

Fachartikel erschienen im Konradin-Verlag

Einsehbar unter:

<https://kem.industrie.de/steuerungstechnik/industrielle-bedienloesungen-von-ebe/>

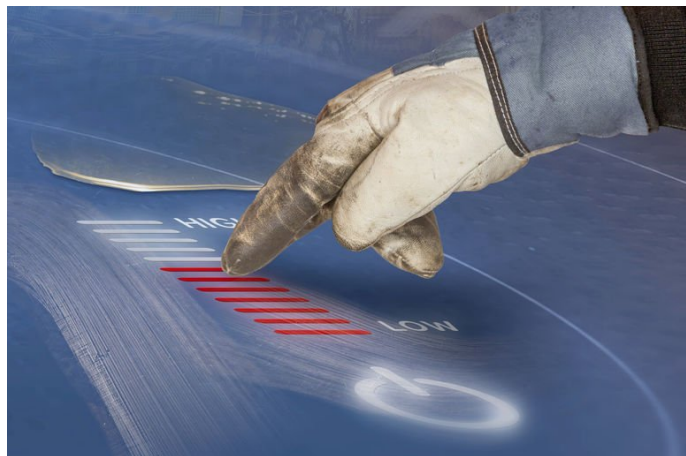
Januar 2020

Industrielle Bedienlösungen von EBE

Kapazitive Taster überschreiten Grenzen. Sie nehmen es jetzt mit Heiß-dampf, Kühlschmierstoffen, Säuren, Schmutz und fettigen Handschuhen auf.

Unverwüstliche Hardware, multiple Elektrodenstrukturen und ausgetüftelte Algorithmen müssen zusammenkommen. Dann können sie in der rauen Industriewelt ihren Nutzen entfalten.

Damit ist eine neue Ära der Mensch-Maschine-Interaktion angebrochen.



Christoph Mühlhäuser, Leiter Business Development, Elektro-Bau-Elemente GmbH, Leinfelden-Echterdingen

1. Im Jahre 1940 erstmalig patentiert
2. Bedenken in der Industrie
3. Widerstandsfähig und flach
4. Störende Einflüsse
5. Ansatz für kapazitive Taster adaptiert
6. Lernen, was der Mensch will
7. Kriterien fürs Projekt

Die Idee bewegt die industrielle Forschung seit über 50 Jahren. Berührungsempfindliche Tasten und Bedienfelder könnten eine Alternative zu mechanischen oder mechatronischen Schaltern sein. Mensch-Maschine-Schnittstellen ohne bewegliche Teile würden nicht verschleißen. Sie wären wartungsfrei. Sie vereinfachen manuelle Tätigkeiten.

Und sie lassen sich beliebig designen, brauchen wenig Platz und eignen sich für viele Anwendungen. So lauteten einige Erwartungen.

Seite | 1

Im Jahre 1940 erstmalig patentiert

Zu den Ideengebern zählte Eric Johnson von der britischen Forschungseinrichtung Royal Radar Establishment in Malvern. Er berichtete erstmals 1965 über seine Entwicklung eines kapazitiven Touchscreens. Fortschritte brachten unter anderem Patente von Willis A. Larson, Magic Dot Inc., aus dem Jahr 1971 oder von Dieter Michalski, ITT Inc., aus dem Jahr 1978. Larson wies darauf hin, dass die grundlegende Technologie bereits 1940 patentiert worden war. Heute wächst eine ganze Generation mit der Technologie auf: mit dem Smartphone in der Hand und dem Touchdisplay am Kühlschrank in der Küche sowie in modernen Designs der neuesten PKWs und Nutzfahrzeugen.

Bedenken in der Industrie



In der Industrie hielten sich Vorurteile. Man traute den scheinbar fragilen kapazitiven Tastern und Eingabefeldern nicht. Berechtigterweise. Vibrationen, Stöße, Interferenzen, Hitze, Staub, Wasser, Dampf, Öle, Fette, Säuren. Das alles gehört zum Alltag in der Fabrik und kann die Sensoroberfläche und ihr kapazitives Feld beeinträchtigen. Mit Handschuhen lassen sich kapazitive Taster mangels Leitfähigkeit schon gar nicht bedienen, hieß es.

Doch die Einstellung wandelt sich. So suchen Entwickler im Maschinenbau derzeit nach neuen, günstigen und langlebigen Mensch-Maschine-Schnittstellen. Sie wollen manuelle Bedienungsabläufe und das Risiko von Fehlbedienungen minimieren. Je weniger Handgriffe, je mehr Automatisierung, umso besser. Alles muss flüssiger, schneller, sicherer, effizienter ablaufen.

Der Markt bietet bereits eine Reihe innovativer Interfaces auf Basis der kapazitiven Sensortechnologie. Sie wirkt ästhetisch und vereint viele Bedienfunktionen unter einer Glasoberfläche. Diese ist zudem noch wesentlich einfacher zu reinigen als ein klassischer Schalter oder Taster, welcher in eine Öffnung eines Frontpanels eintaucht, und damit Potential bietet dass sich Schmutz und Staub ablagert und ggf. sogar die Funktionsfähigkeit beeinträchtigt.

Widerstandsfähig und flach

Die Anforderungen von Maschinenherstellern und Anwendern lassen sich heute tatsächlich leichter erfüllen als erwartet. Die einfachsten Konstruktionsaufgaben lauten: Montage, Schutz und Schirmung. Die Oberfläche kapazitiver Bedienelemente kann aus den widerstandsfähigsten Materialien bestehen. Idealerweise liegt das Sensorfeld hinter einer stabilen, mit geeigneten Lacken bedruckten Glasplatte. Ebenso eignen sich Kunststoff und Keramik. Die Montage erfordert keinen Durchbruch oder Bohrungen, was Kosten spart. Ein selten flacher Aufbau des Sensorpakets und die Designfreiheit erlauben es, Taster an beliebigen Stellen zu positionieren. Einige Produkte lassen sich mit wenig Aufwand ankleben.

Glas lässt sich leicht reinigen. Das Sensorfeld kann daher strenge hygienische Anforderungen erfüllen. Mühelos und kostengünstig erfüllen die Konstruktionen Schutzklassen bis IP69K oder

Schlagfestigkeit mit Schutzgrad IK08. Unverwüsthliche Lösungen lassen sich für jeden Einsatzzweck und jede Einbausituation entwickeln. Selbst nach Millionen von Betätigungen funktioniert die Sensorik fehlerfrei. Eine Lebensdauer, die mit Mechanik nicht zu erreichen ist. Das drucklose Schalten ermüdet die Maschinenführer nicht und schont ihre Gelenke. Auch diese Aspekte dürften Projektentwickler im Maschinenbau überzeugen. Selbst taktiler Feedback in Form einer Rückmeldung mittels Vibrieren ist ohne Problem in eine Taste bzw. einen Slider einbaubar.

Störende Einflüsse

Ingenieure werden jedoch fragen: Wie sollen kapazitive Taster in extremer Industrieumgebung dauerhaft zuverlässig funktionieren? Niemand kann verhindern, dass Öl, Fett, Filme und Verschmutzungen auf das Bedienfeld gelangen. Elektromagnetische Felder könnten störend auf die Sensorfläche einwirken und sogar unerwünschte Schaltimpulse auslösen. Wie kann die Sensorik trotz störender Einflüsse einen Bedienungswunsch eindeutig erkennen? Wie kann sie zwischen zufälligen Gesten, gezielter Annäherung oder absichtlicher Berührung unterscheiden?

Die Lösung findet sich nicht in der gläsernen Oberfläche, sondern in der Sensorelektronik darunter. Konkret: Es kommt auf die Elektrodenstruktur und -Form, die Algorithmen, den Frequenzbereich und das Messverfahren an, wenn kapazitive Taster für raue Industrieanwendungen ertüchtigt werden sollen. Hier helfen Erfahrungen aus einem ganz anderen Anwendungsgebiet weiter: aus der Füllstandmesstechnik. Die Elektro-Bau-Elemente GmbH (EBE) entwickelt hochauflösende kapazitive Sensoren für fehlerresistente Füllstandmessungen, die auch in besonders herausfordernden Umgebungen zum Einsatz kommen. Entwicklungen von EBE lösen Kapazitätsänderungen in Echtzeit bis in den niedrigen einstelligen Femtofarad-Bereich auf.

Die Füllstandsensorik misst die Flüssigkeitssäule berührungslos durch die Behälterwand. Dabei ist es gleichgültig, ob es sich um fluide, zähe, pastöse, körnige oder pulverartige Medien handelt. Sie unterscheidet zwischen jeder Art von Film, Tropfen, Kondensat oder Staub. Gleichzeitig können trockene Tanks bzw. Behälter auf korrekte Positionierung und Präsenz detektiert werden. Die Auswertalgorithmen können jegliche Fremdeinflüsse kompensieren: parasitäre Kapazitäten, Erschütterungen, Temperatur, Drift, Alterung etc. Entsprechend wird die Elektronik bzw. die Schaltschwellen kalibriert.

Ansatz für kapazitive Taster adaptiert

Diesen Ansatz adaptieren Entwickler seit kurzem erfolgreich für kapazitive Taster. Kapazität, Elektrodenstrukturen, Frequenzen und Messverfahren konzentrieren sich in diesem Fall darauf, welche Interaktion vor bzw. auf einem Bedienfeld stattfindet – anstatt in einem Behälter. Sie kommen dabei mit jeder Art von Störeinflüssen wie Bewegung, Nebel, Niederschlag, Feuchtfilm und Verunreinigung zurecht.

Dabei wird die Elektrodenstruktur mit der Elektronik kostensparend auf einer Leiterplatte kombiniert. Dennoch lassen sich die Tasten bzw. Slider einzeln ansteuern und auswerten. Die Diversität erlaubt eine variable Feldformung. Ein mehrkanaliges Messverfahren erlaubt Validierung und Plausibilisierung zwischen verschiedenen Messkanälen. Zusätzlich arbeitet EBE an spektroskopische Auswertalgorithmen, um die Auslöseschwellen bzw. die Unterscheidung von gewollten und ungewollten Auslösungen noch besser zu unterscheiden.

Lernen, was der Mensch will

Die Algorithmen lernen schnell und können sich auf sich ändernde Umgebungsbedingungen selbständig anpassen bzw. einstellen. Die Sensoren können letztlich typische Bewegungsmuster, zufällige Handbewegungen und gezielte Fingertipps unterscheiden – auch bei wiederholter Berührung mit verschmutzten Handschuhen. Der flexible, dreidimensionale Blick des Sensors hilft dabei, ungewolltes oder unaufmerksames Schalten stets zuverlässig zu erkennen.

Aufgrund dieser Fähigkeiten lassen sich kapazitive Taster und ihr Schaltverhalten heute jeder industriellen Umgebung anpassen und damit als sichere Schaltaktoren für die Mensch-Maschine-Schnittstelle einsetzen. Das zeigt auch die steigende Anzahl an Projekten im Maschinen- und Anlagenbau. Aktuelle Anwendungsgebiete sind Werkzeugmaschinen wie Dreh-Fräs-Zentren, Sicherheitsschaltungen in Produktionsumgebungen mit manueller Tätigkeit und Steuerungen von Robotern. Kapazitive Taster lassen sich ebenso in explosionsgeschützten Bereichen, Chemieproduktion, Labortechnik, Kraftwerke, Waschstraßen, Nutzfahrzeuge, Agrarwirtschaft, und Verkehrs- und Automatentechnik effizient einsetzen.

Zudem lassen sich die kapazitiven Taster und Schieberegler einfach und unkompliziert mit kundenspezifischen Schnittstellen versehen. Durch die Möglichkeit Schnittstellen einfach und direkt aus dem On-Board- μ Controller zu generieren, kann dies häufig ohne separaten Interface-Baustein und damit ohne Zusatzkosten in der Serie realisiert werden. Auch die immer populärer werdende IO-Link-Technologie als Schnittstelle der Wahl im Maschinenbau kommt immer häufiger zum Einsatz. Durch die extrem flache Bauweise können Tastenfelder und Slider zudem elegant ohne große Aufbauhöhe hinter Glasscheiben geklebt bzw. geklemmt werden.

PLUS - Kriterien fürs Projekt

Projektentwickler werden nach Kriterien fragen, die ihnen bei der Planung kapazitiver Bedienungsfunktionen weiterhelfen. Sie müssen zunächst zwischen Standardprodukt und kundenspezifischer angepasster Lösung entscheiden. Eine kundenspezifische Lösung führt typischerweise zu Initialkosten, die sich jedoch erfahrungsgemäß bei Serienstückzahlen rasch amortisieren. Kundenspezifisch heißt: Der kapazitive Taster ist bezüglich der Funktionalität exakt auf die individuelle Applikation angepasst. Dadurch können unnötige Komponenten eingespart und Interpretationsfehler des Messsignals vermieden werden. So reicht oft als Lösung eine angepasste Leiterplatte mit der individuellen Elektronik, denn ein Gehäuse bzw. die Frontplatte ist schon vorhanden. Erfahrene Programmierer sorgen dafür, dass die Elektronik individuell parametrisiert, eingelernt und getestet wird. Die Fertigung erfolgt in der benötigten Losgröße und Qualität. Wenn gewünscht auch mit applikationsspezifischem Gehäuse und Schnittstelle. Hier einige Kriterien für die Projektplanung:

- **Machbarkeit:** Kann die Schalt- oder Bedienungsaufgabe aus Sicht von Ergonomie- oder Bedienphilosophieaspekten grundsätzlich mittels kapazitiver Sensortechnik gelöst werden? Welche Aufgabe soll sie erfüllen?

- Einsatzbedingungen: Operative Anforderungen, Umwelt- und Störfaktoren sollten genau beschrieben werden. Sie beeinflussen wichtige Entwicklungsaspekte: Geometrie der Sensorfläche, Stärke und Art der Beschichtung der Glasplatte, Schirmung und Abdichtung, Montageverfahren, Beleuchtung, Elektroden- und Schaltungsdesign, Algorithmen, Schaltschwellen, Lebensdauer etc.
- Anwendungsbedingungen: Wer bedient die Taster und wie werden sie bedient, z. B. mit Handschuhen, mit einem oder mehreren Fingern? Muss die Hand den Taster berühren, um den Schaltvorgang auszulösen, oder genügt eine schnelle Annäherung? Welche Aufgaben haben die Bediener? Welche ergonomischen, optischen und haptischen Anforderungen müssen beachtet werden? Benötigen die Bediener ein Feedback, z. B. Lichtzeichen, Signaltöne oder ein taktiles Feedback?
- Eingabemethode: Geht es um einen einzelnen Button, ein Touchpad oder kleines Tastenfeld? Oder sind kapazitive Schiebe- und Drehregler sinnvoll, um mehr Funktionen zu integrieren?
- Programmierung: Der Aufwand für Simulation, Programmierung, Test und Anpassung der Algorithmen sollte vorab geklärt werden. Detailfragen befassen sich mit Faktoren wie Material, Beschichtung, Auslösezeit, Sensitivität etc.
- Elektrik: Welche Schaltcharakteristik wird benötigt, welche Eingangsspannung kann verwendet werden und steht maschinenseitig zur Verfügung? Erfolgt der Anschluss an Bus und Stromversorgung mit Leiterplattenstecker oder Festkabel? Müssen die Ausgänge galvanisch entkoppelt werden?
- Sicherheit: Welche Risiken spielen eine Rolle? Stöße, Schläge, Hitze, Feuer, Gase? Müssen die Taster hinsichtlich Arbeits- und Maschinensicherheit zertifiziert werden?
- Produktdesign: Soll der Taster mit Piktogrammen, Logo, Corporate Design oder Braille-Schrift ausgestattet sein?

www.ebe.de

Details zu den kundenspezifischen Lösungen: <http://hier.pro/Tl6nL>

Elektro-Bau-Elemente GmbH
 Sielminger Straße 63
 70771 Leinfelden-Echterdingen
 Tel.: +49 (0) 7 11- 7 99 86-0
 Fax: +49 (0) 7 11- 7 99 86-250
 E-Mail: info@ebe.de