



درآمدی بر حسگرها

تالیف:

شهرام محبوبی زاده

(کارشناسی ارشد مهندسی سرامیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات)

شاهین محبوبی زاده

(کارشناسی مهندسی برق مخابرات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)



ناشر راهدین

Rahedin Publications

سرشناسه	: محبوبی زاده، شهرام، ۱۳۶۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: درآمدی بر حسگرها/تالیف شهرام محبوبی زاده، شاهین محبوبی زاده
مشخصات نشر	: تهران : راشدین، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۲۳۰ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-600-361-083-5
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: اشکارسازها
موضوع	: زیست حسگرها
موضوع	: حسگرهای لمسی
شناسه افزوده	: محبوبی زاده، شاهین، ۱۳۷۲ -
رده بندی کنفر	: ۶۸۱/۲ TA۱۳۹۳۱۴۵۴م
رده بندی دیویی	: ۶۸۱/۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۵۹۰۲۰



■ انتشارات راشدین

■ عنوان کتاب:	درآمدی بر حسگرها
■ مولف:	شهرام محبوبی زاده - شاهین محبوبی زاده
■ نظارت کیفی:	راهب عارفی
■ نظارت فنی:	محمد معین عارفی
■ صفحه‌آر و طراح جلد:	افسانه حسن بیگی
■ چاپ و صحافی:	دی تاب
■ نوبت چاپ:	اول - ۱۳۹۳
■ شمارگان:	۱۰۰۰
■ شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۳۶۱-۰۸۳-۵
■ قیمت:	۱۳۰۰۰۰ ریال
■ نشانی:	میدان انقلاب - کارگر جنوبی کوچه گشتاسب پلا ۴ واحد ۶
■ تلفن / نمابر:	۶۶۴۰۸۲۲۴ - ۶۶۴۷۶۱۴۷
■ پایگاه اینترنتی:	www.rashedin.info
■ پست الکترونیک:	Email: rashed1829@yahoo.Com

کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	۹
فصل اول سنسور یا حسگر چیست؟.....	۱۳
۱-۱ حسگر چیست.....	۱۴
۲-۱ حسگرهای بدون تماس.....	۱۵
۳-۱ مزایای حسگرهای بدون تماس.....	۱۶
۴-۱ تاریخچه ی مفهوم واژه ی حسگر.....	۱۷
۵-۱ مشخصات حسگر خوب.....	۲۱
۶-۱ روشهای تولید حسگر ها.....	۲۲
فصل دوم: واژگان و مفاهیم پر کاربرد در زمینه ی حسگرها.....	۲۵
۱-۲ تعریف ترانسدیوسر.....	۲۶
۲-۲ تعریف ترانسمیتر.....	۲۷
۳-۲ انواع سیگنال.....	۲۷
۴-۲ سیگنالهای آنالوگ و دیجیتال.....	۲۸
۵-۲ مدار پایه ای حسگر.....	۲۸
۶-۲ ترانسمیترها.....	۳۰
۷-۲ ثبت کننده ها.....	۳۲
۷-۲ سیستم های آلام (هشدار دهنده).....	۳۲
۸-۲ فرکانس سونیچینگ.....	۳۳
۹-۲ فاصله سونیچینگ.....	۳۳
۱۰-۲ فاصله سونیچینگ نامی.....	۳۳
۱۱-۲ فاصله سونیچینگ موثر.....	۳۳
۱۲-۲ فاصله سونیچینگ مفید.....	۳۴
۱۳-۲ فاصله سونیچینگ عملیاتی.....	۳۴
۱۵-۲ قابلیت تکرار.....	۳۴
۱۶-۲ پایداری حرارتی.....	۳۵
۱۷-۲ حرارت محیط.....	۳۵
فصل سوم: انواع حسگرها.....	۳۷
۱-۳ حسگرهای ضد انفجار.....	۳۸

۳۹	 حسگر های درجه حرارت	۲-۳
۳۹	 ترموکوپل	۳-۳
۴۰	 انواع ترموکوپل	۱-۳-۳
۴۱	 چگونگی نصب و قرار گیری ترموکوپل	۲-۳-۳
۴۲	 ترمومترهای دیجیتال پزشکی	۴-۲-۳
۴۳	 نحوه اندازه گیری	۵-۳-۳
۴۳	 مقاومت حساس به دما یا RTD	۴-۳
۴۵	 ترمیستور	۵-۳
۴۷	 حسگرهای زیستی	۶-۳
۴۸	 مقدمه	۱-۶-۳
۴۸	 حسگر زیستی چیست	۲-۶-۳
۵۰	 اجزای تشکیل دهنده ی حسگر های زیستی	۳-۶-۳
۵۲	 انواع متداول مبدل های مورد استفاده در حسگر زیستی ها	۴-۶-۳
۵۳	 مزایای حسگر های زیستی	۵-۶-۳
۵۳	 تقسیم بندی حسگر های زیستی	۶-۶-۳
۵۴	 ریزگشای حسگرهای زیستی	۷-۶-۳
۵۵	 روشهای تثبیت اجزای زیستی	۸-۶-۳
۵۵	 مبدل	۹-۶-۳
۵۶	 کاربردهای مختلفی برای حسگرهای زیستی در پزشکی و بالینی	۱۰-۶-۳
۵۷	 جزئیات فنی	۱۱-۶-۳
۵۸	 کاربردها	۱۲-۶-۳
۵۸	 حسگرهای فشاری	۷-۳
۵۹	 انواع اندازه گیری فشار	۱-۷-۳
۶۰	 سنسور فشار مطلق	۱-۱-۷-۳
۶۰	 سنسور فشار گیج Gauge	۲-۱-۷-۳
۶۰	 سنسور فشار خلا	۳-۱-۷-۳
۶۴	 لوله بودن به عنوان حسگر فشار	۴-۷-۲
۶۵	 سنسور فشار دیافراگمی	۵-۷-۳
۶۶	 حسگرهای فشار دمنده	۶-۷-۳

۶۶	۷-۷-۳ حسگرهای سطح سنج هیدرا استپ
۷۱	۹-۷-۳ حسگرهای اثر انگشت
۷۳	۱۰-۷-۳ سنسور فشار بسیار نازک دمای بالا
۷۵	۱۱-۷-۳ کاربردها
۷۷	۸-۳ حسگرهای رطوبت
۸۳	۱-۸-۳ حسگرهای رطوبت و نم
۸۵	۲-۸-۳ حسگر خازنی اندازه گیر رطوبت خاک
۸۷	۹-۳ حسگرهای شیمیایی
۹۴	۱-۹-۳ انواع حسگرهای شیمیایی
۹۴	۱-۱-۹-۳ حسگرهای گرمایی
۹۶	۲-۱-۹-۳ حسگرهای جرمی
۹۸	۳-۱-۹-۳ حسگرهای الکتروشیمیایی
۹۸	۴-۱-۹-۳ حسگرهای نوری شیمیایی
۹۹	۲-۹-۳ مواد مورد استفاده در ساخت حسگرها
۱۰۰	۳-۹-۳ طبقه بندی حسگرهای شیمیایی
۱۰۱	۴-۹-۳ حسگرهای هادی
۱۰۸	۵-۹-۳ حسگرهای نیمه هادی
۱۱۱	۶-۹-۳ حسگرهای الکتروشیمیایی
۱۱۸	۷-۶-۳ حسگرهای الکترولیت جامد
۱۲۵	۸-۹-۳ FET های حساس شیمیایی (CHEMFETs)
۱۳۱	۹-۹-۳ اپترودها
۱۳۶	۱۰-۳ بیوسنسورها
۱۴۳	۱۱-۳ حسگرهای رطوبت
۱۴۹	۱۱-۳ کشش سنج (strain gauge)
۱۵۰	۱-۱۱-۳ سلول بار (load cell)
۱۵۱	۱۲-۳ حسگرهای چگالی و چسبندگی
۱۵۱	۱-۱۲-۳ حسگر چسبندگی
۱۵۲	۱۳-۳ حسگرهای موقیت
۱۵۳	۱۴-۳ حسگرهای تشخیص اشیا

۱۵۵	 حسگر های نوری	۱۵-۳
۱۵۶	 معرفی حسگر های نوری	۱-۱۵-۳
۱۶۳	 سایر مواد نیمه هادی برای حسگر های نوری	۲-۱۵-۳
۱۶۵	 فوتو ترانزیستور ، فوتودیود و فوتودارلینگتون	۳-۱۵-۳
۱۶۷	 مدارهای تقویت کننده ساده	۲-۱۵-۳
۱۶۸	 مدارهای خاص در مورد فوتوترانزیستورها	۵-۱۵-۳
۱۶۹	 حساسیت فوتوترانزیستور	۶-۱۵-۳
۱۷۰	 حسگر های نوری یکطرفه	۷-۱۵-۳
۱۷۱	 حسگر های نوری رفلکتوری	۸-۱۵-۳
۱۷۲	 حسگر های نوری دو طرفه	۹-۱۵-۳
۱۷۳	 حسگر نوری گیرنده - فرستنده	۱۰-۱۵-۳
۱۷۵	 بسته های متفاوت حسگر نوری	۱۱-۱۵-۳
۱۷۵	 کاربرد حسگر در دوربین دیجیتال	۱۲-۱۵-۳
۱۷۹	 نحوه ثبت تصویر به کمک این آشکار سازها	۱۳-۱۵-۳
۱۸۱	 کاربرد حسگر در کنترل سطح	۱۴-۱۵-۳
۱۸۱	 کاربرد حسگر در خط کشهای دیجیتال	۱۵-۱۵-۳
۱۸۵	 دوربینهای کنترل سرعت	۱۶-۱۵-۳
۱۸۸	 حسگرهای رنگ	۱۶-۳
۱۸۹	 زیست حسگرهای نوری	۱-۱۶-۳
۱۹۴	 حسگرهای اثر انگشت	۲-۱۶-۳
۱۹۵	 حسگر های گازی اکسیژن	۱۷-۳
۱۹۵	 حلقهها	۱-۱۷-۳
۱۹۶	 حسگر اکسیژن چگونه کار می کند	۲-۱۷-۳
۱۹۹	 وظیفه جدید حسگر اکسیژن به همراه OBD II	۳-۱۷-۳
۲۰۰	 عیب یابی حسگر	۴-۱۷-۳
۲۰۲	 تعویض حسگر	۵-۱۷-۳
۲۰۳	 فلومتر یا حسگر جریان سیال	۱۸-۳
۲۰۴	 حسگر تصویر کوانتوم دات Quantum Dots Image Sensor	۱۹-۳
۲۰۷	 حسگرهای گشتاور	۲۰-۳

۲۱۰	 حسگرهای نیمه هادی گاز	۳-۲۱
۲۱۳	 تقسیم بندی حسگر های گاز	۳-۲۱-۱
۲۱۵	 اساس کار حسگرهای نیمه هادی گاز	۳-۲۱-۳
۲۱۶	 ساختار حسگرهای گاز بر اساس فیلم ضخیم	۳-۲۱-۴
۲۱۸	 مکانیسم حجم در حسگرهای اکسیژن	۳-۲۱-۵
۲۲۲	 سنسور مغناطیسی	۳-۲۲
۲۲۳	 حسگر های FluxGate	۳-۲۲-۱
۲۲۵	 حسگر آلتراسونیک	۳-۲۳
۲۲۵	 حسگر خازنی	۳-۲۴
۲۲۷	 منابع	

پیشگفتار

امروزه حسگرها^۱ موجب ارتقای کیفی در استفاده هرچه بیشتر از همه امکاناتی که توسط علم میکروالکترونیک گردیده اند، بویژه در زمینه دریافت و پردازش اطلاعات تغییرات بنیادینی را بوجود آورده اند. حسگرهایک سنشگر و رابط بین سیستم کنترل الکتریکی از یک طرف و محیط، عملیات، رشته کارها یا ماشین از طرف دیگر هستند. در گذشته ارتقای فناوری حسگر معادل با سرعت تکامل در صنعت میکروالکترونیک نبوده است. در واقع در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ تکامل حسگر در سطح بین المللی بین سه و پنج سال عقب تر از تکامل علم میکروالکترونیک در نظر گرفته می شد. این حقیقت که ساخت عناصر میکروالکترونیک غالباً بسیار ارزاتر از وسایل اندازه گیری کننده ای حسگرهایی بود که آنها احتیاج داشتند یک مانع جدی دوازدیاد و متنوع نمودن کاربرد میکروالکترونیک پردازشگر اطلاعات در گستره وسیعی از عملیات و رشته کارها بود. تنوع اختلافی بین علم میکروالکترونیک مدرن و تکنولوژی اندازه گیری کننده کلاسیکی تنها توانست به واسطه ظهور تکنولوژی حسگرهای مدرن برطرف شود. به این دلیل، امروزه حسگرها به عنوان یکی از عناصر کلیدی جهت تکامل پیوسته و شتابان علم میکروالکترونیک شمرده میشوند. در سیستم های کنترل صنعتی حسگرها با توجه به نیاز صنایع پیشرفته ابداع گردیده و تولید شده اند. حسگرها در سیستم های صنعتی بیشتر عملکرد آن به صورت نرم افزاری تعیین میشود. و به این علت یک حسگر یا مجموعه ای از حسگرها را می توان

با کاربردهای مختلف منطبق نمود و استفاده کرد. با اینکه بیشتر از سه دهه از ابداع حسگرها می گذرد.

اکنون در بیشتر صنایع از آن جهت کنترل فرآیندها استفاده میشود و شرکتهای مختلف اقدام به ساخت و تولید حسگرهای مختلف با کاراییهای مختلف نموده اند.

کار تحقیقاتی و تکاملی گسترده در شاخه های مختلف فناوری حسگرها در سطح بین المللی آغاز شد. حاصل این فعالیت آنست که امروزه تجارت حسگر از یکی از بالاترین نرخ های رشد سالانه بهره مند میباشد (بین ۱۰ و ۲۰ درصد). از آنجا که حسگرها وسیله اساسی برای بدست آوردن همه اطلاعات لازم در رابطه با وضعیتهای مختلف عملیات و محیط هستند (در مفهوم عام کلمه)، بنابراین آنها در امکانات کاملاً جدیدی را به روی اتوماسیون طیفی از عملیات در صنعت، منزل، کارخانه، کاربردهای طبی، و سایر بخش های گشایند این مثال ها برای کارخانه های تمام اتوماتیک و مجتمع آینده تنها میتواند به کمک حسگرها تحقق یابد.

اگر چه حسگرها به همراه علم میکرو الکترونیک پردازشگر اطلاعات یک گام مهم رو به جلو را عرضه میدارد لیکن این تنها اولین قدم است. در این مرحله حسگرها از تعدادی از عناصر میکروالکترونیک موجود، برای مثال به شکل پردازشگرها، حافظه ها، مبدل های آنالوگ به دیجیتال یا تقویت کننده ها برای آماده نمودن سیگنال خروجی استفاده می کنند در عین حال، حسگر باید یک خروجی الکترونیکی تولید کند که به آسانی پردازش می شود.

همچنین احتیاج به کاهش وزن و حجم وجود دارد. دومین گام عبارت از اتصال حسگر - سیستم میکروالکترونیک - بخش مکانیکی می باشد. اطلاعات

حاصل شده توسط حسگر در رابطه با حالت یا پیشرفت ی پروسه با عبور از یک طبقه پرداز سگر سیگنال الکترونیکی وارد بخش مکانیکی (بطور کلاسیکی یک کنترل کننده) شده و به پروسه باز خوانده می شود. زنجیره حسگر- سیستم میکروانکترونیک - بخش مکانیکی تنها در صورتی کار می کند که همه خطوط رابط سازگار باشند. این امر منجر به توصیف یک معیار مهمتر به ویژه تا جایی که به سنسور مربوط است میشود. علی رغم آگاهی گسترده در رابطه با اهمیت حسگر به عنوان یکی از عناصر کلیدی در فرایند اتوماسیون، کسب اطلاعات جامع و مقایسه ای درباره وضعیت تکنولوژی سنسور و پیشرفت های حاصل شده در این زمینه مشکل است

این امر دارای چند دلیل زیر است:

۱) حسگرهایی برای اندازه گیری بیش از ۱۰۰ کمیت فیزیکی وجود دارد. اگر اندازه گیری کمیت های شیمیائی را نیز به حساب بیاوریم این رقم به چندین صد رقم بالغ می شود.

۲) تقریباً ۲۰۰۰ نوع اصلی از حسگرها را میتوان طبقه بندی کرد. بین ۶۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ حسگر برای اندازه گیری در حال پروسه ها از نظر تجاری در دنیای غرب وجود دارد.

۳) بر طبق گزارش پایگاه داده های INSPEC هر ساله بیش از ۱۰۰۰۰ نشریه در رابطه با سنسورها منتشر می شود.

۴) به سخن عام، ظهور حسگرها یا فناوری های مربوط به حسگرهای جدید به طور تخمینی ۵ الی ۱۵ سال طول می کشد، و همچنین فرآیندی بسیار هزینه بر می باشد.

با این وجود، دقیقا به این دلیل است که بسیار ضروری بنظر می رسد که هم سازندگان و هم مصرف کنندگان حسگرها در جریان تاریخچه ای از آنچه قبلا وجود داشته است و پیشرفت هائی که انتظار می رود در آینده رخ دهد قرار بگیرند. بنابراین اگر چه یک سازنده حسگر که در زمینه خاص کار می کند ممکن است موارد مورد علاقه خودش را بطور خیلی گذرا یا با توضیح ناکافی مشاهده کند، لیکن او باید برانگیخته شود تا افکار خود را به ماورای مرزهای رشته خودش بکشانند.

بحث حسگردارای مشخصه چند گانه ی علمی بسیار زیادی است. از سازنده این محصول گرفته تا استفاده کننده آن تخصص های خیلی زیادی متجلی میشود. امید است که با ارائه ی مطالبی چند در مورد حسگرها و معرفی انواع و طبقه بندی آنها در کتاب پیشرو بتوانیم سهم اندکی را در ارتقای دانش خوانندگان محترم داشته و موجب آشنایی هرچه بیشتر خوانندگان با موضوع مهم حسگرها گردیم.

مولفین

زمستان ۱۳۹۳