

Lastmanagement mit dem EIB

U. Kräutner, P. Schuster, Berlin; W. Pohl, Erkner

Nahezu alle Klein- und Mittelbetriebe müssen, wenn ihre Anschlußleistung etwa 30 kW (abhängig vom Energieversorger) übersteigt, neben dem Arbeitspreis einen Leistungspreis zahlen. Ein Energiebezug innerhalb einer Meßperiode über die vereinbarte Bereitstellungsleistung hinaus kann die Stromrechnung für das ganze Jahr belasten. Diese Kosten sollten nicht dem Zufall überlassen bleiben. Im folgenden wird ein Lastcontroller vorgestellt, der auf der Basis des Europäischen Installationsbusses (EIB) ein effektives Lastmanagement ermöglicht. In vielen Fällen kann damit auch die Bereitstellungsleistung reduziert werden.

1 Einsatz eines Lastkontrollsystems

Für Energiekunden, deren Leistungsverbrauch eine bestimmte Größe überschreitet, wird ein Maximum- oder Spitzenlasttarif festgelegt. Dieser Tarif gilt in der Regel bei Leistungen > 30 kW und ist abhängig vom jeweiligen Energieversorgungsunternehmen (EVU). Je nach EVU und Vertrag kann dieser Leistungspreis oder Energiebereitstellungspreis zwischen 150 DM und 350 DM pro kW/Jahr liegen. Die Berechnungsgrundlage für den Leistungspreis ist die mittlere Leistung in einer vereinbarten Meßperiode (in der Regel 1/4 h). Die zeitliche Lage einer Meßperiode wird vom EVU über einen Synchronimpuls vorgegeben. Über den Leistungspreis soll der Stromkunde möglichst auf einen gleichmäßigen

Energieverbrauch orientiert werden. Überschreitet die mittlere Leistung innerhalb einer oder mehrerer Meßperioden die vereinbarte Bereitstellungsleistung, muß der Kunde einen höheren Leistungspreis bezahlen. Kunden mit hohen Lastspitzen werden hier empfindlich „bestraft“. Tatsächlich ist es nicht nur eine Viertelstunde innerhalb eines Jahres, wodurch die

Stromrechnung nachhaltig negativ beeinflusst wird. Erfahrungsgemäß sind von den insgesamt ca. 35.000 Meßperioden eines Jahres etwa 30 bis 40 Viertelstunden kritisch (zufällig hoch). Also etwa 0,1 % des Jahres bedürfen einer aktiven Beeinflussung, der Rest von 99,9 % aber einer Überwachung. Diese Überwachung und im Bedarfsfall eine aktive Beeinflussung des Strombezugsverhaltens kann das Lastkontrollsystem LACON-EIB (Bild 1) übernehmen. Seine Funktionen sind auf den Einsatz in Klein- und Mittelbetrieben abgestimmt.

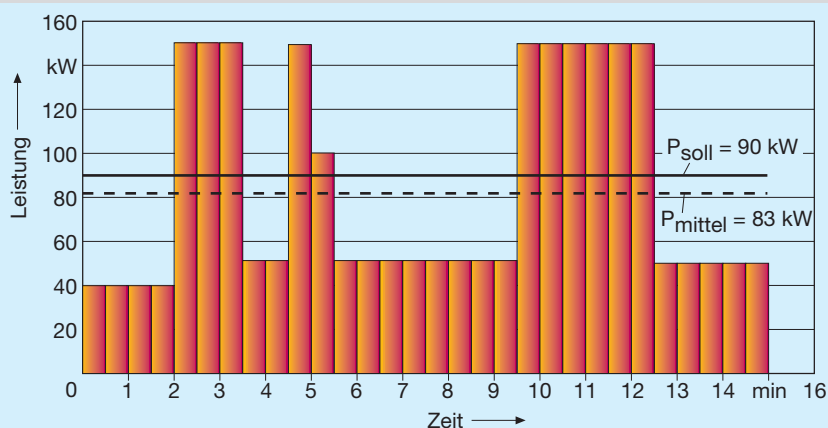
Wenn eine Überschreitung des Leistungsmaximums droht, werden gezielt und sensibel ausgewählte Verbraucher abgeschaltet. Gezielt, d. h., nur die Verbraucher, die maßgeblichen Einfluß auf das Verbrauchsverhalten haben und deren kurzzeitige Abschaltung den Arbeitsprozeß nicht stört, werden vom Netz getrennt.

Sensibel, d. h., die Verbraucher werden nur dann und nur solange vom Netz genommen, wie eine Überschreitung des Maximums droht.

Die Abschaltung der Verbraucher kann

Autoren

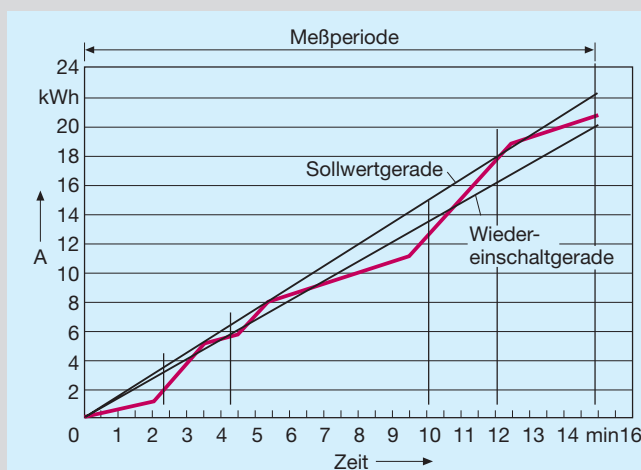
Dipl.-Ing. Uwe Kräutner und Dipl.-Ing. Peter Schuster sind Entwicklungsingenieure der Fa. AUCOTEAM GmbH, Berlin. Dr.-Ing. Wolfgang Pohl ist Geschäftsführer des Ingenieurbüros Pohl-Projekt, Erkner.



② Leistungsverlauf während einer Meßperiode



① Lastcontroller LACON-EIB



③ Arbeit-Zeit-Diagramm

prioritätsgesteuert erfolgen. Um den störungsfreien Betrieb sicherzustellen, können das Abwurfverhalten und die Wiedereinschaltung über Parameter beeinflusst werden. Solche Parameter sind maximale Ausschaltzeit, minimale Entfernung untereinander und zum Zählerplatz haben. Durch den Einsatz des Zweidraht-Installationsbusses EIB ist mit dem Lastcontroller eine kostengünstigere Installation möglich. Im folgenden wird die Funktion des Lastcontrollers beschrieben und das Einbinden in ein EIB-Projekt gezeigt.

Die Schaltbedingungen einiger Kanäle lassen sich auch mit wichtigen Ereignissen Verknüpfen.

Bei konventionellen Geräten für das Lastmanagement ist der Verkabelungsaufwand hoch, da die Verbraucher häufig eine größere räumliche Entfernung untereinander und zum Zählerplatz haben. Durch den Einsatz des Zweidraht-Installationsbusses EIB ist mit dem Lastcontroller eine kostengünstigere Installation möglich. Im folgenden wird die Funktion des Lastcontrollers beschrieben und das Einbinden in ein EIB-Projekt gezeigt.

2 Wirkungsweise

Bild 2 zeigt das Verhalten eines Stromabnehmers während einer Meßperiode von 15 min. Der zeitliche Verlauf der von 40 kW bis 150 kW schwankenden Leistung ist im allgemeinen zufällig und davon abhängig, welche Lasten wie lange zugeschaltet werden. Aus dem Verlauf ergibt sich eine mittlere Leistung von etwa 83 kW. Damit liegt der Wert der mittleren Leistung unterhalb der mittleren Sollleistung, obwohl in einigen Abschnitten der Meßperiode mehr Leistung angeschlossen war.

Das Arbeit-Zeit-Diagramm Bild 3 zeigt, daß im betrachteten Zeitraum die bezogene Arbeit 20,9 kWh beträgt. Der im Bild 2 gezeigte Verlauf könnte das Ergebnis der Arbeit des Lastcontrollers sein, wie Bild 3 zeigt. Eingestellt wurde ein Sollwert von 90 kW für die einzuhaltende mittlere Leistung im Meßintervall (hier 15 min). Wäre die entnommene Leistung der Sollwert-Leistung entsprechend über die Meßperiode konstant 90 kW, ergäbe sich der Verlauf der bezogenen Arbeit als stetig steigende Gerade und hätte am Intervallende den Wert von 90 kW · 1/4 h = 22,5 kWh.

Genau dieses Abnahmeverhalten ist der Idealfall für den Energieversorger. Im Bild 3 ist diese Idealgerade als „Sollwertgerade“ bezeichnet. Sie wird vom Lastcontroller verwendet, um zu beliebigen Zeiten im Meßintervall zu bewerten, ob die zeitanteilige Arbeit über dem Sollwert liegt oder darunter.

Die praktische Umsetzung dieser Strategie ist relativ einfach. Man bestimmt die dem Endwert der Sollwertgeraden entsprechende maximale Arbeit am Intervallende des Zählers. Über diesen Endwert ist die Sollwertgerade eindeutig bestimmt. Kontinuierlich wird dann die verbrauchte Arbeit mit der nach der Sollwertgerade „zulässigen“ zeitanteiligen Arbeit verglichen. Droht die Arbeit ihren zeitanteiligen Sollwert zu überschreiten, z. B. in der 3. Minute, müssen Verbraucher vom Netz getrennt werden. Beim Unterschreiten eines bestimmten Wertes, im Bild 3 durch die sog. Wiedereinschaltgerade repräsentiert, werden diese Ver-

braucher wieder zugeschaltet (hier zwischen der 4. und 5. Minute). Am Anfang der 5. Minute wird die angeschlossene Leistung von 150 kW auf 100 kW zurückgeschaltet. Die Sollwertgerade ist hier noch nicht erreicht, d. h., der Abschaltvorgang wurde nicht vom Lastcontroller ausgelöst. Hier liegt offensichtlich ein ganz normales Abschalten eines Verbrauchers vor. Zwischen der 9. und 10. Minute werden neue Verbraucher eingeschaltet. Die Kurve steigt an. In der 12. Minute wird wieder die Sollwertgerade erreicht und der Controller ergreift Gegenmaßnahmen, um ein Überschreiten des zulässigen Maximums zu verhindern.

3 Anschluß des Lastcontrollers

Der Lastcontroller LACON-EIB ist ein Reiheneinbaugerät (REG) mit einer Breite von 7 Teilungseinheiten (1 TE = 18 mm), das auf eine Normhutschiene nach EN 50022 – 35 x 7,5 aufgerastet wird. Der Anschluß an den Bus erfolgt mittels Busklemme (Klemmblock rot), die Versorgung mit der Hilfsspannung 24 V über Schraubklemmen, vorzugsweise mit der ungefilterten Spannung aus einer EIB-Spannungsversorgung.

Zum Anschluß an den Energiezähler (Mengenimpulse, Zeittakt und Tarifschaltung) sind drei Eingänge vorhanden. Diese Eingänge sind als Schraubklemmen ausgeführt (bis 2,5 mm²). Sie besitzen je Eingang 3 Klemmen. Für die Abfrage eines potentialfreien Kontaktes sind die Anschlüsse zwischen M, T, S und 1 zu belegen. Für die Abfrage eines Signals 24 V DC werden die Anschlüsse zwischen M, T, S und 0 beschaltet. Im Regelfall erfolgt die Weitergabe der Informationen aus Tarifschaltgeräten und Geberzählern mit SO-Schnittstellen nach DIN 43864 galvanisch getrennt über Trennrelais, denn das EVU gestattet keinen Direktzugriff zu seinen Geräten.

4 Lastcontroller in ein Projekt einfügen und parametrieren

Bevor ein Lastcontroller in ein Projekt eingefügt werden kann, sind einige Vorbereitungen notwendig. Der Inbetriebnahme-PC muß zuerst mit dem Service-Release B der EIB-Tool-Software ETS2 V1.1 nachgerüstet werden. Das Service-Release läßt sich über das Internet herunterladen (www.eiba.com). Anschließend wird die Produktdatenbank „auco002.vd1“ von der Diskette eingelesen.

4.1 Kommunikationsobjekte

Wie in der EIB-Technik üblich, erfolgt das Einbinden des Gerätes in ein EIB-Netzwerk über

- die Vergabe einer physikalischen Adresse und

Gebäude-Ansicht [Versuch Maximumwächter 4]

Phys. Adresse	Beschreibung	Sequenz	Adr	Pro	Par	grp	Rpt	Produkt	Bestellnummer
01.01.056								LACON-EIB	89711-01.0101.01
Objektname	Gruppe	Funktion	TYP	Priorität	K				
0 Eingang Kanal 1	2/1/1	Eingang Kanal 1	1 Bit	Auto	✓				
1 Eingang Kanal 2	2/1/2	Eingang Kanal 2	1 Bit	Auto	✓				
2 Eingang Kanal 3	2/1/3	Eingang Kanal 3	1 Bit	Auto	✓				
3 Eingang Kanal 4	2/1/4	Eingang Kanal 4	1 Bit	Auto	✓				
4 Eingang Kanal 5		Eingang Kanal 5	1 Bit	Auto	✓				
5 Eingang Kanal 6		Eingang Kanal 6	1 Bit	Auto	✓				
6 Eingang Kanal 7	1/1/1	Eingang Kanal 7	1 Bit	Auto	✓				
7 Eingang Kanal 8	1/1/2	Eingang Kanal 8	1 Bit	Auto	✓				
8 Eingang Kanal 9	1/1/3	Eingang Kanal 9	1 Bit	Auto	✓				
9 Eingang Kanal 10	1/1/4	Eingang Kanal 10	1 Bit	Auto	✓				
10 Ausgang Kanal 1	2/1/5	Ausgang Kanal 1	1 Bit	Auto	✓				
11 Ausgang Kanal 2	2/1/6	Ausgang Kanal 2	1 Bit	Auto	✓				
12 Ausgang Kanal 3	2/1/7	Ausgang Kanal 3	1 Bit	Auto	✓				
13 Ausgang Kanal 4	2/1/8	Ausgang Kanal 4	1 Bit	Auto	✓				
14 Ausgang Kanal 5		Ausgang Kanal 5	1 Bit	Auto	✓				
15 Ausgang Kanal 6		Ausgang Kanal 6	1 Bit	Auto	✓				
16 Ausgang Kanal 7	1/1/5	Ausgang Kanal 7	1 Bit	Auto	✓				
17 Ausgang Kanal 8	1/1/6	Ausgang Kanal 8	1 Bit	Auto	✓				
18 Ausgang Kanal 9	1/1/7	Ausgang Kanal 9	1 Bit	Auto	✓				
19 Ausgang Kanal 10	1/1/8	Ausgang Kanal 10	1 Bit	Auto	✓				
20 Externe Bedingung Kanal 6 (Einschalten)		Externe Einschaltbedingung	1 Bit	Auto	✓				
21 Externe Bedingung Kanal 7 (Einschalten)		Externe Einschaltbedingung	1 Bit	Auto	✓				
22 Externe Bedingung Kanal 6 (Ausschalten)		Externe Ausschaltbedingung	1 Bit	Auto	✓				
23 Externe Bedingung Kanal 7 (Ausschalten)		Externe Ausschaltbedingung	1 Bit	Auto	✓				
24 Warnung	3/1/0	Warnung	1 Bit	Auto	✓				
25 Störung	3/1/1	Störungsmeldung	1 Bit	Auto	✓				
26 Tarifschaltung		Umschaltung EIB / Eing.	1 Bit	Auto	✓				
27 Konfig	4/0/0	Kommunikation mit ATS	14 Byte	Auto	✓				

4 Gruppenadressen LACON-EIB

5 Allgemeine Parameter

6 Parameter Kanal 6 und 7

- die logischen Verknüpfungen zwischen Sensor (z. B. Schalter), Aktor (z. B. binärer Ausgang zur Schaltung von Lasten) und Lastcontroller über die Vergabe von Gruppenadressen.

Der Sensor und der Aktor sind dabei nie direkt über eine Gruppenadresse miteinander verbunden. Soll eine Last in kritischen Zeiten vom Lastcontroller abgeschaltet werden, muß die Gruppenadresse eines Schalters immer mit einem der Eingangsobjekte (z. B. Eingang Kanal 1) des Lastcontrollers verbunden sein. In das zugehörige Ausgangsobjekt (Ausgang Kanal 1) muß die Gruppenadresse der Last (des Aktors) eingetragen werden (Bild 4). Das Einschalt- bzw. Ausschalttelegramm gelangt also zuerst zum Lastcontroller und wird von diesem nach Bewertung der aktuellen Energiebilanz und der parametrisierten Eigenschaften der Kanäle über das Ausgangsobjekt dem Aktor zugeführt.

Ein Einschalttelegramm meldet somit eine Last beim Lastcontroller an, ein Ausschalttelegramm meldet diese Last wieder ab. Nur angemeldete Lasten werden bei Zwangsabschaltungen bzw. Wiederschaltungen durch den Lastcontroller berücksichtigt.

Wird vom Lastcontroller ein Einschalttelegramm empfangen, so ist die zugehörige Last angemeldet. Droht zu diesem Zeitpunkt die Überschreitung der Bereitstellungsleistung durch die mittlere Leistung innerhalb der Meßperiode, so wird die Last zunächst nicht zugeschaltet. Erst nach dem Erreichen der Wiedereinschaltgeraden (Bild 3) wird das Einschalttelegramm an die Last weitergereicht.

Zur Zeit werden von LACON-EIB 10 Eingangsobjekte (Objekte 0 bis 9) und 10 Ausgangsobjekte (Objekte 10 bis 19) unterstützt. Für die Kanäle 6 und 7 existieren noch jeweils 1 Objekt für eine Einschaltbedingung (Objekte 20 und 21) sowie 1 Objekt für eine Ausschaltbedingung (Objekte 22 und 23). Werden diese Objekte mit einer Gruppenadresse belegt, können die Kanäle 6 und 7 auch mit äußeren physikalischen Bedingungen verknüpft werden (externe Sensoren). Eine Kühlwasserpumpe darf z. B. nur dann abgeschaltet werden, wenn

die Temperatur einen unbedenklichen Grenzwert unterschritten hat. Das Objekt 24 (Warnung) kann mit einer Gruppenadresse belegt werden, wenn beim Erreichen der Vorwarnschwelle ein Telegramm mit dem Wert 1 gesendet werden soll. Die Vorwarnschwelle zeigt an, daß es in Kürze zur Zwangsabschaltungen kommen kann. Sie kann über einen Parameter eingestellt werden (Bild 5).

Die Objekte 25 bis 27 können für eine Störmeldung, zur Tarifschaltung über den EIB und zur Kommunikation mit einem PC-Programm (Auswertung der im Lastcontroller geführten Archive) eingesetzt werden. Das Auswerteprogramm befindet sich noch in der Entwicklung.

4.2 Parameter von LACON-EIB

Folgende allgemeine Parameter (Bild 5) lassen sich mit Hilfe der ETS einstellen:

- **Impulswertigkeit:** Einstellen der Wertigkeit eines Mengenimpulses (0,001 bis 100 kWh in Schritten von 0,1 kWh)
- **Meßperiode:** Vom EVU vorgegebene Meßperiode (10 bis 100 min in Schritten von 1 min)
- **Sollwert 1:** Mittlere Leistung innerhalb einer Meßperiode für den Tarif 1 (0,0 bis 999,9 kW)
- **Vorwarnschwelle 1:** Mittlere Leistung innerhalb einer Meßperiode für den Tarif 1, bei der eine Warnung ausgegeben werden soll (0,0 bis 999,9 kW)
- **Sollwert 2:** Mittlere Leistung innerhalb einer Meßperiode für den Tarif 2 (0,0 bis 999,9 kW)
- **Vorwarnschwelle 2:** Mittlere Leistung innerhalb einer Meßperiode für den Tarif 2, bei der eine Warnung ausgegeben werden soll (0,0 bis 999,9 kW)
- **Neutralbereich 1:** Legt die Lage der Wiedereinschaltgeraden für den Tarif 1 fest (0 bis -15% zur Sollwertgeraden)
- **Neutralbereich 2:** Legt die Lage der Wiedereinschaltgeraden für den Tarif 2 fest (0 bis -15% zur Sollwertgeraden)
- **Externer Synchronimpuls:** Hier wird festgelegt, ob LACON-EIB mit dem externen Impuls des EVU oder mit einer internen Meßperiode arbeiten soll (aktiv, passiv)

- **Tarifschaltung über Bus:** Legt die Art der Tarifschaltung fest (aktiv – über Bus, passiv – Tarifeingang LACON-EIB)

Neben den allgemeinen Parametern kann jeder Kanal von LACON-EIB separat parametrisiert werden:

- **Kanal 1:** Priorität (1 bis 10)
- **Kanal 2 bis 5:** Priorität (1 bis 10), Ausschalten sofort gültig (ja, nein), max. Ausschaltzeit (0 bis 1200 s), min. Ausschaltzeit (0 bis 1200 s), min. Einschaltzeit (0 bis 1200 s)
- **Kanal 6 und 7:** Priorität (1 bis 10), Ausschalten sofort gültig (ja, nein), max. Ausschaltzeit (0 bis 1200 s), min. Ausschaltzeit (0 bis 1200 s), min. Einschaltzeit (0 bis 1200 s), externe Verknüpfung für Einschalten (KEINE, UND, ODER), externe Verknüpfung für Ausschalten (KEINE, UND, ODER)
- **Kanal 8 bis 10:**

Priorität (1 bis 10), Ausschalten sofort gültig (ja, nein), max. Ausschaltzeit (0 bis 1200 s), min. Einschaltzeit (0 bis 1200 s)
Das Bild 6 zeigt den Parameterdialog der Kanäle 6 und 7. Die Parameterdialoge der anderen Kanäle sind ähnlich aufgebaut.

5 Zusammenfassung

Der Lastcontroller LACON-EIB bietet effiziente Verfahren zur Überwachung des Energiebezuges und zur aktiven Einflußnahme für kleine und mittlere Unternehmen (Bereitstellungsleistungen zwischen 30 kW und 999,9 kW). Damit wird gesichert, daß die Sollwertgerade nicht überschritten wird. In vielen Fällen kann deshalb auf einen Synchronimpuls des EVU verzichtet werden. Die Installation wird damit preiswerter.

Mit der Liberalisierung des Strommarktes und der Senkung des Arbeitspreises für elektrische Energie gewinnen die Kosten für die Bereitstellungsleistung an Bedeutung. Das Energiemanagement wird damit auch für Klein- und Mittelbetriebe interessant. Die Kosten für den Einsatz des Lastkontrollsystems amortisieren sich ggf. bereits innerhalb eines Jahres.