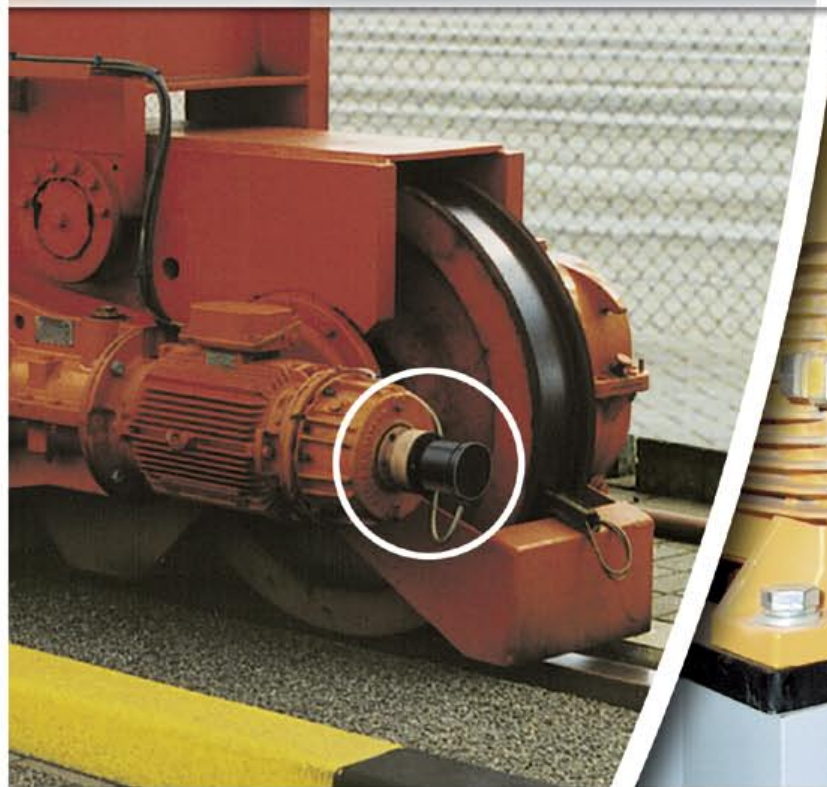


OUTDOOR



HeavyDuty

INDOOR



Merkmale der HeavyDuty-Technik

Anforderungen an Drehgeber im rauen Industrieinsatz

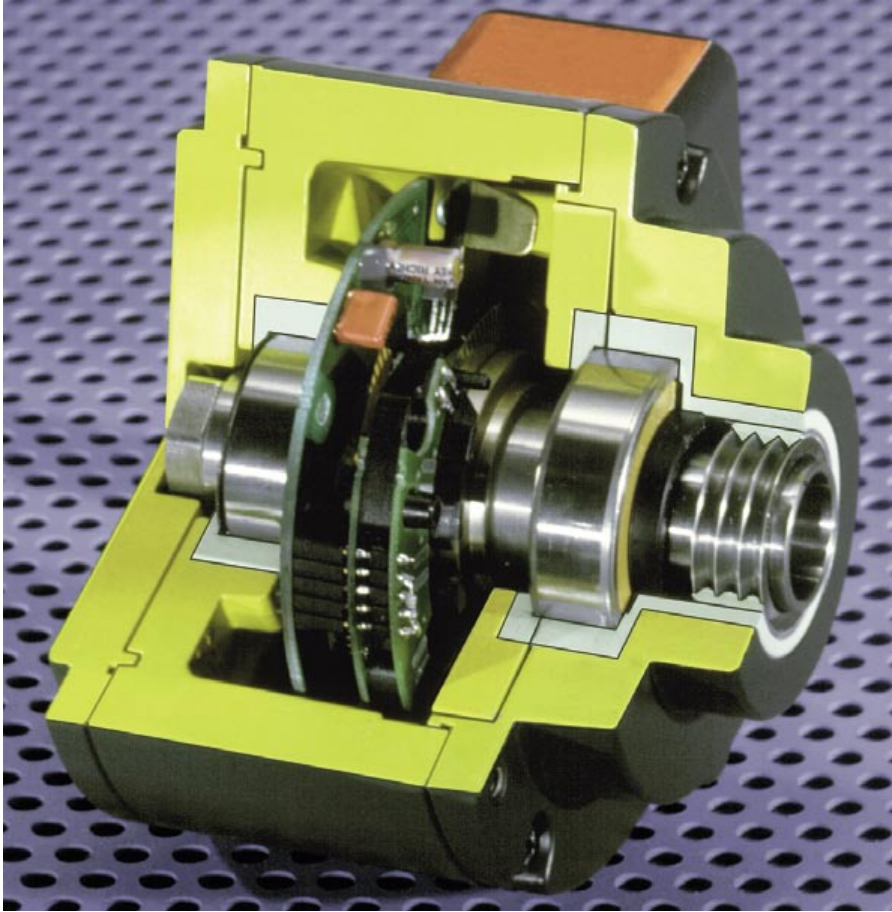


Bild 1: HeavyDuty-Technik in Höchstform: massives Leichtmetallgehäuse, große, isoliert eingebaute Kugellager, Abtastelektronik mit Leistungs-Transistoren, Labyrinth-Dichtung

durch den heute zum Industriestandard gewordenen EURO-Flansch B10 mit einem Wellendurchmesser von 11 mm und durch folgende mechanische und elektrische Attribute der HeavyDuty-Technik aus.

Anforderungen an die Mechanik

Papiermaschinen sorgten erneut für einen Innovationsschub, als die HeavyDuty-Technik auf den Hohlwellen-Drehgeber HOG 10 zum direkten Anbau an die Antriebsmaschinen übertragen wurde, **Titelbild** rechts oben. Die robuste Konstruktion lässt auch einen Einsatz im Freien zu, **Titelbild** links oben und unten. In dem massiven Druckguss-Gehäuse, **Bild 1**, sind auf beiden Seiten der Abtast-Elektronik reichlich dimensionierte Kugellager angeordnet. Diese Konstruktion beansprucht zwar etwas mehr Platz als die einseitige Lagerung üblicher Drehgeber, bietet aber den Vorteil, dass die Welle großen Kräften in radialer und axialer Richtung gewachsen ist. Dies eröffnet die Möglichkeit, die Welle zu verlängern, um ein zweites System aufzunehmen, beispielsweise einen mechanischen Fliehkraftschalter, der bei Überschreiten einer vorgegebenen Grenzdrehzahl einen Schaltprozess auslöst, oder einen elektronischen Drehzahlschalter, der mit einer oder drei einstellbaren Schaltdrehzahlen Steuerungsaufgaben in der Antriebstechnik übernimmt.

Die verlängerte Welle steht aber auch für den Anbau eines zweiten Drehgeber-Systems zur Verfügung, **Titelbild** rechts unten, das, wie die beiden Klemmenkästen andeuten, elektrisch getrennt vom ersten System ist. Hiermit lassen sich unabhängige Regelkreise aufbauen – auch mit unterschiedlichen Strichzahlen – oder auch redundante Signale für die Sicherheitsüberwachung gewinnen.

Die beiden Kugellager sind, wie **Bild 1** zeigt, isoliert im Gehäuse eingebaut, um Wellenströmen der Antriebsmaschine keinen Weg zum geerdeten Gebergehäuse zu bieten. Diese Ströme sind eine große Gefahr für die Kugellager, da Funken-erosion bleibende Schäden an den Kugeln und den Laufflächen der Lager verursachen kann. Eine Labyrinth-Dichtung hält

Lothar Wilhelmy, Kai-Hans Otto

Drehgeber zur Drehzahl-Erfassung geregelter Antriebe werden in einigen hunderttausend Stück in Deutschland hergestellt. Der größte Anteil entfällt auf Geber für Servomotoren mit 58 mm Gehäusedurchmesser. Im Maschinen- und Anlagenbau werden bezüglich Baugröße und damit mechanischer und elektrischer Robustheit besondere Anforderungen gestellt. Der Beitrag erläutert die Technik der in rauen Umgebungsbedingungen bewährten Drehgeber. Schließlich können Stillstandskosten schnell sehr hohe, die Kosten der Geber um ein Vielfaches übersteigende Werte erreichen.

Autoren: Dr.-Ing. Lothar Wilhelmy ist Geschäftsführer und Dipl.-Ing. Kai-Hans Otto Konstruktionsleiter der Hübner Elektromaschinen GmbH, Berlin

Kurzer Rückblick

Die HeavyDuty-Technik hat bei Hübner in Berlin ihre Wurzeln 1934 mit der Entwicklung eines voll gefluteten Unterwassermotors – eine Pioniertat wegen der damals noch unzureichenden Isolationsmaterialien. Diese Erfahrungen des Elektromaschinenbaus kamen dem Unternehmen 1955 zugute, als die Bundesrepublik Deutschland in Rourkela (Indien) das modernste Stahlwerk der damaligen Zeit errichtete und Hübner für die Antriebe des Warmwalzwerks die Tachogeneratoren entwickelte und lieferte. Dies war die Geburtsstunde der Drehzahl-Sensoren in HeavyDuty-Technik, denn die gewonnenen Erfahrungen wurden 1978 auf den robusten inkrementalen Drehgeber OG 9 übertragen, der kurze Zeit später als POG 9 für den Einsatz an Papiermaschinen angepasst wurde. Das "P" in der Typenbezeichnung des im Maschinen- und Anlagenbau inzwischen weit verbreiteten Produkts weist auf den ursprünglichen Einsatzzweck hin: Diese Drehgeber zeichneten sich von Anfang an

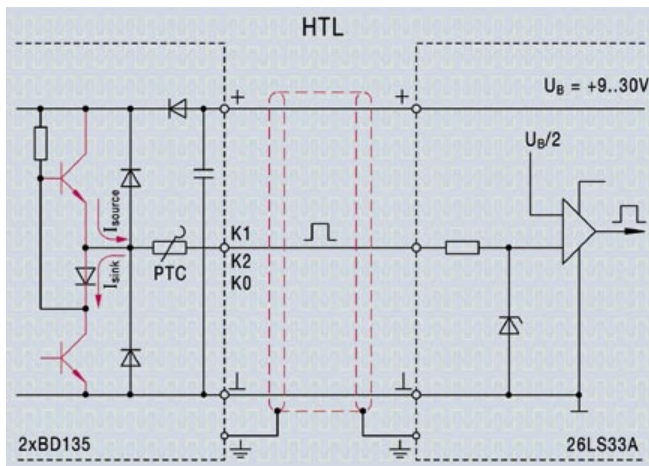


Bild 2: Hochvolt-Transistor-Leitungstreiber (HTL-Technik) mit Leistungs-Transistoren zum Treiben langer Leitungen

als erste Instanz Staub von den abgedichteten Lagern ab.

Weiteres Merkmal der HeavyDuty-Technik sind die großen, um 180° drehbaren, EMV-gerechten Klemmenkästen, die einen Kabelabgang links oder rechts vom Drehgeber zulassen. Kundenspezifische Lösungen mit innenliegenden Kabelanschlussklemmen, Metallstecker oder herausgeführtem Kabel sind ebenfalls möglich.

Anforderungen an die Elektronik

Die Abtast-Elektronik mit der Inkrementalscheibe ist, wie bereits erwähnt, zwischen den Lagern untergebracht. Wenn möglich, besteht die Inkrementalscheibe aus Gründen der Schockresistenz aus Metall. Kunststoffscheiben kommen, obwohl ebenfalls schockresistent, nicht zum Einsatz, da sie dazu neigen, bei Temperatur nicht formstabil und gegen chemisch aggressive Umwelteinflüsse nicht resistent zu sein.

Einfallende Stillstandsbremsen können Schockwellen bis 2000 g auf die Hohlwellen-Drehgeber übertragen

Die Abtastung übernehmen schock- und rüttelfeste Opto-ASICs mit Helligkeitsgeregelten LEDs. Die Rechteck-Signale müssen bei HeavyDuty-Drehgebern meist über längere Strecken übertragen werden, die in hohem Maße elektromagnetisch gestört sein können, insbesondere dann, wenn die Signalkabel in Nachbarschaft zu Motorkabeln verlegt sind. Hübner setzt deshalb von Anbeginn Hochvolt-Transistor-Leitungstreiber (HTL) mit Signalpegeln bis 30 V als Standard ein, damit ein entsprechend hoher Signal-Störspannungsabstand zum sicheren

Bild 4: Messplatz für Stoßspannungen zum Optimieren der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)



Bild 3: Bestückte Leiterplatten werden auf Resonanzfrequenzen untersucht



Detektieren der Signale am Empfangsort gewährleistet ist.

Signalkabel weisen eine Kapazität in der Größenordnung von 100 pF/m auf, so dass beispielsweise bei einem 100 m langen Kabel die Push-Pull-Leitungstreiber jedes Kanals eine Kabelkapazität von 10 nF ständig mit der Schaltfrequenz laden und entladen müssen. Bei einer Flankensteilheit der Rechtecksignale von typisch 10 V/μs ergibt sich ein Lade- und Entladestrom von 100 mA. Noch längere Kabel, bei denen ein Wellenwiderstand von $Z \approx 120 \Omega$ ins Spiel kommt, belasten die Leitungstreiber bei Signalpegeln von 30 V mit Strömen bis 250 mA. Die Leitungstreiber der Hübner-Drehgeber ab Baureihe 9 (entspricht rund 90 mm Gehäuse-Durchmesser) sind deshalb mit Leistungs-Transistoren für Spitzenströme bis 300 mA ausgelegt, **Bild 2**. Die Leistungs-Transistoren sind darüber hinaus in der Lage, bei Kurzschluss auch hohe Verlustleistungen zu übernehmen. Zwischen ihnen angebrachte PTC erfassen den Temperaturanstieg und reduzieren den Ausgangsstrom auf ungefährliche Werte, wobei die Ausgangssignale aufrecht erhalten werden. Hierin unterscheidet sich diese deutlich aufwändigere Technik von Leitungstreiber-ICs, die bei Kurzschluss alle Ausgänge und damit die

Signale abschalten, was im Drehzahlregler undefinierte Zustände verursachen kann. Der Platzbedarf der Leistungs-Transistoren und deren Wärmeabfuhr erfordert ein gewisses Gehäusevolumen, das aber bei den Hübner-Drehgebern ab Baureihe 9 gegeben ist. In der Praxis hat es sich bewährt, die Verlustleistung zu begrenzen, indem die Signalkabel nicht mit dem Wellenwiderstand, sondern mit 1 kΩ abgeschlossen werden. In besonders gestörter Umgebung steht die HTL-Technik auch mit invertierten Signalen zur Verfügung. Die sechs Kanäle erfordern damit sechs Leistungsendstufen gemäß **Bild 2**.

Qualitätstests bestätigen die Robustheit

Die mechanische und elektrische Robustheit wird nicht nur in die Drehgeber hineinkonstruiert, sondern auch in umfangreichen Untersuchungen unter Beweis gestellt.

■ **Resonanzfrequenzen:** Während der Entwicklungsphase werden die bestückten Leiterplatten auf einem in Frequenz und Amplitude durchstimmbaren Messplatz (Sinus-Gleitprüfung 10 bis 2000 Hz)



Bild 5: Schwingungsprüfung des aktiv betriebenen Drehgebers (rechts) in x-, y- und z-Richtung



Bild 6: In der Staubkammer werden die Drehgeber eingeblasenem Quarzmehl ausgesetzt



Bild 7: Single- und Multiturgeber mit Hohl- oder Vollwelle in HeavyDuty-Technik ergänzen die Familie der robusten Drehgeber

auf Resonanzfrequenzen der Bauteile untersucht und optimiert, **Bild 3**.

- Die **Elektromagnetische Verträglichkeit** (EMV) wird an einem Stoßspannungsmessplatz, **Bild 4**, in Anlehnung an EN 6100-4-4 und -5 auf Burst-Festigkeit geprüft: Die auf der 1 m langen Koppelstrecke kapazitiv auf die Kabeladern übertragenen Spannungsimpulse bis 4 kV müssen von den Leitungstreibern verkräftet werden. Unter den gleichen Bedingungen wird auch die Signalübertragung zu Signalempfängern, etwa die Hübner-Pegelumsetzer HEAG 151 bis 154, überprüft.

Den hausinternen Prüfungen schließen sich umfangreiche Untersuchungen in einem akkreditierten Prüfinstitut an:

- Die **Schwingungs-Prüfung** der vollständigen Drehgeber gemäß IEC 60068-2-6 findet in x-, y- und z-Richtung im angetriebenen, elektrisch aktiven Zustand statt, **Bild 5**.
- Die **Dauerschock-Prüfung** nach IEC 60068-2-27 und -29 unterwirft die Drehgeber einer Schock-Beschleunigung von 2000 m/s² bei einer Schockdauer von 6 ms in allen drei Ebenen. Diese Prüfung hat besondere Bedeutung erlangt, seit mit einem massearmen Beschleunigungsaufnehmer nachgewiesen werden konnte, dass einfallende Stillstands-

bremsen Schockwellen bis 2000 g in die Antriebswelle und damit direkt auf die Hohlwellen-Drehgeber übertragen.

Zum Nachweis der **Schutzart IP** (International Protection) nach IEC 60529 werden die Drehgeber auf "Schutz gegen Eindringen fester Fremdkörper" (erste Ziffer) und auf "Schutz gegen Eindringen von Wasser" (zweite Ziffer) geprüft:

- Die **Staubschutz-Prüfung** nach IP 5X setzt die Drehgeber für 8 Stunden einer wirbelnden Luftströmung mit fein verteiltem Quarzmehl aus, **Bild 6**. Zum Nachweis der Staubschutzprüfung gemäß IP 6X wird die Prüfung durch Unterdruck verschärft, indem die Drehgeber mit einer Bohrung versehen und an eine Vakuumpumpe angeschlossen werden.
- Bei der **Strahlwasser-Prüfung** nach IP X6 („Schutz gegen starkes Strahlwasser oder schwere See“) trifft ein Wasserstrahl mit 100 l/min und 12 bar auf den Prüfling. Die Dichtheit gemäß IP X7 wird durch Untertauchen in 1 m Wassertiefe überprüft.
- Drehgeber für den maritimen Einsatz werden zusätzlich einem **Salzsprühnebeltest** und zum Nachweis der **Tropentauglichkeit** feuchter Wärme unterworfen.

Weitere Prüfungen, unter anderem Temperatur, Isolationswiderstand und Hochspannung, runden das Prüfprogramm ab. Umfangreiche **Qualitäts-Zertifikate** bestätigen die erfolgreich bestanden Prüfungen und geben dem Kunden die Sicherheit, dass Hübner-Drehgeber rauen Einsatzbedingungen gewachsen sind. Die Zertifikate und weitere Details der Hübner-Technik können unter www.huebner-berlin.de abgerufen werden. Die bewährte HeavyDuty-Technik ist inzwischen auch auf robuste Single- und Multiturgeber mit Hohl- oder Vollwelle übertragen worden, **Bild 7**.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich Hübner-Drehgeber in HeavyDuty-Technik deutlich von Standard-Drehgebern unterscheiden, und dass eine jahrelange, in der Praxis erprobte Erfahrung erforderlich ist, um die vom Maschinen- und Anlagenbau geforderte hohe Robustheit und Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Erweiterter Sonderdruck aus
KEM Januar 2005 und
antriebstechnik April 2005

Hübner Elektromaschinen GmbH
Postfach 61 02 71
D-10924 Berlin

www.huebner-berlin.de
Hotline: +49 (0)30/69003-111