٢٧٨٨٤

۱۳۷۹/۱/۲۰

مرکز اطلاعات ... ایران
قسمت ... آبان

به نام خدا

دانشکده مهندسی برق

طراحی و ساخت سیستم جمع آوری اطلاعات از ترموکوپل

نادر زابلستانی

5347

پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته
مهندسی برق – الکترونیک

اساتید راهنما : دکتر سید جواد ازهری
دکتر مجید نادری

اردیبهشت ۱۳۷۸

۲۷۸۸۴

تقدیم به ،

مادر مهربان و فداکارم

چکیده :

در موارد استفاده صنعتی از سیستم های DAS مربوط به اندازه گیری دما با استفاده از ترموکوپلها ، عموما از ریز پردازنده های مستقل یا میکروکنترولر استفاده می گردد . از آنجا که توان عملیاتی (MIPS) این گونه ریز پردازنده ها بسیار کم است ، ایجاد روالهای نرم افزاری که بتواند کار جمع آوری داده و نیز خطی سازی منحنی ترموکوپل داده شده را با این توان عملیاتی کم انجام دهد از اهمیت خاصی برخوردار است . استفاده از کامپیوترهای با MIPS زیاد هزینه زیادی دارد و همچنین کامپیوترهای قدرتمند برای کارهای عمومی تخصیص داده شده‌اند و لزوما از پایداری لازم برای اجرای عملیات جمع آوری داده برخوردار نیستند . علاوه بر آن طراحی بر مبنای ریز پردازنده ها موجب می گردد که سیستمی با قابلیت اطمینان مورد نیاز در کار صنعتی را بتوان بسادگی ایجاد کرد ، که در آن سخت افزار و نرم افزار بهینه است . همچنین با در دست داشتن مشخصات واقعی هر یک از اجزای آن می توان قابلیت اطمینان سیستم را تا حد دلخواه بالا برد . تهیه نرم افزاری با MIPS کم که کد آن به بهترین نحو بهینه شده است و تمامی موارد عملیات قابل انتظار در آن پیش بینی گردیده و حالتهای ناخواسته در آن شناسایی شده از اهم موارد کار بوده و باید در طراحی سیستم مورد توجه قرار گیرد .

در پروژه حاضر طراحی سیستمی با استفاده از اصول پیش گفته تشریح شده است . این سیستم با استفاده از ریز پردازنده ۸۰۵۱ و برای چهار کانال ورودی آنالوگ طراحی و ساخته شد . برای افزایش کارآیی سیستم ، طراحی بگونه ای انجام شده است که بتوان به هر کدام از کانالهای ورودی یکی از ۱۶ نوع ترموکوپل رایج را متصل کرد . مقادیر دمای منتسب به هر کانال پس از پردازش محلی روی نمایشگر نشان داده شده و نیز می تواند به کامپیوتر مرکزی ارسال شود . نوع خطی سازی منحنی مشخصه ترموکوپلها بصورت تکه ای - خطی و بر اساس جدول‌های ثابت با دقت معین پیاده سازی شده است .

تشکر و قدردانی:

یاری خداوند متعال انجام یک فعالیت علمی – تحقیقی در جهت رشد و توسعه صنعت کشور به انجام رسید. انتخاب اصل طرح و نحوه انجام آن با توجه به نیازهای صنایع کشور اتخاذ شده و سعی بر این بوده تا یک سیستم کارآمد و توانمند ارائه شود. در تهیه پایان‌نامه نیز اصل بر این بوده تا نکات ریز طراحی و علمی سیستم در آن آورده شود، بنحویکه تمام اطلاعات مربوط به ساخت اعم از سخت‌افزار و نرم‌افزار (شامل نقشه‌ها، نحوه طراحی و روتین‌های نرم‌افزاری) بطور کامل در آن گنجانده شده است، بصورتیکه با مراجعه به پایان‌نامه میتوان مجددا آنرا ساخت.

انجام این پروژه بی‌شک مرهون راهنمائی و زحمات کسانی است که در مراحل مختلف آن مرا یاری داده‌اند. ازاینرو بر خود لازم می‌دانم که از تلاشهای اساتید راهنمای خود آقایان دکتر سید جواد ازهری (ریاست محترم دانشگاه و پژوهشکده الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران) و دکتر مجید نادری که در مراحل مختلف طراحی و ساخت و تکمیل پایان‌نامه مرا یاری داده‌اند و همچنین آقایان دکتر کریم محمدی و دکتر حسن سیدرضی که در جلسه دفاعیه حضور پیدا کردند و آقای مهندس یاسر زابلستانی کمال تشکر و سپاسگذاری را بنمایم.

این پروژه با همکاری شرکت ذره موج و پژوهشکده الکترونیک دانشگاه علم و صنعت ایران به انجام رسیده، از اینرو لازم است از دوستان خود آقایان مرتضی دهنائی (مدیر عامل)، مهندس مهرداد آقاجانی، مهندس محمد موسی‌پور، مهندس علی درمحسنی، مهندس حمید انصاریان، مهندس حسین فرهادی و مهندس مهدی‌چهل‌امیرانی تشکر بنمایم.

در پایان مراتب قدر دانی و سپاس خود را نسبت به تمام اساتید و بزرگوارانیکه در طی دوران تحصیل از وجود آنها بهره‌مند شده‌ام ابراز داشته و توفیقات روزافزون همگی را از خداوند متعال خواستارم.

و من ا... توفیق

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده .....

بخش اول : مبانی تئوری سیستم طراحی شده

فصل اول : روشهای عمومی سنجش و اندازه گیری دما

۱-۱) مقدمه ۱۹

۱-۲) انبساط گرمائی و قابلیت آن برای سنجش دما ۲۱

۱-۲-۱) دماسنج بی متال ۲۱

۱-۲-۲) دماسنج مایع در شیشه ۲۳

۱-۲-۳) دماسنج فشاری ۲٤

۱-۳) دماسنج های ویژه ۲۵

۱-۳-۱) تکنیک سرمایش پالسی ۲٦

۱-۳-۲) گرماسنج ونتوری ۲۸

۱-٤) گرماسنج های نوری و تابشی ۳۰

۱-٤-۱) گرماسنج نوری ۳۳

۱-٤-۲) تشعشع سنج (رادیو متر) ۳٤

۱-۵) دماسنج های مقاومتی ۳۵

۱-٦) ترمیستورها ٤۲

۱-۷) ترموکوپل ۵۰

عنوان | صفحه

۱-۷-۱) تئوری فیزیکی ترموکوپلها ۵۰

۱-۱-۷-۱) اثر سیبک ۵۰

۲-۱-۷-۱) اثر پلتیر ۵۲

۳-۱-۷-۱) اثر تامسون ۵۳

٤-۱-۷-۱) اصول ترمودینامیکی ترموکوپلها ٥٤

۲-۷-۱) قوانین ترموکوپلها ۵۵

۳-۷-۱) ترموکوپلهای تجاری ۵۸

٤-۷-۱) اتصال مرجع (سرد) در ترموکوپها ٦٤

۱-٤-۷-۱) قرار دادن اتصال مرجع (سرد) در دمای $0^{\circ}C$ ٦٤

۲-٤-۷-۱) جبرانسازی نقطه اتصال سرد بروش سخت افزاری ٦٥

۳-٤-۷-۱) جبرانسازی نقطه اتصال سرد بروش نرم افزاری ٦٧

٥-۷-۱) آرایش های مختلف ترموکوپلها ٦٨

فصل دوم : سیستمهای جمع آوری اطلاعات (DAS)

۱-۲) مقدمه ۷۲

۲-۲) وظایف یک سیستم جمع آوری و کسب اطلاعات ۷۳

۱-۲-۲) جمع آوری و کسب اطلاعات ۷۳

۲-۲-۲) پردازش اطلاعات ۷۵

۳-۲-۲) نمایش و ثبت اطلاعات ۷٦

۳-۲) ویژگیهای نرم افزار یک DAS ۷۷

عنوان | صفحه

۲-٤) قابلیت اعتماد و اطمینان در یک DAS ۷۹

۲-٥) عوامل مهم در طراحی و انتخاب یک DAS ۸۲

بخش دوم : طراحی سخت افزار و نرم افزار سیستم

فصل سوم : طراحی بخش آنالوگ سیستم

۳-۱) مقدمه ۸۵

۳-۲) طرح کلی سخت افزار سیستم ۸٦

۳-۳) منابع مهم نویز در سیستمهای الکترونیکی ۸۹

۳-۳-۱) منابع نویز ذاتی ۸۹

۳-۳-۱-۱) نویز حرارتی ۹۰

۳-۳-۱-۲) نویز ضربه ای ۹۱

۳-۳-۱-۳) نویز اتصالی ($\frac{1}{f}$) ۹۲

۳-۳-۱-٤) نویز پاپکورن ۹۳

۳-۳-۲) نویز در قطعات الکترونیکی ۹٤

۳-۳-۲-۱) مدل جریان و ولتاژ نویز ۹٤

۳-۳-۲-۲) نویز در تقویت کننده های عملیاتی ۹٥

۳-۳-۳) نویز منبع تغذیه و روشهای حذف آن ۹۷

۳-۳-۳-۱) انتقال نویز بار از مسیر تغذیه ۹۷

۳-۳-۳-۲) انتقال نوبز منبع تغذیه به مدار ۹۹

عنوان | صفحه

۳-٤) مسیر های انتقال نویز و روشهای کاهش آن ۱۰۱

۳-٤-۱) روشهای انتقال نویز و کاهش آن در گیرنده ۱۰۲

۳-٤-۱-۱) انتقال خازنی نویز و شیلد کردن ۱۰٤

۳-٤-۱-۲) انتقال سلفی نویز و شیلد کردن ۱۰۸

۳-٤-۲) زمین کردن و کاهش نویز در گیرنده ۱۱۷

۳-٤-۳) فیلتر کردن و کاهش نویز ۱۲۱

۳-۵) تقویت علائم آنالوگ ورودی ۱۲۲

۳-۵-۱) تقویت کننده ورودی با بهره ثابت ۱۲۳

۳-۵-۱-۱) تقویت کننده عملیاتی ابزار دقیق ۱۲۵

۳-۵-۱-۲) تنظیم بهره تقویت کننده ۱۲۷

۳-۵-۱-۳) طراحی تقویت کننده با بهره ثابت ۱۳۰

۳-۵-۱-٤) کاهش ولتاژ آستانه ۱۳۱

۳-۵-۲) طراحی تقویت کننده ورودی با بهره متغیر بکمک (D/A) ۱۳٤

۳-٦) جبرانسازی نقطه اتصال سرد در ترموکوپلها ۱۳٦

۳-٦-۱) طراحی اندازه گیر دمای محیط ۱۳۷

۳-۷) طراحی منبع تغذیه DC ۱۳۸

فصل چهارم : طراحی بخش دیجیتال سیستم

٤-۱) مقدمه ۱٤۱

٤-۲) تعیین نوع ترموکوپل ۱٤۲

عنوان | صفحه

٤-٣) انتخاب یکی از ورودیهای آنالوگ ١٤٣

٤-٣-١) روشهای عملی برای انتخاب یک ورودی ١٤٣

٤-٣-٢) طراحی انتخاب کننده آنالوگ ١٤٥

٤-٤) تبدیل ورودیهای آنالوگ به دیجیتال ١٤٦

٤-٤-١) خطای سطح بندی در عمل تبدیل ١٤٦

٤-٤-٢) زمان لازم برای عمل تبدیل ١٤٨

٤-٤-٣) روشهای عملی در تبدیل آنالوگ به دیجیتال ١٤٩

٤-٤-٣-١) مبدل A/D از نوع تقریبات متوالی ١٥٠

٤-٤-٣-٢) مبدل A/D دو شیبه ١٥١

٤-٤-٤) طراحی مبدل A/D ١٥٣

٤-٤-٤-١) توصیف جزئیات بخش آنالوگ ١٥٤

٤-٤-٤-٢) توصیف جزئیات بخش دیجیتال ١٥٨

٤-٥) پردازش ، ارسال و نمایش اطلاعات ١٦٥

٤-٥-١) ساختار و نظم تشکیلات داخلی سیستم ٨٠٥١ ..... ١٦٦

٤-٥-٢) درگاههای ورودی و خروجی (I/O) ١٧٠

٤-٥-٣) زمان سنج / شمارنده ها ١٧٤

٤-٥-٤) ارتباط سریال ١٧٩

٤-٥-٤-١) تعیین نرخ ارسال اطلاعات ١٨٠

٤-٥-٤-٢) طراحی مدار ارتباط سریال بر اساس استاندارد RS - 232 ..... ١٨٢

عنوان | صفحه

٤-٥-٥) وقفه در MCS - 51 و سیستم طرح شده ١٨٣

٤-٥-٦) ساختار حافظه در MCS - 51 ..... ١٨٨

٤-٥-٧) نمایش دمای ترموکوپلها ١٩١

فصل پنجم : طراحی بخش نرم افزار

٥-١) مقدمه ١٩٤

٥-٢) روند نمای (فلوچارت) نرم افزار سیستم ١٩٥

٥-٣) روتین های راه اندازی ١٩٥

٥-٣-١) روتین راه اندازی A/D ، inia2d( ) ١٩٧

٥-٣-٢) روتین راه اندازی وقفه خارجی صفر ، $ini\,int_0$ ١٩٧

٥-٣-٣) روتین راه اندازی نمایشگر ، inidisp( ) ١٩٧

٥-٣-٤) روتین راه اندازی زمان سنج صفر $initimer_0$ ١٩٧

٥-٣-٥) روتین راه اندازی سیستم با توجه به نوع ترموکوپلهای هر کانال ، inithsys( ) ١٩٨

٥-٣-٦) روتین راه اندازی ارتباط سریال ، inisp( ) ١٩٨

٥-٤) روتین های مبدل A/D ١٩٩

٥-٤-١) روتین قرائت A/D (وقفه خارجی صفر) ، $int_0(\,)interrupt_0$ ١٩٩

٥-٤-٢) روتین شروع بکار A/D ، a2d_run( ) ٢٠١

٥-٤-٣) روتین توقف A/D ، a2d_hold( ) ٢٠١

٥-٥) روتین های محاسبه دما ٢٠١

٥-٥-١) تعیین ورودی D/A (طبقه دوم تقویت) با توجه به نوع ترموکوپل ٢٠١

عنوان | صفحه

۲-۵-۵) روتین محاسبه دمای محیط ، calc_amtemp( ) ۲۰۳

۳-۵-۵) روتین محاسبه دمای ترموکوپل ، calc_thtemp( ) ۲۰۴

۶-۵) روتینهای نمایش دمای ترموکوپل بر روی نمایشگر ۲۰۶

۱-۶-۵) روتین تفکیک ارقام دمای ترموکوپل ، disp_itoa( ) ۲۰۶

۲-۶-۵) روتین آماده سازی ارقام برای نمایش ، disp_ setdata( ) ۲۰۷

۳-۶-۵) روتین ارسال اطلاعات به نمایشگر ، $timer_0$( )$interrupt_1$ ۲۰۸

۷-۵) روتین های انتخاب کانال بعدی برای اندازه گیری دما ۲۱۰

۱-۷-۵) روتین انتخاب کانال بعدی ، nextchn( ) ۲۱۰

۲-۷-۵) روتین تنظیم مالتی پلکسر برای انتخاب کانال ، th_slctchn( ) ۲۱۲

۳-۷-۵) روتین تنظیم بهره تقویت کننده برای کانال انتخاب شده ، th_slctgain( ) ۲۱۲

ضمائم :

۱) نقشه های سخت افزار سیستم ۲۱۵

۲) روتین های نرم افزار سیستم ۲۲۵

۳) برنامه نرم افزاری برای بدست آوردن جداول ترموکوپلها (تحت EXCEL) ۲۳۹

۴) منحنی مشخصه خطی سازی شده ترموکوپلها ۲۴۱

مراجع ۲۴۵

فهرست شکلها

عنوان صفحه

فصل اول :

۱-۱) حسگرهای بی متال برای سنجش دما ۲۱

۱-۲) دماسنج فشاری ، الف) بدون جبرانسازی ، ب) پس از جبرانسازی ۲۵

۱-۳) ترموکوپلهای سرد شده ۲۶

۱-٤) تکنیک ترموکوپلهای پالسی ۲۸

۱-٥) دماسنج ونتوری برای اندازه گیری دمای گازهای داغ ۲۹

۱-٦) تابش جسم سیاه ۳۱

۱-۷) مقایسه توانهای گسیل شده از جسم سیاه ، جسم خاکستری ایده آل و جسم حقیقی ۳۲

۱-۸) الف) گرماسنج نوری ، ب) تشخیص دمای جسم با مشاهده رشته لامپ ۳۳

۱-۹) منحنی مقاومت - دما برای چند فلز..... ۳۵

۱-۱۰) انواع مدارهای اندازه گیری پل برای دماسنجهای مقاومتی ۳٦

۱-۱۱) ساختمان یک نوع از دماسنجهای مقاومتی ۳۷

۱-۱۲) تکنیک تحریک پالسی ٤۰

۱-۱۳) تکنیک اهم متر چهار سیمه ٤۱

۱-۱٤) اندازه گیری ، الف) متوسط ، ب) اختلاف دمای چند حسگر..... ٤۲

۱-۱٥) الف) مقاومت ویژه سه ترمیستور مختلف در مقایسه با پلاتین

ب) منحنی مقاومت - دما برای چند ترمیستور ٤٤

۱-۱٦) انواع رابطهای ارتباطی ترمیستور ٤٥

عنوان | صفحه

۱-۱۷) الف) منحنی استاتیک ولتاژ - جریان

ب) مجموعه ای از منحنی های گدرای ولتاژ - جریان ، برای یک ترمیستور نمونه ٤٦

۱-۱۸) مدار تقویت کننده پل برای دماسنج مقاومتی یا ترمیستور ٤٧

۱-۱۹) شبکه های خطی ساز برای ترمیستور ٤٨

۱-۲۰) ترموکوپل پایه و اثر سیبک ٥١

۱-۲۱) اثر پلتیر ٥٣

۱-۲۲) اثر تامسون ٥٤

۱-۲۳) قوانین ترموکوپل ٥٦

۱-۲٤) منحنی ولتاژ - دما برای چند ترموکوپل مختلف ٦٠

۱-۲٥) گستره کاربرد بعضی از ترموکوپلها ٦٣

۱-۲٦) بعضی از انواع رایج ترموکوپلها ٦٤

۱-۲۷) حمام یخ بهمراه اتصال مرجع و مدار متصل به ترموکوپل ٦٥

۱-۲۸) استفاده از ترمیستور برای جبرانسازی اتصال سرد ٦٦

۱-۲۹) استفاده از AD594 برای جبرانسازی اتصال سرد ٦٧

۱-۳۰) جبرانسازی اتصال سرد بروش کامپیوتری ٦٨

۱-۳۱) اتصال سری ترموکوپلها ٦٩

۱-۳۲) اتصال موازی ترموکوپلها ٧٠

عنوان صفحه

فصل دوم:

۲-۱) نحوه ارتباط کامپیوتر پشتیبان با کامپیوترهای اصلی ۸۰

فصل سوم:

۳-۱) شمای کلی سخت افزار سیستم ۸۸

۳-۲) مدل شبکه نویزی توسط ولتاژ و جریان نویز ورودی ۹٤

۳-۳) الف) مدار معمولی آپ امپ ، ب) همان مدار بهمراه منابع نویز آن

ج) مدار شکل (ب) در حالت $R_{S1} = R_{S2} = R_S$ و ترکیب منابع نویز با یکدیگر ۹٦

۳-٤) منبع تغذیه DC و بار R_L ۹۸

۳-٥) مدار واقعی توزیع تغذیه DC ۹۸

۳-٦) جلوگیری از انتقال نویز منبع تغذیه به مدار توسط ، الف) فیلتر RC ، ب) فیلتر LC ۱۰۰

۳-۷) تاثیر جریان زمین برای دو مدار با زمین مشترک ۱۰۳

۳-۸) تاثیر جریان تغذیه برای دو مدار با تغذیه مشترک ۱۰۳

۳-۹) انتقال خازنی بین دو سیم ۱۰٥

۳-۱۰) پاسخ فرکانسی ولتاژ نوبز ناشی از انتقال خازنی ۱۰٥

۳-۱۱) انتقال خازنی نویز برای یک سیم گیرنده با مقاومت محدود نسبت به زمین ۱۰۷

۳-۱۲) انتقال مغناطیسی بین دو مدار ۱۰۹

۳-۱۳) انتقال مغناطیسی برای سیم گیرنده شیلد شده ۱۱۰

۳-۱٤) مدار معادل سیم شیلد شده ۱۱۱