

## Elektrogeräte kommunizieren via Internet

# Embedded Modems

Rick Blessington **Intelligente Geräte von heute können weit mehr als nur ein neu aufgenommenes Foto zu zeigen oder den Wäschetrockner auszuschalten, sobald die Wäsche trocken ist. Sie melden beispielsweise, wenn ein Automat aufgefüllt oder geleert werden muss, erstellen bei Bedarf ferngesteuerte Diagnosen, verändern automatisch ihre Einstellungen und aktualisieren ihre Software per Download. Oder sie fordern selbständig ihre Wartung an, so dass Fehlfunktionen vermieden werden. Kurz: Sie bringen Intelligenz ins System.**

Geräte, die keinen PC eingebaut haben, aber dennoch per Daten- oder Faxübertragung mit einem Hostrechner kommunizieren müssen, benötigen dazu ein Modem – am besten ein fest integriertes, also ein „Embedded Modem“. Internetsysteme, die ausschließlich Informationen per E-Mail oder über das Web liefern, sind für die Verbindung zum Internet ebenfalls auf Embedded Modems angewiesen. Auch Settop-Boxen für interaktives Kabel- oder Satellitenfernsehen kommen nicht ohne Embedded Modems aus z.B. für Abrechnungsinformationen, interaktive Programmierung, Pay-Per-View und Einkäufe übers Fernsehen. Elektrische und elektronische Geräte wie Handheld-PCs oder PDAs werden bedeutend vielseitiger, wenn sie sich per Embedded Modem mit einem Hostrechner in Verbindung setzen können.

### Aufbau von Embedded Modems

Embedded Modems enthalten eine Datenpumpe, DAA (Data Access Arrangement) sowie den Modem-Code. Darüber hinaus können sie wahlweise mit oder ohne Controller aufgebaut sein und den Internet Protocol (IP) Stack und SDRAM enthalten. Die Anzahl der benötigten Komponenten hängt von den Anforderungen des Gerätes ab sowie vom Bedarf an zusätzlichen Funktionen, die zum Beispiel die Verbindung zum Telefonnetz herstellen und die dafür erforderliche Hard- und Software enthalten.

In der Datenpumpe (für Fax oder Internet) befindet sich ein digitaler Signalprozessor (DSP), der die Daten in ein Standardprotokoll mit der zugehörigen Bitrate wie V.32, V.34, V.90 überträgt und dazu den Modemcode nutzt. Das DAA liefert dabei die physikalischen und

Software-Schnittstellen für den Anschluss an das herkömmliche Telefonnetz (POTS, plain old telephone system). Der integrierte DAA-Baustein benötigt dazu keinerlei externe Codecs, Relais, Optokoppler oder Transformatoren. Ein

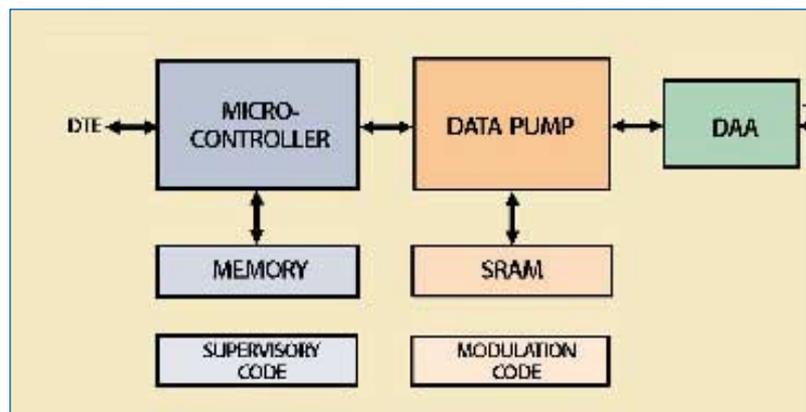


Bild 1: Controllergestütztes Modem

Internet Protokoll (IP) Stack implementiert die Internet-Protokolle wie PPP, TCP, HTTP, POP3, FTP etc. auf dem DSP des Modems. Dies ermöglicht dem Gerät, an dem das Modem angeschlossen ist, Daten aus dem Netz zu laden, Web-Seiten bereit zu stellen und sichert die E-Mail-Fähigkeit, und zwar ohne dass ein PC, Mikrocontroller oder andere Prozessoren benötigt werden – denn der DSP übernimmt sowohl das Ausführen des Modem-Codes als auch des IP-Stacks.

### Modem-Architekturen

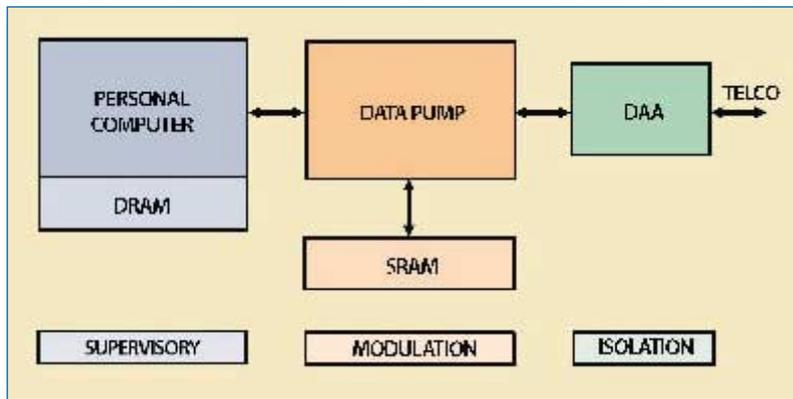
Embedded Modems können controllergestützt (parallel) oder auch ohne Controller arbeiten. In beiden Fällen werden jedoch eine DSP-Datenpumpe sowie ein DAA benötigt. Der Modem-Code kann dabei auf der DSP-Datenpumpe ablaufen, auf einem Pentium- oder RISC-Prozessor (bei rechnergestützten oder

Software-Modems) oder aber auf einem multifunktionalen, programmierbaren DSP (z. B. A-DSP-218x). Zum Vergleich können Modem-Architekturen in zwei Host-basierte Klassen (mit und ohne Onboard-Verarbeitung) und zwei rechnergestützte Klassen (Mikrocontroller und DSP-gestützt) eingeteilt werden. Die jeweiligen Charakteristika sowie Vor- und Nachteile sind in **Tabelle 1** gegenübergestellt.

Controllergestützte Designs (**Bild 1**) arbeiten ohne übergeordneten Rechner. Der Vorteil: Sie funktionieren unabhängig von Betriebssystemen und arbeiten auch dann weiter, wenn der Rechner einmal abstürzt. Dieser selbständige Zu-

gang garantiert eine größere Redundanz, da das Modem unabhängig vom Hostrechner und seinen Betriebssystemen arbeitet. Ein Nachteil ist jedoch, dass controllergestützte Modemarchitekturen einen Mikrocontroller und Speicher ebenso benötigen wie einen DSP-Speicher, damit der Steuerungscode funktioniert. Damit erhöht sich auch die Anzahl der benötigten Komponenten, der Platzbedarf, die Stromaufnahme und damit auch Kosten und Risiko. Darüber hinaus ist bei controllergestützten Modems die Software meist fest verdrahtet und somit nicht aktualisierbar.

Controllerlose, softwaregesteuerte oder Win-Modems (**Bild 2**) dagegen sind kostengünstiger, benötigen weniger Platz und haben eine geringere Stromaufnahme, da der Speicher des PCs verwendet wird und weder ein Mikrocontroller noch Speicherplatz dafür benötigt werden. Allerdings muss der PC den Steuercode abarbeiten, so dass solche Win-



**Bild 2: Controllerloses Modem (ISA und PCI)**

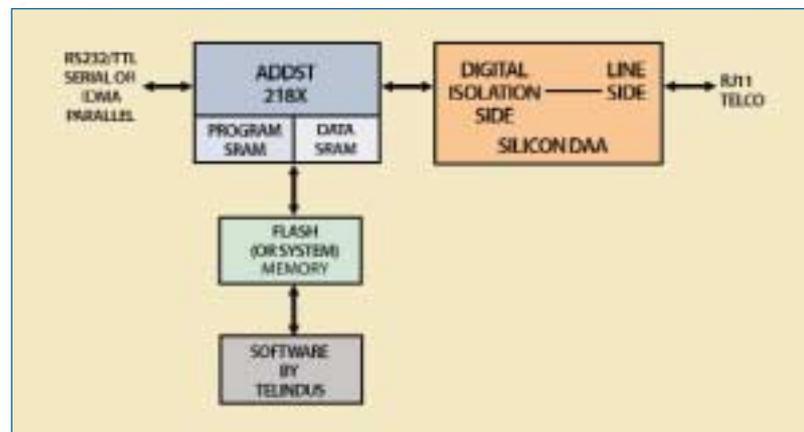
Modems in hohem Maße vom PC-Betriebssystem abhängig sind. Sie funktionieren folglich nur, solange der PC läuft – und sind betroffen von den typischen Installations- und Supportproblemen des PC. Ihre Funktion leidet, wenn der Rechner mit anderen Jobs stark belastet ist. Darüber hinaus benötigen sie zusätzlich eine Datenpumpe mit Speicher. Code-Upgrades und Diagnostik sind nicht redundant und hängen von der Zuverlässigkeit des PCs ab. Software-Upgrades sind aufgrund des begrenzten Speicherplatzes des Modems beschränkt.

### Software-Modems

Softwaremodems, rechnergestützte Modems oder Softmodems arbeiten ohne DSP oder Mikrocontroller, da ihre Steuer- und Datencodes auf dem PC laufen. Dieser Ansatz wurde von den PC-Prozessor-Herstellern verbreitet, um die „kostenlosen“, nicht benötigten MIPS der immer stärkeren Mikroprozessoren zu nutzen, da die Modems den Rechner nur unbedeutend belasten, jedoch gleichzeitig helfen, einen dringenden Upgrade zu rechtfertigen. Diese Modems sind sehr kostengünstig, da sie den bereits vorhandenen Rechner nutzen. Betrachtet man jedoch die Kosten, die im Falle eines Upgrades auf einen ausreichend schnellen Rechner anfallen, um die Modemfunktionen auszuführen, so werden die Kosten eines controller-gestützten bzw. controllerlosen Designs weit überstiegen. Rechnergestützte Modems sind auch in hohem Maße von der Zuverlässigkeit der Rechner abhängig. Auch sind Probleme zu berücksichtigen, die auftreten, wenn viele Arbeiten gleichzeitig durchgeführt werden. Darüber hinaus ist das Modem auf Windows- und Pentium-Anwendungen beschränkt. Der Stromverbrauch und die Kosten pro MIPS für einen Pentium sind viel höher als für einen DSP-gestützten Entwurf, so dass der vom Board verbrauchte Strom berücksichtigt werden

muss, auch wenn die Kosten vernachlässigt werden. Die Kosten der Modem-IP müssen immer noch bezahlt werden, so dass von einem „kostenlosen“ Konzept nicht gesprochen werden kann.

Ein Multifunktions-Embedded-Modem auf DSP-Basis (**Bild 3**) enthält einen programmierbaren DSP, z. B. einen ADSP-218x. Wenn man Controller, Speicher und Datenpumpe in einem einzelnen Baustein integriert, reduzieren sich Platzbedarf, Kosten und Stromverbrauch. Es wird kein separater Mikrocontroller oder zugeordneter Speicher benötigt. Eine



**Bild 3: Multifunktions-DSP-gestütztes Modem**

softwaregestützte UART reduziert darüber hinaus Hardwarekosten, Speicherplatz und Stromverbrauch. Das selbstständige Design arbeitet unabhängig von Rechner und Betriebssystem und bietet aufgrund des integrierten FLASH-Speichers Redundanz und Aktualisierbarkeit der Software. Der Codec fügt internationale Spezifikationen hinzu und benutzt länderspezifische Parameter. Drei Modulationsgeschwindigkeiten sind möglich, wobei jede einzelne dieselben Bauteile, aber ein unterschiedliches Internet-Protokoll (IP) benutzt: bis zu 14,4 kbit/s, bis zu 33,6 kbit/s und bis zu 56 kbit/s.

Das programmierbare Embedded Modem von Analog Devices enthält alle der

erwähnten Vorteile mit nur wenigen Nachteilen. Selbst wenn die PC-Preise fallen, während gleichzeitig die Rechnerleistung steigt, werden Embedded DSP MIPS immer günstiger, zuverlässiger und unabhängiger vom eingesetzten Rechner bleiben.

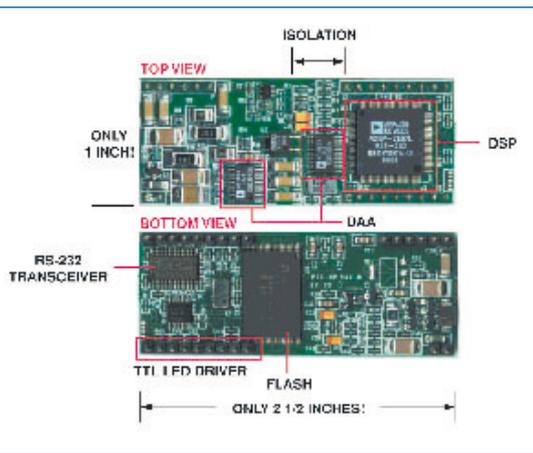
Alle diese Alternativen bis auf das rechnergestützte Design, haben den Nachteil, dass sie dem Wettbewerb mit dem PC-Preisverfall ausgesetzt sind. Da der PC-Preis relativ zum selbstständigen Modem fällt, werden rechnergestützte Modems kosteneffektiver. Zukünftig wird man die Redundanz und die Kosten weiterhin gegeneinander abwägen müssen.

### DAA-Ansätze

Das DAA (Data Access Arrangement) unterstützt die länderspezifischen Anruf-Protokolle und -Kennungen, die für jedes Land spezifiziert werden müssen. Es sind verschiedene DAA-Bauelemente verfügbar, um ein weltweites Arbeiten zu unterstützen. Das DAA managt TIP- und RING-Telefonverbindungen – und enthält einen zweiten Codec für Leitungen ohne Spannungsversorgung, z.B. für

Standleitungen und drahtlose Verbindungen. Mehrere DAAs können von einem einzigen DSP beim Einsatz in Anwendungen mit vielen Leitungen unterstützt werden.

Der DAA-Baustein mit integriertem Codec eliminiert Kosten und Platzbedarf von Umsetzern, Optoisolatoren, Relais und Hybriden. All das wird ersetzt durch zwei kleine TSSO-Gehäuse, die direkt an das DSP angeschlossen sind und dabei die Zuverlässigkeit verbessern, den Bedienkomfort steigern und gleichzeitig Platzbedarf und Kosten senken. Das Design hat eine verbesserte Leistungsfähigkeit, da die Signale digital über die Isolation übermittelt werden. Der DAA-Baustein integriert länderspezifische



**Bild 4:** V.90 EM-Referenzdesign

Spezifikationen in einem einzigen Design und unterstützt sowohl die US-amerikanischen wie auch die internationalen Anrufkennungen ohne Relais über Software-Programmierung für verschiedene Länder. Es ist keine Hardware-Modifikation erforderlich. Fortschrittliches Power-Management, Anrufkennung, und Sleep-Modus sparen Strom und bieten Umweltverträglichkeit, indem sie geringeren Strombedarf und eine längere Lebensdauer der Batterie ermöglichen. Monitorausgang und Mikrofoneingang ermöglichen Sprach- und Telefonie-Anwendungen. Jedes Modemdesign bietet auch Legacy-DAAs, die für Telefonleitungen ohne Stromversorgung wie etwa bei drahtlosen Verbindungen oder Standleitungen verwendet werden.

weniger als 200 mW bei 3,3 V. Es ist kein kundenspezifischer Code notwendig. Die Entwicklungsplattform enthält Modem-Software vom dem ISO 9001-zertifizierten Technologiepartner Telindus von Analog Devices. Das Board kommt mit Anschlüssen für EZ-ICE, JTAG und RS-232 Schnittstelle für Modifikation und Test des AT Kommando-Sets und der S-Register.

### Anwendungen

Geräte, die Embedded Modems zur Kommunikation verwenden, sind u.a. Verkaufsautomaten (die Informationen über verschiedene Inventarebenen mitteilen können und wann sie gefüllt wer-

den müssen), Kiosks, POS-Terminals, Sicherheits- und Überwachungssysteme, Spiele und Automaten, die mitteilen, wann Lieferungen aufgenommen werden müssen. Die Art und Weise, wie das betreffende Gerät über diese Modems kommuniziert, wird durch die Programmierung der zugehörigen Inhalts- und Kommunikationsdaten festgelegt. Geräte, die das Internet nutzen, um Kundeninformationen bereitzustellen und Kommunikation zu ermöglichen, können überall aufgestellt werden. Industriege-

räte können anzeigen, wann sie gewartet werden müssen. Kühlschränke können Rezepte anzeigen, die nur Zutaten aus dem Kühlschrankinhalt verwenden, usw.

Embedded Modems bieten komplette und flexible Entwicklungsalternativen für weltweite Kommunikation in verschiedenen Anwendungen. Jede Anwendung kann mit nur drei Bauteilen aufgebaut werden, bietet unterschiedliche Geschwindigkeiten und kann kostengünstig mit wenig Stromverbrauch und Platzbedarf eingesetzt werden.

Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter [www.analog.com/solutions](http://www.analog.com/solutions) oder über die Kennziffer.



**Rick Blessington** arbeitet in der Software & Systems Technology Division bei Analog Devices.

Typ Trade-Offs (+ und -)	Mit Controller Parallel	Ohne Controller, seriell (oder Winmodem)	Software-Host- basierend	Multifunktional, Program- mier-DSP-basierend
Hostrechner nötig	nein	ja	ja	nein
Redundanz	optimal, arbeitet auch bei Rechnerabsturz weiter	nein, hängt vom Hostrechner ab	nein, hängt vom Hostrechner ab	optimal, arbeitet auch bei Rechnerabsturz weiter
Ausbaufähig	nein	hängt vom Hostrechner ab	schwierig	optimal
Kosten	maximal	angemessen	minimal	angemessen
Nachteile	benötigt Mikrocontroller mit Speicher, um Supervisor-Code zu bearbeiten	benötigt Hostrechner für den Supervisor-Code	benötigt mehr Leistung, beschränkt auf Pentium- und Windows-Applikationen	Preiswettbewerb mit Host-PC-Preispolitik
Alleinstellungsmerkmale	neutrales Betriebssystem	Speicher im Host	nur Software, Supervisor-Code und DSP laufen auf dem Host	Keine Host- oder Betriebssystem-Abhängigkeit. Integrierter Controller und Datenpumpe

**Tabelle 1:** Übersicht, Modem-Architekturen