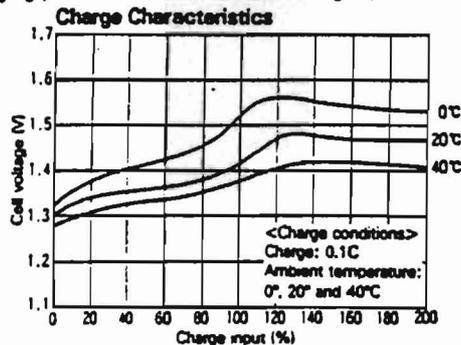


(General Characteristics of CADNICA Batteries)

■ Charge characteristics

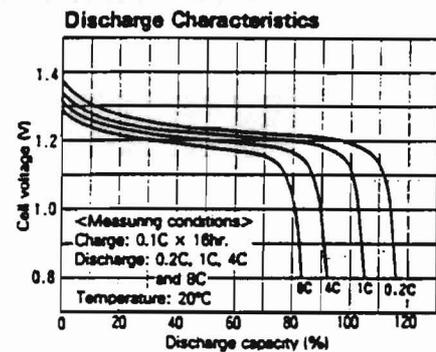
During charging, the cell voltage of CADNICA batteries increases as charging proceeds. It then decreases slightly in the final stage due to heat generation within the cell, eventually reaching an equilibrium.

The cell voltage also varies widely according to the ambient temperature.



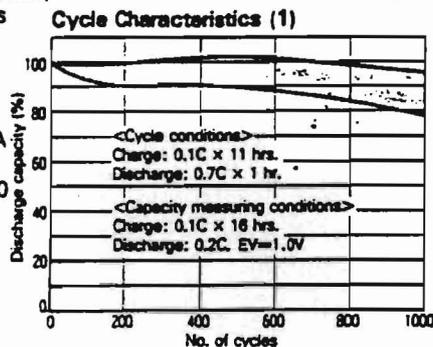
■ Discharge characteristics

Although the operating voltage of CADNICA batteries varies slightly depending on the discharge current, it is maintained at approximately 1.2V for 90% of the discharge period.



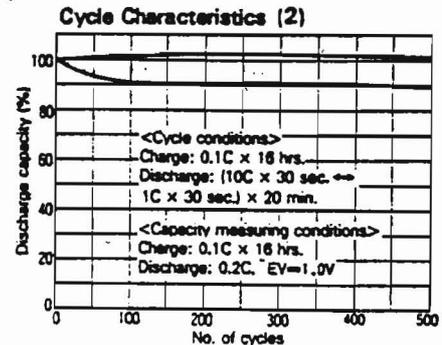
■ Cycle characteristics (1)

It is difficult to correctly measure the service life of a battery since this depends on the conditions of use. However, under normal usage conditions, standard CADNICA batteries can withstand over 500 charge/discharge cycles.



■ Cycle characteristics (2)

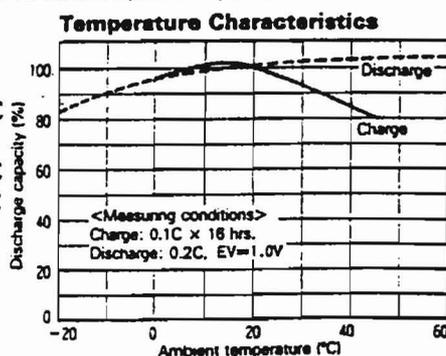
CADNICA batteries can be expected to provide a long service life of over 500 cycles, even under high-rate pulse discharge conditions, similar to actual use conditions of radio control units, power tools, etc.



■ Temperature characteristics

Any CADNICA batteries can be used over an exceptionally wide temperature range. As cell characteristics vary slightly depending on the temperature, use within the temperature range given below in order to obtain optimum performance.

- Charge: 0° - +45°C
- Discharge: -20° - +60°C
- Storage: -30° - +50°C (-30 - +35°C for long periods)

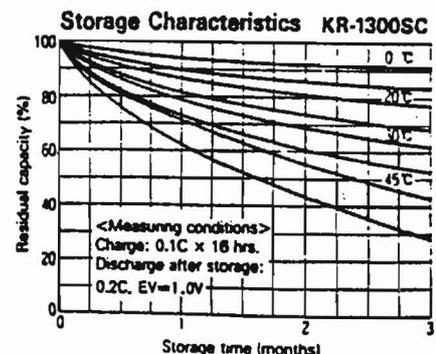


- Although the above figure shows the relationship between the cell capacity and temperature, the difference in capacity due to temperature change is temporary, and the original performance is restored when the temperature returns to normal.

■ Storage characteristics

The cell voltage and capacity of ordinary dry batteries are usually reduced after storage. With Sanyo CADNICA batteries, self-discharge accelerates as the temperature increases. The cell capacity which has been decreased through discharging during storage can easily be restored to its original level by charging.

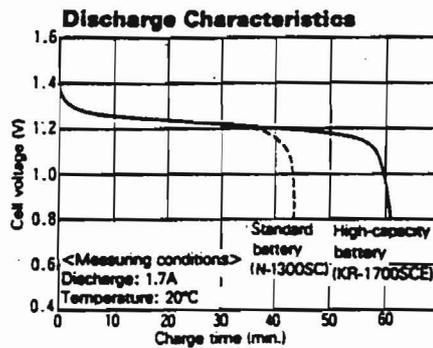
This means that CADNICA batteries will never become unusable due to the effects of long-term storage.



(Characteristics of Special Purpose Batteries)

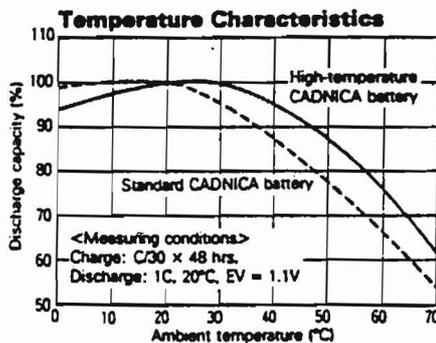
■ High-capacity CADNICA batteries (E Series)

High-capacity CADNICA batteries feature a capacity almost 40% higher than conventional CADNICA batteries, thanks to the use of high-density electrode plates and a new design concept. This results in more energy density compared to batteries of the same size.



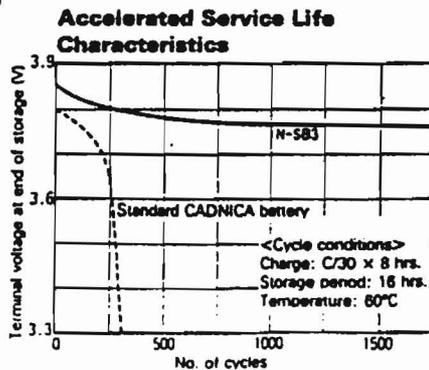
■ High-temperature CADNICA batteries for trickle charge use (H Series)

With considerably improved trickle-charge characteristics at high temperatures, high-temperature CADNICA batteries feature superior charge efficiency and discharge capacity, in addition to an impressively increased service life.



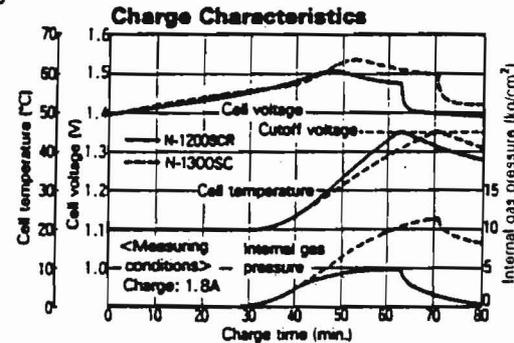
■ Memory-Backup CADNICA Batteries (S Series)

Extending the operating temperature range up to 80°C, memory-backup CADNICA batteries are designed to perform faithfully for long periods of time. Guaranteed service life has been increased to five years (SB Series), and expected service life to 10 years.



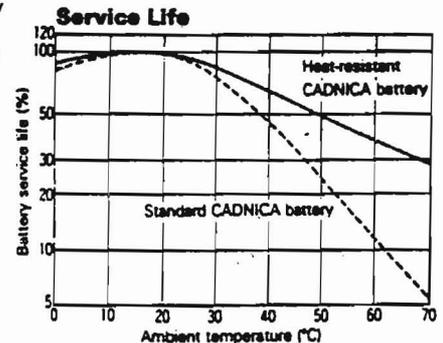
■ Fast-charge CADNICA batteries (R Series)

Fast-charge CADNICA batteries can be charged in just one hour. Because the charger employs a temperature sensor to detect the temperature increase that occurs after the battery has been fully charged, these CADNICA batteries have significantly improved gas recombination in comparison with conventional CADNICA batteries. Moreover, the sharp cell temperature rise makes detection simple.

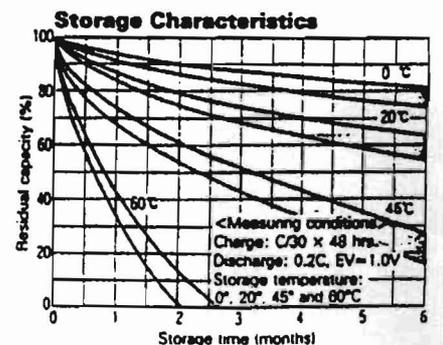


■ Heat-resistant CADNICA batteries for cycle use (K Series)

Heat-resistant CADNICA batteries are specially designed for superior durability under the severe conditions of fast charging (three-hour rate charge without any limitation) at temperatures as high as 70°C.



In comparison with conventional CADNICA batteries, memory-backup CADNICA batteries feature minimal self-discharge during storage, thus enabling memory retention over long periods of time. (This becomes clear when the characteristics of memory-backup CADNICA batteries are compared with those of conventional CADNICA batteries shown on page 5.)





(Ratings of CADNICA Batteries)

■ General-use CADNICA batteries (Standard Series)

Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Quick charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	N-50AAA	1.2	50	55	5	15	4~6	55.0	10.5 _{-0.5}	16.0 _{-0.1}	3.5	
	N-110AA	1.2	110	120	11	33		30.0	14.5 _{-0.5}	17.0 _{-0.1}	8	
	N-120TA	1.2	120	130	12	36		34.0	7.8 _{-0.5}	42.5 _{-0.1}	7	
	N-150N	1.2	160	170	15	45		27.0	12.0 _{-0.5}	29.5 _{-0.1}	9	
	N-200AAA	1.2	200	220	20	60		21.0	10.5 _{-0.5}	44.5 _{-0.1}	10	
	N-200A	1.2	200	225	20	60		20.0	17.0 _{-0.5}	17.0 _{-0.1}	11	
	N-270AA	1.2	270	305	27	81		15.0	14.5 _{-0.5}	30.0 _{-0.1}	14	
	N-500A	1.2	500	525	50	150		9.0	17.0 _{-0.5}	28.0 _{-0.1}	20	
	N-600AA	1.2	600	650	60	180		12.0	14.2 _{-0.5}	50.0 _{-0.1}	24	
	N-650SC	1.2	650	700	65	—		6.0	23.0 _{-0.1}	26.0 _{-0.1}	29	
	N-1000SC	1.2	1000	1100	100	—		4.8	23.0 _{-0.1}	34.0 _{-0.1}	42	
	N-1100C	1.2	1100	1200	110	—		4.6	26.0 _{-0.1}	30.0 _{-0.1}	44	
	N-1300SC	1.2	1300	1450	130	—		4.2	23.0 _{-0.1}	43.0 _{-0.1}	50	
	N-1800C	1.2	1800	2100	180	—		4.1	26.0 _{-0.1}	50.0 _{-0.1}	80	
	N-4000D	1.2	4000	4600	400	—		3.3	34.0 _{-0.1}	61.0 _{-0.1}	160	
	N-6PT	7.2	120	130	12	24		7~8	210.0	17.0(W) X 26.0(L) X 48.5(H)		42

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard), 10°~45°C (quick); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)
 Note: Consult Sanyo concerning operating conditions for quick charging of N-650SC or higher models.

■ Standard CADNICA batteries (KR Series)

Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	KR-1300SC	1.2	1300	1450	100	14~16	6.0	23.0 _{-0.1}	43.0 _{-0.1}	48
	KR-2000C	1.2	2000	2200	200		5.2	26.0 _{-0.1}	50.0 _{-0.1}	75
	KR-2800D	1.2	2800	3200	280		4.5	34.0 _{-0.1}	44.0 _{-0.1}	110
	KR-4400D	1.2	4400	4800	440		3.8	34.0 _{-0.1}	61.0 _{-0.1}	150
	KR-7000F	1.2	7000	7500	700		3.4	34.0 _{-0.1}	91.0 _{-0.1}	230
	KR-10000M	1.2	10000	12000	1000		2.6	43.0 _{-0.1}	91.0 _{-0.1}	400
	KR-20000M	1.2	20000	24000	2000		2.5	43.0 _{-0.1}	146.0 _{-0.1}	660

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)

Note: When using assembled batteries consisting of KR-4400D or higher model batteries, consideration must be given to the problem of cell temperature increase. Sanyo can provide assembled batteries that meet your specific conditions of use.

■ High-capacity CADNICA batteries (E Series)

Type	Model	Nominal voltage (V)	Capacity (mAh) at 0.2C rate		Standard charge		Internal resistance (mΩ)	External dimensions (including tube)		Weight (approx. g)
			Minimum	Typical	Current (mA)	Time (hr.)		Diameter (D) (mm)	Height (H) (mm)	
	N-225AE	1.2	225	245	23	14~16	20.0	17.0 _{-0.1}	17.0 _{-0.1}	12
	N-600AE	1.2	580	630	60		8.5	17.0 _{-0.1}	28.0 _{-0.1}	22
	N-700AAE	1.2	700	770	70		11.0	14.2 _{-0.5}	50.0 _{-0.1}	27
	KR-1000AE(L)	1.2	950	1050	100		8.0	17.0 _{-0.1}	43.0 _{-0.1}	31
	KR-1200AE	1.2	1200	1300	120		7.6	17.0 _{-0.1}	50.0 _{-0.1}	34
	KR-1700AE	1.2	1700	1850	170		7.0	17.0 _{-0.1}	67.0 _{-0.1}	45
	KR-1700SCE	1.2	1700	1850	170		5.5	23.0 _{-0.1}	43.0 _{-0.1}	53
	KR-2000SCE	1.2	2000	2200	200		5.5	23.0 _{-0.1}	50.0 _{-0.1}	63
	KR-2400CE	1.2	2400	2650	240		5.0	26.0 _{-0.1}	50.0 _{-0.1}	76
	KR-5000DE	1.2	5000	5400	500		3.5	34.0 _{-0.1}	61.0 _{-0.1}	155

Operating temperature range: Charge: 0°~45°C (standard); discharge: -20°~60°C; storage: -30°~50°C (-30~35°C for long periods)

Note: Consult Sanyo concerning 1-hour charge.

III. Arbeits-, Zeit- und Kostenplan zur Durchführung des Projektes "Kabellose Einzelraumtemperatursteuerung"

Nachfolgend sind die einzelnen Arbeitsschritte beschrieben, für die Durchführung des o. g. Projektes. Gegenüber dem ursprünglichen Arbeitsplan wurde dieser Plan inhaltlich und vom Volumen her überarbeitet und von der Gesamtlaufzeit und den Kosten reduziert. Dies ist möglich, da sich im Rahmen der Vorphase schon klar gezeigt hat, wie die technische Realisierung des Projektes aussieht und die früher kalkulatorisch angesetzten Arbeitsschritte nicht mehr notwendig sind.

In der Anlage zum Arbeitsplan sind auf den Formularen der Umweltstiftung der entsprechende Arbeits- und Kostenplan angegeben. Die in diesem Plan angesetzten Personalkosten basieren auf der in der Anlage beschriebenen Personalkostenberechnung. Seitens der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH erfolgt im wesentlichen die Bearbeitung durch Senior- und Projekt-Ingenieure. Die angegebenen Werte entsprechen den augenblicklich gezahlten Bruttolöhnen.

Um das Projekt im Rahmen einer Gesamtlaufzeit von ca. zweieinhalb Jahren zu realisieren haben wir uns entschlossen, voraussichtlich Aufträge an Dritte zu vergeben. Dabei handelt es sich um ein Unternehmen, mit dem wir bereits in der Vergangenheit Komponenten der Ultraschalldatenübertragung realisiert haben.

In der Anlage befindet sich ein entsprechendes Richtangebot für die Leistung des Unternehmens. Wir gehen davon aus, daß nach jedem Arbeitsschritt von dem Anbieter ein konkretes und verbindliches Angebot erstellt wird, wobei voraussichtlich der vorgegebene Rahmen aus dem Arbeits- und Kostenplan eingehalten wird.

Bei den Sachkosten und Investitionen handelt es sich im wesentlichen um Zukauf von PC-Systemen und Hardwarekomponenten. Diese Preise wurden aufgrund von Erfahrungswerten eingesetzt. Da die ersten Investitionen sich voraussichtlich erst zeitlich in ca. einem Jahr ergeben, sollten aufgrund der großen Preisdynamik unmittelbar vor dem Kauf aktuelle Angebote eingeholt werden.

Den zeitlichen Verlauf der einzelnen Arbeitsschritte entnehmen Sie bitte auch dem Zeitplan in der Anlage. Wir möchten darauf hinweisen, daß von unserer Seite das Projekt möglichst kurzfristig angegangen werden sollte (möglichst noch eine Entscheidung in diesem Jahr), damit der Arbeitsschritt für die Erstellung einer Prototypanlage schon für die kommende Heizperiode Herbst/Winter 1994/95 durchgeführt werden kann. Sollte es eine weitere Verzögerung geben, würde sich durch die Orientierung an die Heizperioden u. U. das Projekt um ein Jahr verzögern.

Im einzelnen sind folgende Arbeitsschritte geplant:

1. Erarbeitung eines verbindlichen Pflichtenheftes aufgrund der Aufgabenstellung und der Ergebnisse der Vorphase.

In diesem Pflichtenheft wird das endgültige Hard- und Softwaresystem konkret und verbindlich beschrieben und es erfolgen im wesentlichen alle Festlegungen. Parallel erfolgt die endgültige Akquisition der beiden möglichen Anlagen aus dem entsprechenden Interessentenkreis. Die Arbeit wird von den Ingenieuren der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH durchgeführt unter Zuarbeit eines Dritten.

2. Entwicklung der Hard- und Software des neuen Thermostatventils entsprechend dem Pflichtenheft.

Insbesondere Überarbeitung des Thermostatventils unter dem Gesichtspunkt der autonomen Stromversorgung unter Berücksichtigung einer Akku-Lebenszeit > 10 Jahre und entsprechender Nachladung über Solarzellen.

Die Entwicklung erfolgt aufgrund der Festlegungen im Pflichtenheft durch die Ingenieure der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH und in Zusammenarbeit mit externen Hardware-Spezialisten.

3. Weiterentwicklung des zentralen Steuer-PC's, inkl. Ultraschallsensor.

Insbesondere Weiterentwicklung einer grafischen Oberfläche für die Bedienung des PC's, Implementierung spezieller Softwareverfahren zur optimierten Ansteuerung, für Überwachungsfunktionen und Energieoptimierung, ebenso Realisierung einer Datenfernübertragung von einem extern aufgestellten Zentral-PC auf diese Anlage. Diese Entwicklung wird durch die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH mit ihrem Softwarespezialisten durchgeführt. Zu diesem Zweck wird ein entsprechendes PC-System mit entsprechender Datenfernübertragung eingerichtet.

4. Erstellung einer Prototypanlage mit einer Laborversuchsanlage und ersten Probetrieb an einem realen Projekt mit Test und Modifizierung der Anlage entsprechend den Betriebserfahrungen.

Die Realisierung erfolgt durch die Ingenieure der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH und externe Hardware-Spezialisten. In den Investitionskosten sind entsprechende Hardware-Komponenten vorgesehen, mit denen eine Laborversuchsanlage komplett aufgebaut werden kann. In einer Heizperiode sollen hier bereits praktische Betriebserfahrungen gesammelt werden, die dann in die Fertigung einfließen.

5. Fertigung der technischen Einrichtungen für 2 Projekte mit insgesamt 2 Zentralen, 10 Repeatern, 250 Thermostatventilen, 3 Modems, einer Fernwirkzentrale.

Hierbei werden gemäß dem Pflichtenheft und der vorangegangenen Entwicklungsphase die Komponenten für die entsprechenden Projekte hergestellt. Da es sich hier im wesentlichen noch um relativ kleine Stückzahlen und Einzelstückzahlen handelt, ist für diesen Zweck eine individuelle Fertigung durch einen Dritten notwendig. Die Aufgabe der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH besteht im wesentlichen aus Anleitung und Begleitung und Umsetzung der Entwicklung in das Serienprodukt, insbesondere Qualitätskontrolle und Funktionstest der gelieferten Module.

6. Installation der ausgewählten 2 Projekte mit Test, Inbetriebnahme und Einrichtung der Fernwirkzentrale. Neben der Leistung der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH wird die Installation an ein externes Unternehmen vergeben, das im wesentlichen die handwerkliche Umsetzung dieses Teils durchführt.

7. Projektbegleitung, insbesondere Begleitung des praktischen Betriebes und Ermittlung des realisierten Energiesparvolumens in den abgelaufenen Heizperioden.

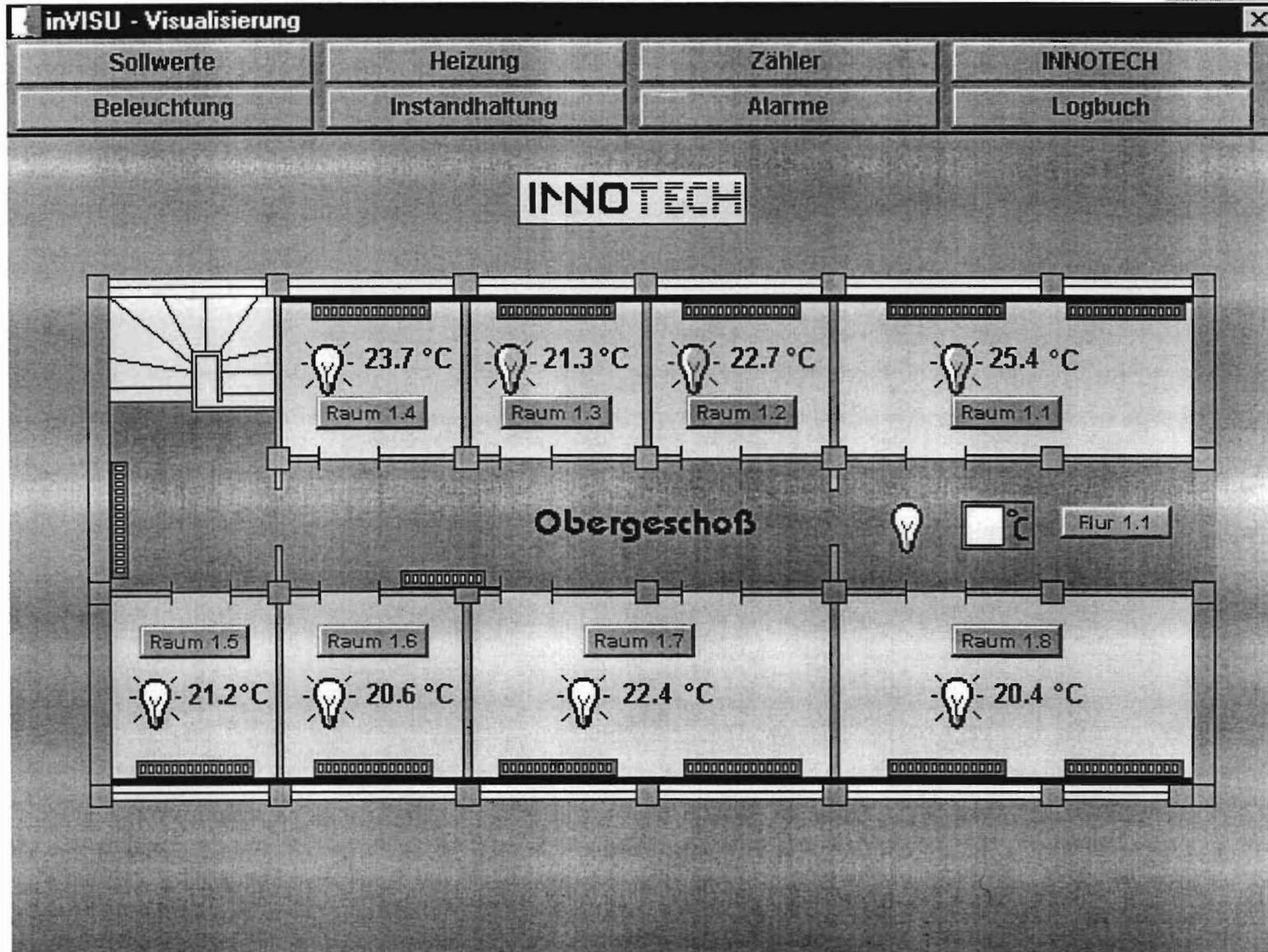
Berücksichtigung von Ergebnissen anderer ähnlicher Projekte und Einarbeitung der Erfahrungen in das laufende Projekt. Komplette Dokumentation und Darstellung des Projektes, Durchführung von Projektpräsentationen.

Neben den Aufwendungen der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH wird hier ein Unterauftrag an eine Hochschule vergeben, voraussichtlich an die Gesamthochschule Universität Paderborn, Abteilung Soest, Prof. Dr. Bitzer, der bislang auch gemeinsam mit der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH an einem ähnlichen Projekten beteiligt war.

Die v. g. Arbeitspunkte werden über einen Gesamtzeitraum von ca. 2 1/2 Jahren durchgeführt (siehe beiliegenden Zeitplan). Wir gehen davon aus, daß es bei der Realisierung des Projektes bei den Einzelsummen der Spalten 6 bis 10 zu Abweichungen kommen kann, wobei jedoch die Gesamtsumme eingehalten werden soll.

Anlage

Arbeits-, Zeit-, Kostenplan ausgefüllt auf Vordrucken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt
Erläuterungen der Kalkulationsgrundlagen für die Personalkosten
Zeitplan der Projektdurchführung
Kopie eines Richtangebotes



inVISU - Visualisierung [X]

Sollwerte	Heizung	Zähler	Übersicht
Beleuchtung	Trend	Alarmer	

Raum 1.2

Raum 1.1

Uhr-zeit	Soll-temp.
12:22	11
	11
	11
22:22	11

25.0 °C

Licht AN / AUS

inVISU - Visualisierung [X]

Sollwerte	Heizung	Zähler	Übersicht
Beleuchtung	Trend	Alarmer	

Raum 1.1

Raum 1.2

Raum 1.3

Uhr-zeit Soll-temp.

The floor plan of Raum 1.2 includes a desk with a chair, a light switch labeled 'Licht AN / AUS', a temperature display showing '20.4 °C', and a lightbulb icon. A window is visible on the left side of the room.

inVISU - Visualisierung

Sollwerte	Heizung	Zähler	Übersicht
Beleuchtung	Trend	Alarmer	

Raum 1.8

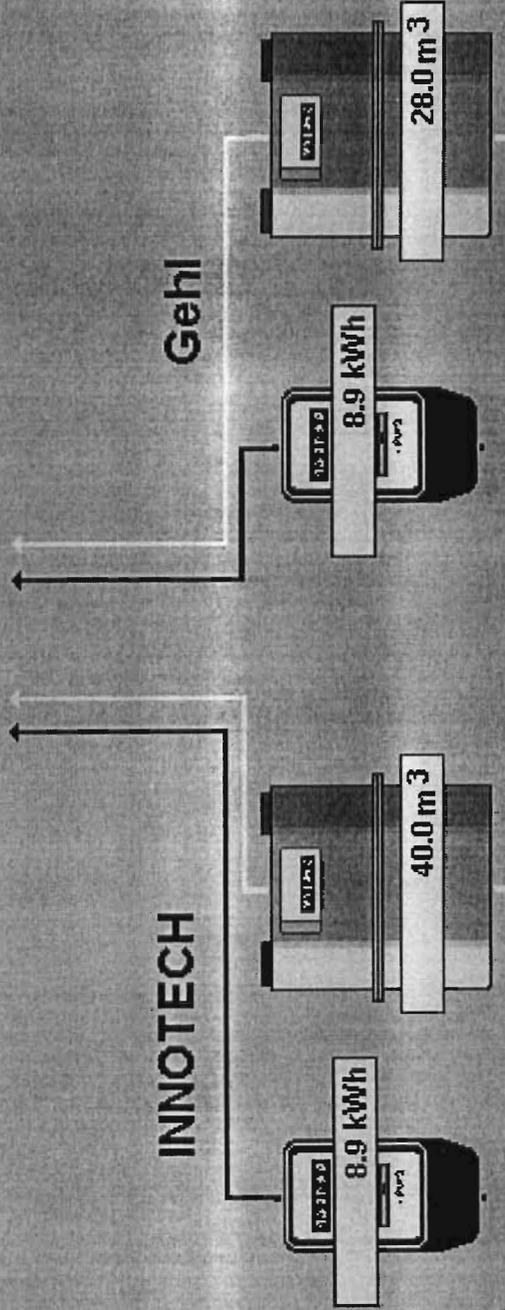
Flur

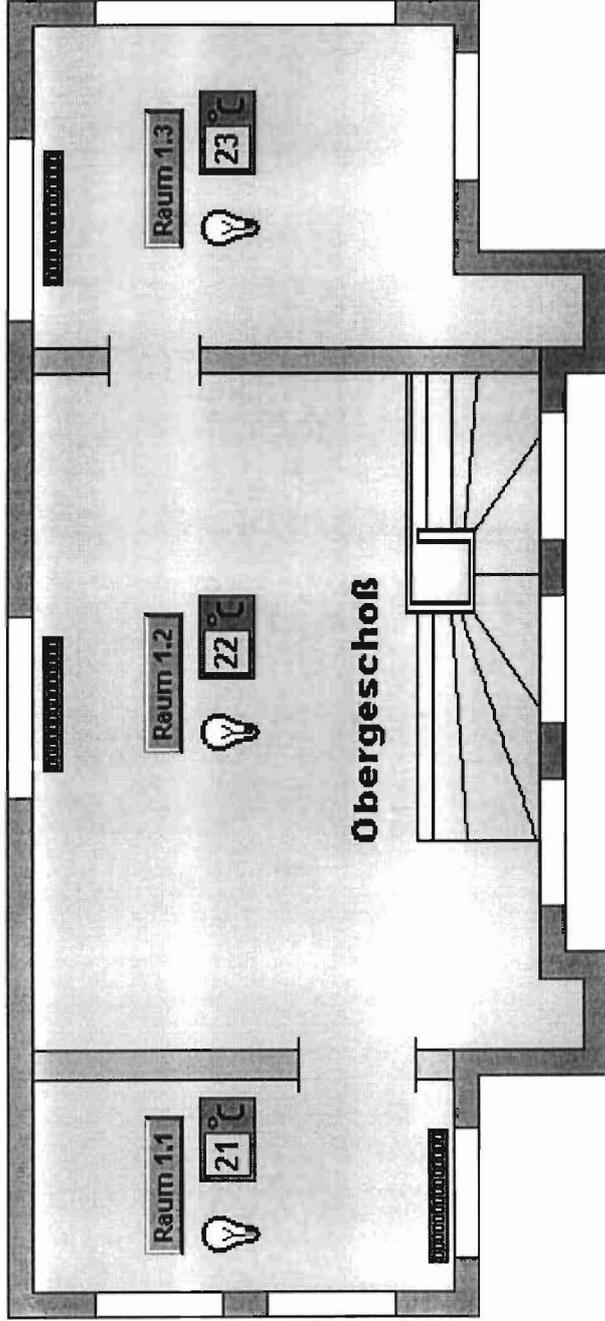
Uhr-zeit Soll-temp.

The floor plan shows a rectangular hallway. On the left side, there is a staircase. At the top, there is a window with a grid pattern. In the center, there is a light fixture with a glowing bulb icon. Below the light fixture, a temperature display shows '22.4 °C'. To the right of the temperature display is a light switch labeled 'Licht AN / AUS'. The hallway is bounded by walls and has several door frames along the right side.

inVISU - Visualisierung				X
Sollwerte	Heizung	Zähler	Übersicht	
Beleuchtung	Trend	Alarmer		

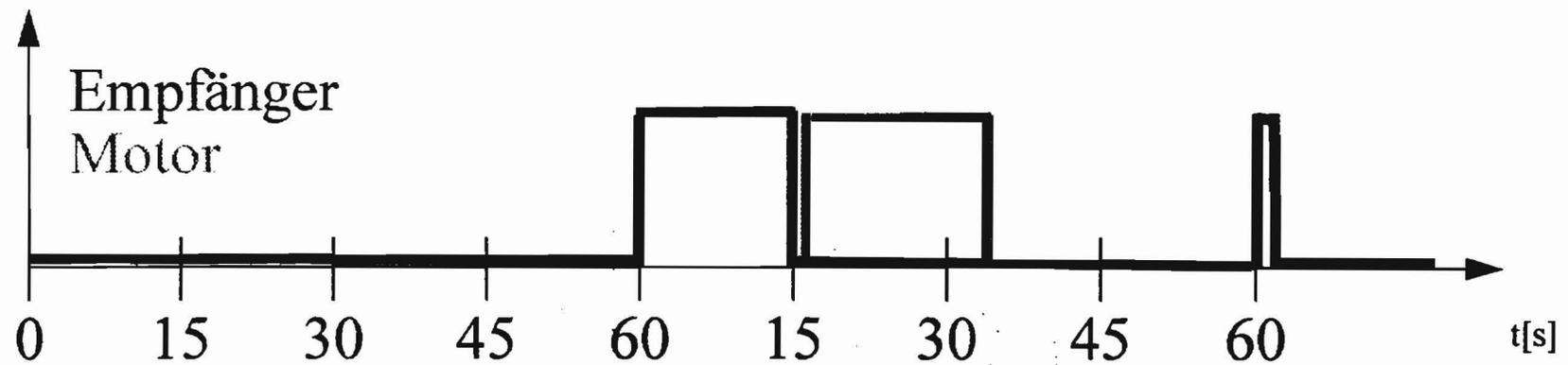
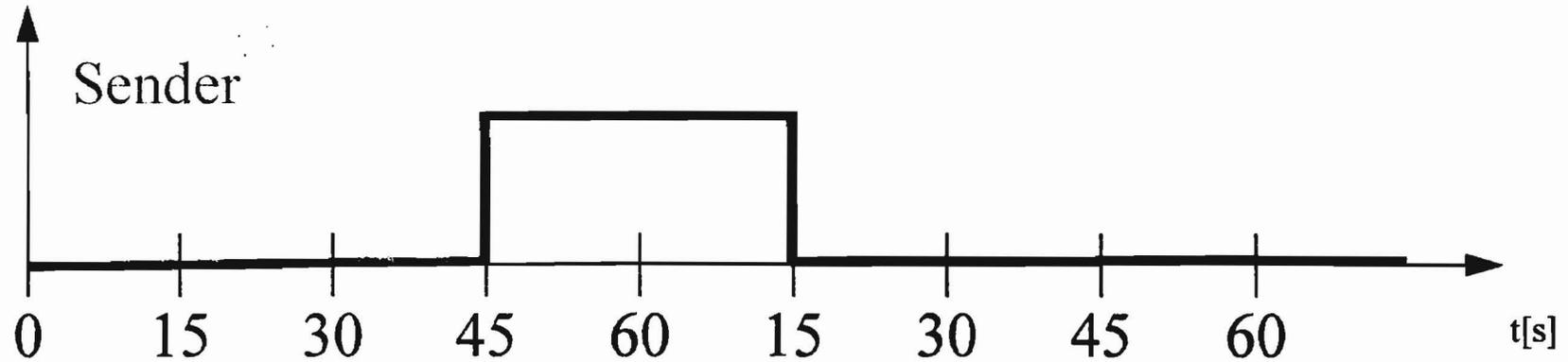
Gesamt - Verbrauch





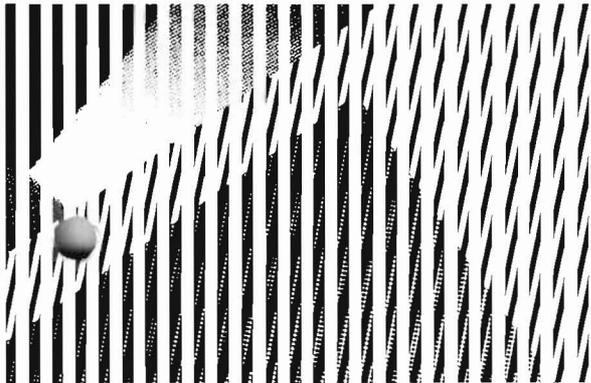
ZURÜCK	0 °C	09:58:11	F1 Licht AUS
HILFE	Übernahme	Uhrzeit	F2 Licht AN
	Soll- Temperatur	Tag	Rezept

Zeitablauf Ultraschallübertragung



INSONIC

DRAHTLOSE DATENÜBERTRAGUNG PER ULTRASCHALL



- HAUSLEITTECHNIK
- HEIZUNGSTECHNIK
- STEUERUNGSTECHNIK
- MASCHINENBAU
- VERFAHRENSTECHNIK

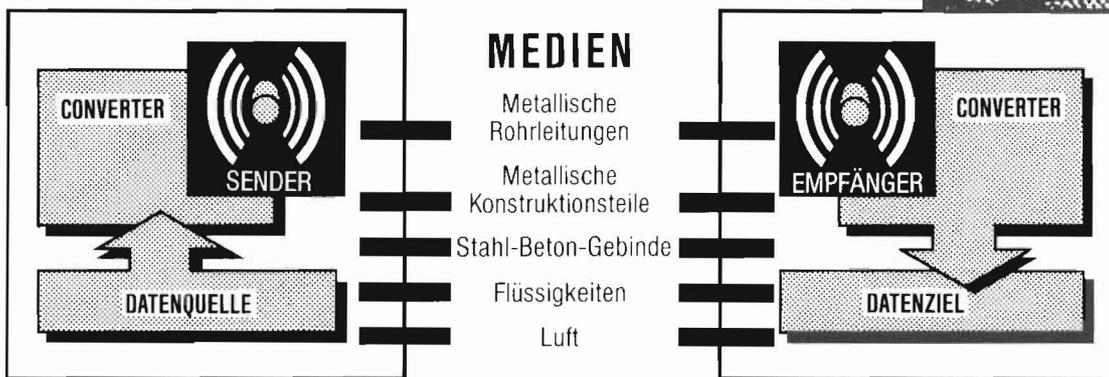
INNOTECH
MICROELECTRONIC GMBH

INSONIC

INSONIC ist ein von der Firma Innotech Microelectronic GmbH entwickeltes Kommunikationssystem. Es ermöglicht, technische Information vielfältiger Art mit Hilfe von Ultraschall über verschiedene Medien zu übertragen. Die Informationsübertragung in digitaler Form mit Hilfe von Ultraschall wird über spezielle Wandlerelemente in das entsprechende Medium ein- bzw. ausgekoppelt. Der entscheidende Vorteil des INSONIC-Systems ist, daß eine Datenübertragung in problematischen Situationen ermöglicht wird. Zum Beispiel:

- Datenübertragung über rotierende Körper,
- z.B. Mischbehälter
- über schwer zugängliche Teile, z.B. Tiefbohrungen
- temperaturunabhängige Übertragungsmöglichkeit
- Alternative zu aufwendigen Verkabelungen,
- z.B. Hochregallager und Hausleittechnik

FUNKTIONSGRAFIK



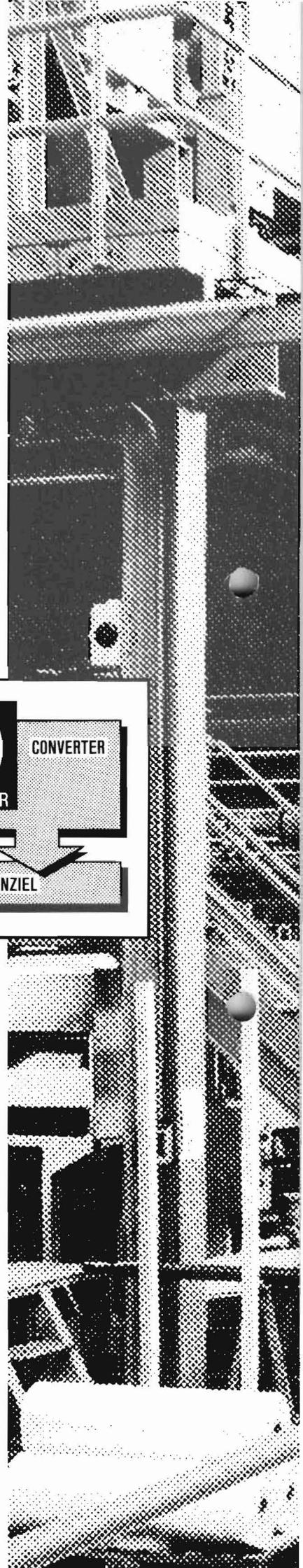
EINSATZBEREICHE

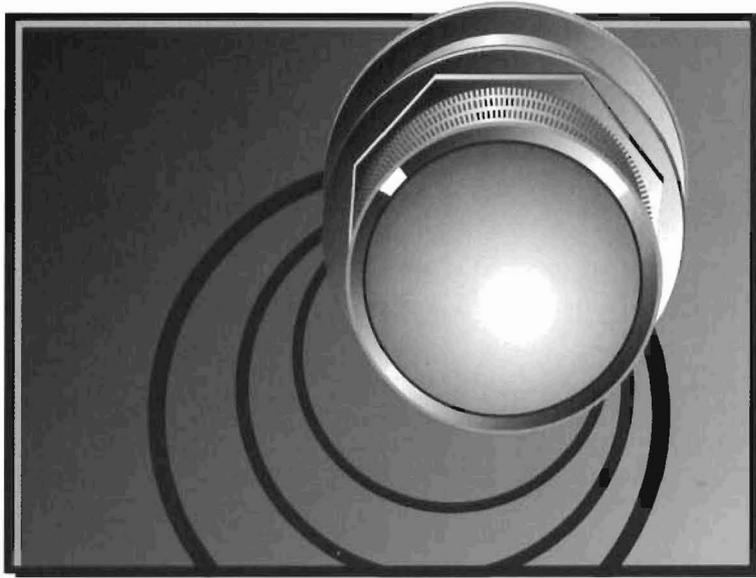
- Betriebsführung
- Energiemanagement
- Automatisierung
- Überwachung
- Steuerung/Regelung

Die Firma Innotech Microelectronic GmbH bietet mit dem INSONIC-System, ihrer Erfahrung und ihrer flexiblen Arbeitsweise ein umfangreiches Spektrum an Lösungsmöglichkeiten im industriellen Umfeld. Bei der Firma Innotech lösen Experten für Softwaretechnik und Anwendungsspezialisten unterschiedlichste Meß-, Regelungs- und Automatisierungsaufgaben.

Technische Informationen auf Anfrage.

INNOTECH Microelectronic GmbH, Wettinerstraße 6a, Postfach 2227, D-4430 Steinfurt-Borghorst, Telefon 0 25 52/5 73-574, Telefax 0 25 52/29 03, Datex-P-Anschluß 12 00 Baud





MASCHINENBAU

VERFAHRENSTECHNIK

STEUERUNGSTECHNIK

HAUSLEITTECHNIK

HEIZUNGSTECHNIK

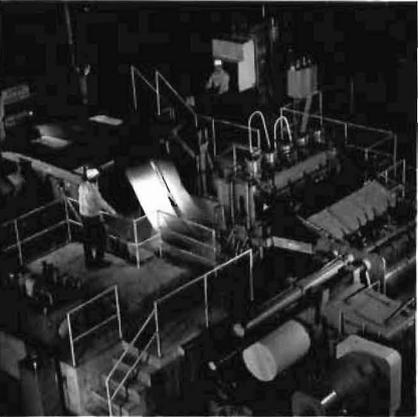
INSONIC

**DRAHTLOSE
DATENÜBERTRAGUNG PER
ULTRASCHALL**

INNOTECH
MICROELECTRONIC



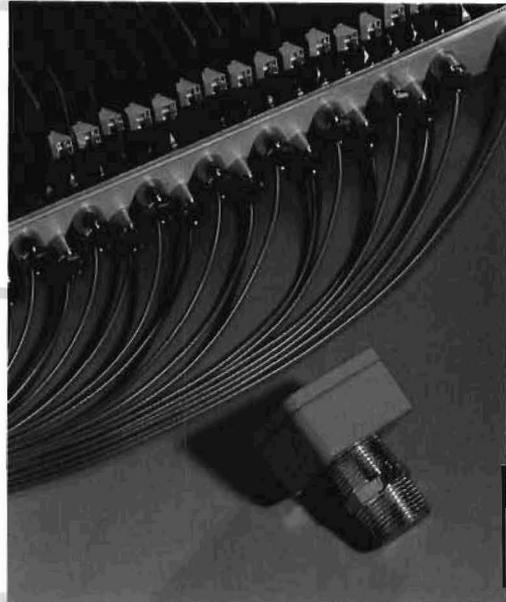
Produktionsüberwachung



Qualitätssicherung

Die häufig raue Umgebung industrieller Produktion verlangt von Systemen zur Datenübertragung, daß sie auch unter extremen Bedingungen - wie hohen Temperaturen, aggressiven Medien oder elektrostatischer Aufladung - sicher und zuverlässig funktionieren. InSONIC nutzt bereits vorhandene Konstruktionen und überträgt Daten drahtlos - per Ultraschall. Anwendungsmöglichkeiten finden sich in allen industriellen Bereichen.

INSONIC - UL



Ultraschall - Wandler
und
Ultraschall - Sender

ZUSTÄNDE

TEMPERATUR

DREHMOMENT

KRAFT

DRUCK



Steuerung
unter extremen Bedingungen

INSONIC - DATENÜBERTRAGUNG

InSONIC von der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH bietet Ihnen die Möglichkeit, sicher und kostengünstig Daten zu übertragen - und zwar über Strecken, wo das Verlegen elektrischer Leitungen nicht möglich oder unwirtschaftlich ist. InSONIC kommt zum Beispiel dort zum Einsatz, wo bisher Schleifringe oder Drehübertrager verwendet wurden, um Daten von drehenden Teilen zu übertragen.

Die Idee ist einfach: Die Daten werden mittels Ultraschall über Maschinen- und Konstruktionsteile gesendet und empfangen. Sender und Empfänger sind leicht zu installieren (auch nachträglich); ebenso sind problemlos Erweiterungen möglich.

Die Übertragung ist genau und zuverlässig: Anders als andere Telemetriesysteme ist das Ultraschall-Datenübertragungssystem unempfindlich gegen Verschmutzung und arbeitet wartungs- und verschleißfrei. Dazu kommen eine hohe Sicherheit gegenüber elektromagnetischen Störungen auf der Übertragungsstrecke und ein günstiges Preis-/Leistungsverhältnis. Damit ist inSONIC ausgezeichnet für den Einsatz im industriellen Umfeld geeignet.

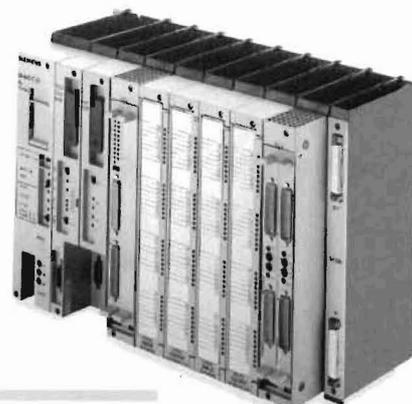
Sie haben die Möglichkeit, das inSONIC-Ultraschall-Datenübertragungssystem an komplexe Steuerungsanlagen und Prozeßleitsysteme zu koppeln.

Als Lösung aus einem Haus bietet Ihnen die INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH die Ultraschall-Datenübertragung inSONIC zusammen mit der Prozeßvisualisierung in VISU an.

R A G U N G

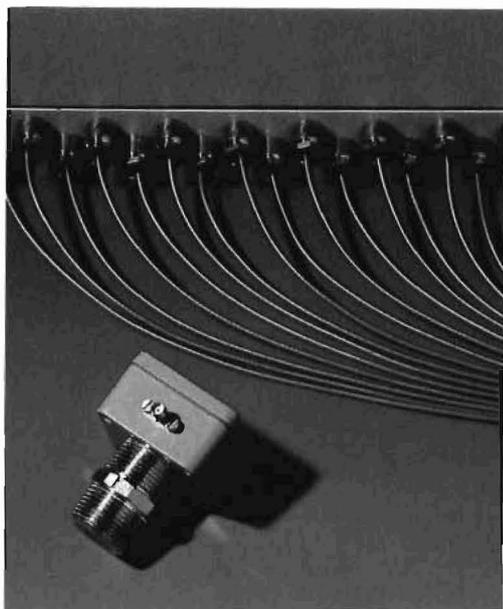
S T E U E R U N G

Die Stärke des Insonic-Systems liegt dort, wo andere Übertragungstechniken versagen, zu ungenaue Ergebnisse liefern, oder zu hohe Kosten verursachen. Durch die Koppelung von Datenübertragung und Prozessvisualisierung z.B. Invisu, ist es möglich komplizierte Prozesse zuverlässig und störungsfrei zu steuern. Die Insonic Ultraschall Datenübertragung ermöglicht in Bereichen der Steuerungs-, Prozeß- und Verfahrenstechnik den Einsatz von Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS).

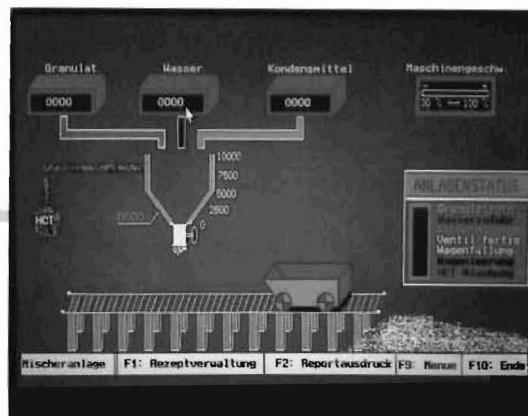


SPS - Speicherprogrammierbare Steuerung

T R A S C H A L L



Ultraschall - Empfänger
und
Ultraschall - Wandler



InVISU - Prozeßvisualisierung

INSONIC - SYSTEMVORTEILE

Die drahtlose Datenübertragung wird mittels Ultraschall realisiert: Die Daten (digitale und analoge Signale) werden von einem Ultraschall-Wandler in mechanische Schwingungen umgesetzt und von einem Ultraschall-Sender auf die Übertragungstrecke geschickt. Auf der Empfangsseite werden die mechanischen Schwingungen wieder in elektrische Signale umgewandelt.

Die Sicherheit der Übertragung ist dadurch gewährleistet, daß die Arbeitsfrequenz außerhalb der üblichen akustischen Störgeräusche liegt; außerdem wurde ein spezielles Übertragungsverfahren entwickelt.

Um Daten in beide Richtungen zu senden, läßt dieses Verfahren auch den bidirektionalen Betrieb zu.

Die Übertragungstrecke kann durch den Einsatz von Repeatern verlängert werden, die stark gedämpfte Signale empfangen und verstärkt weitersenden.

Die Vorteile des inSONIC-Systems

- universelle Einsatzmöglichkeit
- Störsicherheit
- einfache Montage (auch nachträglich)
- Ausbaufähigkeit
- maßgeschneiderte Lösungen

sowie ein niedriger Preis machen den Einsatz dieses Datenübertragungsverfahrens wirtschaftlich nutzbringend.



Prozeßsteuerung mit Prozeßvisualisierung

AUTOMATISIEREN

ÜBERWACHEN

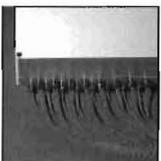
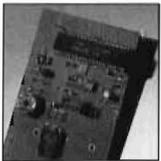
MESSEN - STEuern - REGELN

MESSDATENERFASSUNG

SYSTEMDATEN

DATEN

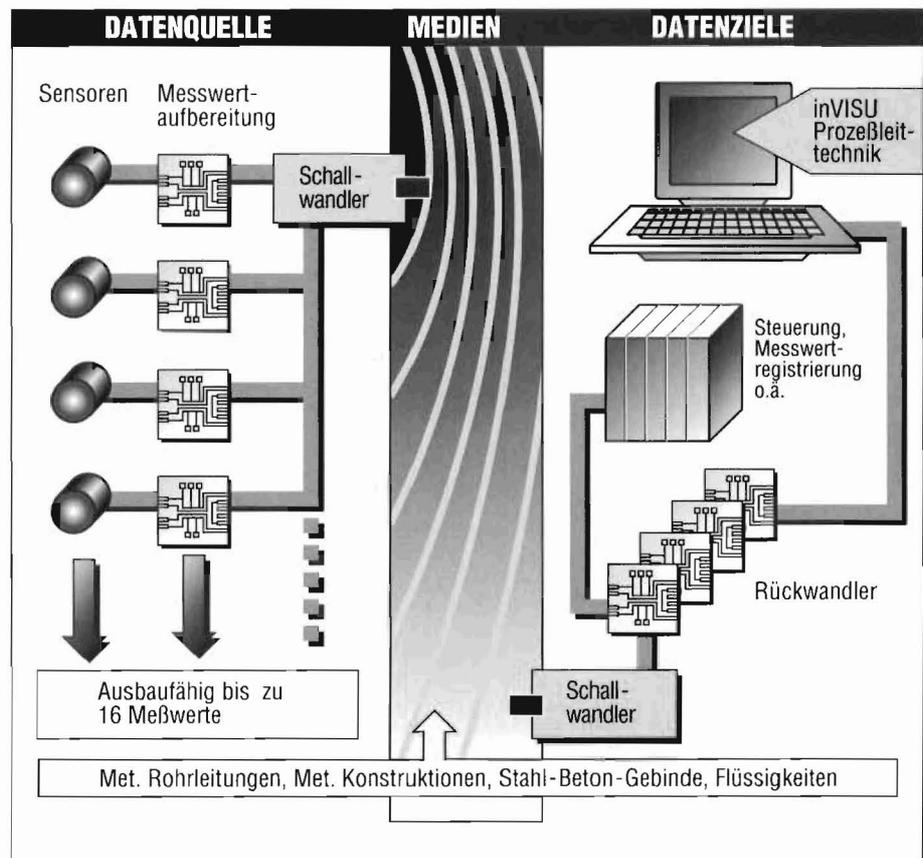
Ultraschall-Arbeitsfrequenz:	86,9 KHz
Datenrate:	4.800 Baud Einstellung am Rechner bei serieller Eingabe. Übertragungszeit ca. 3ms bei 16 Bit
Länge eines Datenwortes:	Max. 19 Bit, bei Analogwert-Erfassung 12 Bit
Übertragungsverfahren:	modifizierte Puls-Pausen-Modulation, 1 Start-, 1 Stop-Bit
Datensicherheit:	Hamming-Distanz 3: stetige Überwachung der übertragenen Daten mit automatischer Fehlerkorrektur schmalbandige Verstärkung Ausblenden von Störungen, die nicht in das vor- gegebene Raster passen.
Länge der Übertragungsstrecke:	abhängig von Übertragungsmedium und -weg: einige Meter bis ca. 100 m (mit Repeatern zu verlängern)
Ein-/Ausgänge:	seriell, parallel ausbaufähig bis zu 16 Meßwerten
Stromversorgung:	induktive Energieeinkopplung, Batteriebetrieb, Netzbetrieb.



Fordern Sie bitte spezielle Datenblätter an.
Wir bearbeiten auch Sonderlösungen.

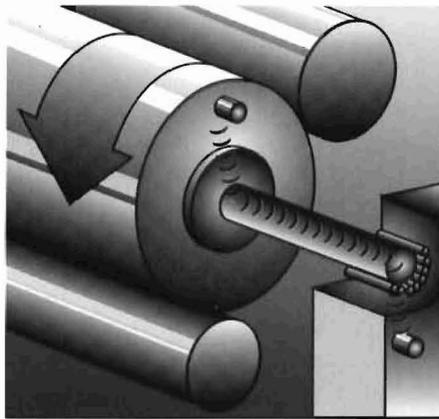
InSONIC ist ein eingetragenes Warenzeichen
der INNOTECH MICROELECTRONIC GMBH.

FUNKTIONSGRAFIK

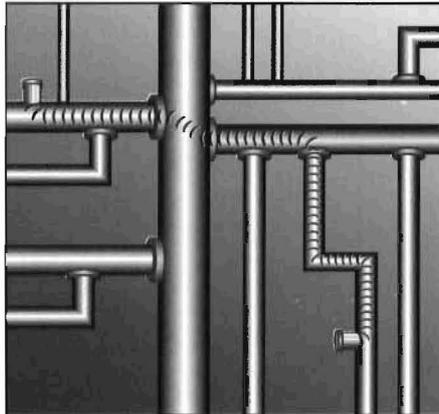


VORTEILE

DATENÜBERTRAGUNG ÜBER LAGER

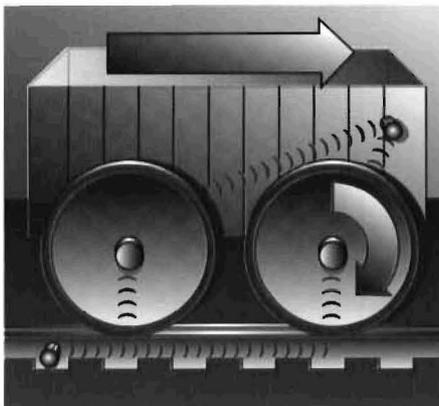


ÜBER LEISTUNGSSYSTEME, KONSTRUKTIONSTEILE



- DRAHTLOSE ULTRASCHALL-
MESSDATENÜBERTRAGUNG
- UNIVERSELLE EINSATZMÖGLICHKEITEN
- NACHTRÄGLICHE EINFACHE MONTAGE
- STÖRSICHERHEIT

ÜBER RÄDER, SCHIENEN , KRANBAHNEN



BEISPIELE

ZUSTÄNDE

Endschalterstellung auf Drehkränen
Positionsgeber auf Kranbahnen
Grenzwertüberwachung in Autoklaven
Lagebestimmung von Bohrköpfen bei
Tiefbohrungen zu geologischen Zwecken

TEMPERATUR

zur Regulierung der Raumtemperatur in
Gebäuden (Hotels, Bürohäusern etc.)
an Drehrohröfen in der Zementherstellung
an Öl-Bohrköpfen
an Walzen bei der Kunststoff-Folien-
herstellung
an Konvertern bei der Stahlerzeugung
in rotierenden Behältern bei der Zellulose-
herstellung

DREHMOMENT

an Achsen und Wellen von Fahrzeugen
an Rührwerken in Bäckereien
an Werkzeugmaschinen
an Windrädern
an Schiffsschrauben

KRAFT

an Radaufhängungen von Fahrzeugen
an Roboterarmen
Fliehkraftmessung an Zentrifugen
an Förderanlagen im Bergbau
Folienspannung in Verpackungsmaschinen

DRUCK

an Lkw-Reifen
an beweglichen Wägenanlagen
an Kranauslegern
in rotierenden Druckbehältern in der
Chemieindustrie