

Entwicklung eines kostengünstigen Funkübertragungssystems für Sensorsignale in der Gebäudesystemtechnik

Projektleiter

Prof. Dr.
Eberhard Menzel

Zeitraum

1.1.2000–31.12.2000

Kooperation

MSS Elektronik GmbH,
Bielefeld,
ODA GmbH, Menden

Mitarbeiter

Dipl.-Ing. H. Holtkotte,
Laboringenieur,
4 Studierende,
2 studentische
Hilfskräfte,

Förderung

Fachhochschule
Dortmund,
Forschungsbudget,

Kontakt

Prof. Dr.
Eberhard Menzel
Fachbereich
Informations- und
Elektrotechnik,
Fachhochschule
Dortmund,
Sonnenstraße 96,
44139 Dortmund,
Telefon:
(0231) 9112-100,
E-Mail: menzel@
fh-dortmund.de

Kurzfassung

Für den Aufbau von Fernüberwachungs- und Fernmeßsystemen in der Gebäudesystemtechnik wurde ein kostengünstiges Funkübertragungssystem im 433 MHz Band entwickelt, mit dessen Hilfe verschiedenste Sensorsignale erfasst und drahtlos an eine Zentrale weitergeleitet werden können. Damit wird die Nachrüstung von Komponenten der Gebäudesystemtechnik in Altbauten ohne das Verlegen von Kabeln und ohne die teilweise kostenintensive Übertragung über die Netzleitung möglich.

Gleichzeitig kann das System für vorübergehende Installationen von Sensoren in Gebäuden zur Ermittlung und der Optimierung der Energieverbräuche eingesetzt werden. Auch die Analyse von Feuchteschäden in privaten Räumen, die mit zunehmender Dämmung wegen falschen Belüftungsverhalten der Bewohner immer häufiger auftritt, wird über dieses mobile Messsystem ermöglicht.

Ziel des Projektes

Zur Steuerung und Regelung von Komponenten der Gebäudesystemtechnik für Heizung, Klimatisierung, Beleuchtung, Überwachung, Sicherheit, Kommunikation, Wartung usw. werden insbesondere bei Neubauten Vernetzungskonzepte mit Bussystemen wie EIB, LON etc. verwendet, für die zusätzliche Verdrahtung erforderlich ist. Die Nachrüstung von Altbauten ist mit hohen Kosten verbunden, selbst wenn als Datenleitung die Netzleitung verwendet wird.

Für die Nachrüstung von Gebäuden aber auch für die Installation von nur zeitweise erforderlichen Mess- und Überwachungssystemen, wie sie z.B. für die Analyse und Optimierung von Energieverbräuchen oder das Aufspüren von Fehlkonstruktionen oder Fehlern bei der Bauausführung erforderlich sind, sind diese bestehenden Systeme aus Kostengründen nicht geeignet. Hier sind mobile Systeme gefragt, die mit nur geringem Aufwand installier- und wieder demontierbar sind.

In idealer Weise sind Funkübertragungssysteme für diesen Anwendungszweck prädestiniert. Einfache Funksysteme zur Fernsteuerung von Einzelkomponenten werden bereits im Gebäudebereich z.B. für Garagentorsteuerungen eingesetzt. Dabei wird in vielen Fällen von einfachen Systemen ausgegangen mit Sensoren, die mit einem Funksender gekoppelt sind, der die Information zu einer lokalen Zentrale in der Wohnung oder im Gebäude weiterleitet. Eine Kommunikation mit Rückmeldung von der lokalen Zentrale erfolgt meist nicht,

wodurch sich zwangsläufig Komplikationen mit überlappenden Signalen von unterschiedlichen Sensoren ergeben, wenn die Zahl der Sensoren größer wird.

Hier setzt das geplante Projekt mit einem System ein, bei dem jedes Sensormodul mit der lokalen Zentrale und auch mit den anderen Sensormodulen kommunizieren kann. Die lokale Zentrale fragt die Sensoren einzeln nach einem bestimmten Zeitraster ab. Bei Alarm (z.B. Einbruch) erhält der entsprechende Sender höchste Priorität.

Aus diesem Konzept resultieren die folgenden Vorteile:

- 1) Keine verlorenen Signale
- 2) Einsparen von Sensorenergie, da Abfrage situationsangepasst, Batterie hält mehrere Jahre
- 3) Übertragungsstrecke sucht den Übertragungskanal automatisch aus nach geringster Störbelastung
- 4) Sendeenergie wird an Störbelastung angepaßt
- 5) Sensormodule können als Relaisstationen verwendet werden, die Reichweite im Gebäude erhöht sich

Realisierung des Systems

Bereits zur effet 1997 wurde ein Funksystem vorgestellt, das die Funkübertragung von Inhalten von Verkehrszeichen in fahrende KFZ ermöglichte (Traffic sign reminder). In der Zwischenzeit sind neue integrierte Schaltkreise, Ein-Chip-Lösungen mit integriertem Empfänger und Sender, so genannte Transceiver, die zudem programmierbar sind, auf den Markt gekommen. Diese Transceiver ermöglichen sehr kostengünstige Lösungen und erlauben auch den Einsatz im allgemein zugänglichen aber teilweise gestörten 433 MHz-Band.

Auf der Basis dieser Schaltkreise wurde in diesem Projekt ein speziell auf die Gebäudesystemtechnik zugeschnittenes Konzept erarbeitet für die Kommunikation der Sensoren oder der Sensorensysteme (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Helligkeit, Öffnungsstatus von Fenstern und Türen, Vibrationen etc.) mit einer lokalen Zentrale, die dann die Daten über die Telefonleitung oder über das GSM-Band einer Leitstelle zuführt.

Das Funkübertragungssystem wurde so aufgebaut, dass Störungen von aussen (andere Funksysteme) sich nicht auf die Sicherheit der Daten-

übertragung auswirken. Dazu wurden Konzepte wie die automatische Auswahl von ungestörten Kanälen im 433 MHz Band und die Anpassung der Sendeleistung an die Störverhältnisse getestet und implementiert.

Hierzu ist anders als bei bisher realisierten Systemen, bei denen jeder Sensor die gemessenen Daten über einen Sender ohne Rückmeldung verbunden war, das Umschalten von Send- auf Empfangsbetrieb erforderlich, so dass eine Kommunikation der Zentrale mit dem Sensormodul möglich wird. Des Weiteren lässt sich mit den neuen Schaltkreisen die Reichweite der Sendemodule bei gleich bleibender Sendeleistung erhöhen, da die Module auch als Relaisstationen verwendet werden können.

Abbildung 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Systems mit Sensor/Funkmodulen, Aktor/Funkmodulen, Relaisstationen und dem Koppler, der die Funkstrecke mit einem PC oder über verschiedene Bussysteme mit einer Zentrale verbindet.

Die Sensor/Funkmodule senden entweder in vorbestimmten Intervallen oder auf Abruf von der Zentrale ihre Werte, wobei über Rückmeldungen sichergestellt ist, dass diese Daten auch tatsächlich ankommen.

Sollten Übertragungskanäle gestört sein, weicht das System automatisch auf nicht gestörte Kanäle aus. Sollte die Reichweite vom Sensor/Funkmodul zum Koppler nicht ausreichen, sucht sich das System automatisch andere Sensor/Funkmodule in der Umgebung, die dann als Relaisstationen benutzt werden.

Zusätzliche Aktor/Funkmodule können von der Zentrale (PC oder über Telefonverbindungen angekoppelte Rechner) angesteuert werden, um z.B. Ventile in Zentralheizungen zu steuern.

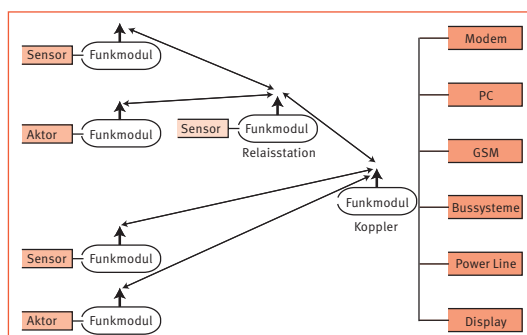


Abb. 1: Blockschaltbild des Systems

Funkmodul

Für das Projekt wurden Transceiver der norwegischen Firma GranJansen AS, jetzt Bluechip Communications AS [1] verwendet, die im 433 MHz Band mit 32 auswählbaren Frequenzen arbeiten, eine Übertragungsrate von 19 kBaud, 6 mW Ausgangsleistung, Multichannel Frequency Hopping, niedrige Versorgungsspannung von 3 V, niedrigen Stromverbrauch von typ. 20 mA aufweisen und über programmierbare wake-up timer und über handshaking capability verfügen. Abbildung 2 zeigt das zum Einsatz gekommene 3x4x1 cm³ große Funkmodul mit dem GJRF 400 Single Chip Transceiver von GranJansen.

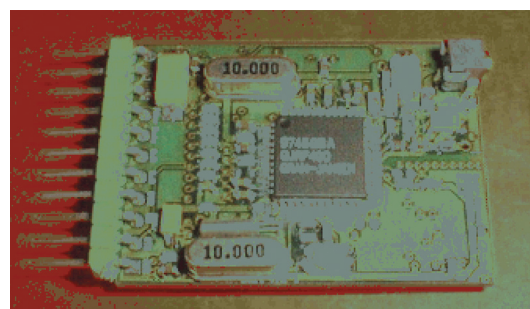


Abb. 2: Funkmodul mit GJRF 400 Transceiver

Sensormodul

Die Sensormodule (Abb. 3) bestehen aus programmierbaren PIC-Prozessoren (MicroChip PIC 16F876), Batterie oder Akku eventuell mit Solarzelle und dem eigentlichen Sensor oder Sensoren mit entsprechender Signalaufbereitung.

Als Temperatursensor wird der LM 20 (National Semiconductor) genutzt mit einem Messbereich von - 55°C... 130°C. Der Stromverbrauch beträgt nur wenige µA. Der LM 20 arbeitet mit einer Diode zur Temperatureerkennung mit nachgeschalteter Elektronik zur Linearisierung der Kennlinie.

Als Feuchtesensor wird der HS15 (Steatite Group, USA) verwendet, ein resistiver Sensor, der seinen Widerstand exponentiell in Abhängigkeit zur Feuchte ändert. Durch die nachgeschaltete Elektronik wird die Ausgangsspannung linearisiert.

Weitere digitale Sensoren (Reed-Kontakte) können angeschlossen werden z.B. zur Erkennung des Öffnungszustandes von Fenstern.

Die Sensormodule und die Funkmodule sind klein wie eine Streichholzschatel und können

an beliebigen Stellen im Gebäude mit einfachen Mitteln befestigt oder in Dosen eingebaut werden.

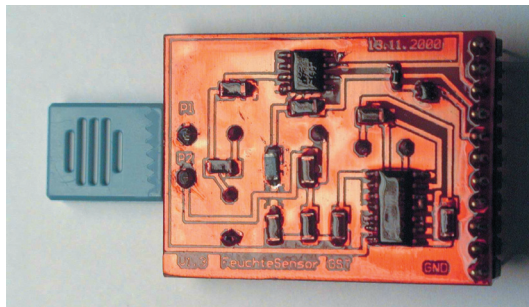


Abbildung 3: Sensormodul

Ergebnisse

Für den Einsatz dieses Systems in Wohnungen ist die Reichweite sehr wichtig. Die Sendereichweiten wurden zunächst in der Fachhochschule getestet. Dabei wurden in einem Raum ein Sender und der Koppler auf dem Flur ca. 20 m entfernt aufgestellt. Bei dieser Anordnung gab es kein Problem mit der Übertragungssicherheit. Auch wenn der Empfänger eine Etage höher stand, gab es keine Probleme mit der Übertragung. Bei einer Funkverbindung über zwei Etagen war eine hundertprozentige Verbindungssicherheit nicht mehr gewährleistet, wobei allerdings auch hier noch mehr als 65% der Werte übertragen wurden.

Die Funktionssicherheit des Systems ist in Gebäuden mit sehr vielen metallischen Materialien in den Wänden und Decken gegeben, wenn die Entfernung der Funkmodule voneinander nicht mehr als ca. 20 m waagrecht und ca. 5 m senkrecht beträgt.

Das System wurde mit Zustimmung des Mieters getestet in einer Mietwohnung, bei der an den Innenseiten der Außenwände Feuchteschäden mit Schimmelbildung im Schlafzimmer aufgetreten waren.

Aus der Auswertung der Daten (Öffnungszustand des Fensters, Temperatur und relative Feuchte), die über eine Telefonleitung auf einen PC übertragen wurden, ergaben sich zu kurze Lüftungszeiten von täglich lediglich einmal weniger als 10 Minuten morgens, zu niedrige Raumtemperatur und sehr viel Feuchtigkeitseintrag aus den anderen Zimmern bei geöffneter Tür. Nach Änderung des Lüftungsverhaltens und leichter Erhöhung der Temperatur konnten die Feuchteschäden dauerhaft beseitigt werden.

Das System hat damit gezeigt, dass es in der Lage ist, Probleme im Bereich der Wohnungslüftung aufzuspüren. Rechtlich ist der Einsatz des Systems allerdings problematisch, eingesetzt werden kann es nur bei vorheriger Zustimmung der Mieter.

Literatur

- 1) GranJansen AS: <http://www.bluechip.no>
- 2) Stremmer, A. Aupers, J.: "Entwicklung eines Feuchtesensormoduls" Projektgruppenarbeit WS 00/01
- 3) Petrat, C., Röttger, I.: „Funkübertragungssystem für Sensorsignale in der Gebäudesystemtechnik“ Diplomarbeit WS 00/01
- 4) Heyden, H.: „Sensorsignalübertragung mit mikrocontrollergesteuerten GSM-Modulen“ Diplomarbeit SS 2000