



دانشکده مهندسی برق

گزارش کارآموزی

{ شرکت موج، آینده، فرافن }

استاد ناظر:

{ زهرا احمدیان }

سرپرست کارآموزی:

{ میثم آرشی مقدم }

تهیه کننده:

{ عرفان عموزادخلیلی }

شماره دانشجویی: ۹۹۲۴۲۱۰۴

شهریور ماه ۱۴۰۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تأییدیه‌ی گزارش کارآموزی

نام دانشجو : عرفان عموزادخلیلی

عنوان گزارش کارآموزی : طراحی و پیاده‌سازی طرح اولیه‌ی دستگاه موقعیت‌یابی بر اساس GPS مبتنی بر اینترنت اشیاء

محل کارآموزی : شرکت موج، آینده، فرافن

آدرس و شماره تلفن محل کارآموزی : کیلومتر ۲۶ اتوبان تهران-کرج، اولین خروجی بعد از گرمدره،
جنب انستیتوپاستور، پارک فناوری اطلاعات و ارتباطات - ۴۱۸۰ ۳۴۰۲ ۲۶ ۹۸+

تاریخ تأیید گزارش کارآموزی : ۱۴۰۳/۰۶/۰۷

گرایش : الکترونیک

تأییدیه‌ی صحت و اصالت گزارش کارآموزی

باسمه تعالی

اینجانب عرفان عموزادخلیلی به شماره دانشجویی ۹۹۲۴۲۱۰۴ دانشجوی رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی مندرجات این گزارش حاصل کار اینجانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط با اینجانب رفتار خواهد شد.

نام و نام خانوادگی : عرفان عموزادخلیلی

امضا و تاریخ : ۱۴۰۳/۰۶/۰۷



چکیده

دوره‌ی کارآموزی در «شرکت موج، آینده، فرافن» گذرانده شده است. این شرکت در حوزه‌هایی از جمله یکپارچه‌سازی مخابرات و فناوری اطلاعات، طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌های موبایل و شبکه‌های مخابراتی، طراحی و ساخت مودم، مدارهای مخابراتی و مدارهای فرکانس بالا، سیستم عامل برای سیستم‌های نهفته و امنیت سایبری فعالیت می‌کند.

تجربه کارآموزی اینجانب در واحد سخت‌افزار این شرکت بود که بر روی مسائلی مانند Embedded Linux، طراحی مدارهای الکترونیکی و مخابراتی، مدارهای فرکانس بالا و طراحی PCB و همچنین طراحی نرم‌افزار کار می‌شد.

آموخته‌های این دوره کارآموزی را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد؛ ۱- مهارت‌های کاری: طرح‌ریزی و اجرای مراحل یک پروژه عملی، آشنایی با محیط کار و فعالیت در یک شرکت صنعتی، آشنایی با نظم و انسجام محیط کاری، مهارت مقابله با محدودیت‌های موجود در بازار کشور و اهمیت بهینه‌سازی سیستم، ۲- مهارت‌های فنی: آشنایی بیشتر و کار عملی در حوزه اینترنت اشیا، بررسی دقیق‌تر و کار با ماژول‌های موقعیت‌یابی و اینترنت اشیا و پروتوکول‌های ارتباطی با آن‌ها، آشنایی بیشتر با اهمیت و روش‌های تأمین انرژی مدار، تغذیه برد الکترونیکی، باتری‌ها و مدارهای شارژ باتری، پیاده‌سازی سیستم با میکروکنترلر ESP32 و API‌های آن، طراحی مدار چاپی، آشنایی با شبکه و طراحی صفحه وب.

در مجموع فعالیت کارآموزی می‌تواند برای مهندسان به منظور آشنایی بیشتر با کار عملی و محیط‌های کاری و صنعتی مفید باشد. به خصوص در شرکت‌هایی مانند این شرکت، که به همراه اعضای حرفه‌ای خود در صنعت کشور حضور فعال دارند و از ساختارهای کاری‌ای که امتحانشان را پس داده‌اند استفاده می‌کنند می‌تواند دید مناسبی به دانشجویان و کارآموزان بدهد. در انتها لازم است به جایگاه مهندسی برق در کارهای مربوط به این شرکت و اهمیت یادگیری نرم‌افزارهای کاربردی و کار با سیستم‌های واقعی اشاره شود.

صفحه

فهرست مطالب:

فهرست مطالب:	ب
صفحه	ب
۱ فصل اول مقدمه	۱
۲ فصل دوم معرفی محل کارآموزی	۴
۱.۲ تاریخچه	۴
۲.۲ موقعیت جغرافیایی	۵
۱.۲.۲ زمینه‌های کاری	۶
۳.۲ تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی	۶
۳ فصل سوم کارهای انجام شده در دوره کارآموزی	۷
۴ فصل چهارم از طرح اولیه تا محصول	۱۷
۵ فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات	۲۱
منابع و مراجع	۲۲

صفحه

فهرست اشکال

شکل ۱.۲	نمایی از محصولات این شرکت.....	۵
شکل ۲.۲	نمایی از محیط کار.....	۵
شکل ۱.۳	ماژول مجهز به میکروکنترلر ESP32.....	۷
شکل ۲.۳	مشخصات پین‌ها برد.....	۸
شکل ۳.۳	تنظیمات کلی پروژه.....	۸
شکل ۴.۳	ماژول موقعیت‌یابی استفاده‌شده gy-gps6mv2.....	۹
شکل ۵.۳	یکی از پیام‌های فرستاده‌شده از طرف سنسور: \$GNRMC.....	۱۰
شکل ۶.۳	ماژول Sim800l برای اتصال GSM/GPRS.....	۱۱
شکل ۷.۳	باتری‌های لیتیوم-یون ۱۸۶۵۰ با ظرفیت ۳۲۰۰ میلی آمپر ساعت.....	۱۲
شکل ۸.۳	ماژول کاهنده ولتاژ برای تغذیه sim800.....	۱۳
شکل ۹.۳	ماژول شارژر بالانس باتری به همراه مدار محافظ شارژر hx-2s.....	۱۴
شکل ۱۰.۳	قابلیت خواب عمیق میکروکنترلر esp32.....	۱۴
شکل ۱۱.۳	شماتیک برد.....	۱۵
شکل ۱۲.۳	مدار چاپی طراحی‌شده (ابعاد برد: ۸,۵ سانتی‌متر در ۷,۷ سانتی‌متر).....	۱۶

صفحه

فهرست جداول

جدول ۱۰۴ هزینه تخمینی تولید یک نمونه اولیه برای تست و امکان سنجی ۱۸

۱ فصل اول

مقدمه

امروزه در عصر ارتباطات به سر می‌بریم از این رو مخابرات، ارتباطات و فناوری اطلاعات از مهمترین مثال روز علم و صنعت است؛ همچنین همه این موارد در کنار الکترونیک و پیاده‌سازی بر بستر سیستم‌های الکترونیک دیجیتال شکل می‌گیرد و نیازهای صنعت و جامعه را در این حوزه رفع می‌کند. بنابراین کشور و جامعه‌ای که در این صنعت پیشرو و قوی باشد از نظر اقتصادی بهبود خواهد یافت، بنابراین از نظر استراتژیک، پیگیری علمی و سرمایه‌گذاری در این صنعت از اهمیت بالایی برخوردار است.

اینترنت اشیا از مهم‌ترین و پرتعدادترین حوزه‌های علم و تکنولوژی است که با سرعت زیادی در حال توسعه و پیشرفت است. این تکنولوژی محصولات و ایده‌های بسیار زیادی در این سال‌ها خلق کرده است و همچنین قابلیت‌ها و امکانات زیادی برای انسان‌ها به ارمغان آورده است؛ امکان تلفیق شدن اینترنت اشیا با بسیاری از محصولات و تکنولوژی‌های قدیمی نیز باعث انعطاف‌پذیری و رشد بیشتر این حوزه شده است.

«شرکت موج آینده فرافن» با هدف ارائه سرویس یکپارچه سازی در حوزه فن آوری اطلاعات و ارتباطات در سال ۱۳۸۹ پایه گذاری شد . جهت گیری اصلی شرکت موج آینده فرافن از ابتدا ایجاد یک مجموعه کاملاً دانش محور بوده است که با تکیه بر دانش و تکنولوژی روز و همچنین استفاده از تجربیات و سوابق اجرایی موجود ، جای خالی شرکت های یکپارچه ساز سیستم و سرویس را در پروژه های مخابراتی کشور پر نماید.

نحوه و دلایل انتخاب این شرکت: با کمی جستجو در بین شرکت‌های این حوزه، نحوه فعالیت‌ها و مصاحبه انجام شده فرصت انجام کار عملی که مورد علاقه اینجانب باشد در بستر بهتری فراهم بود و همچنین قوی و حرفه‌ای بودن این شرکت به همراه کارکنان و اعضای حرفه‌ای جو مناسبی را ایجاد می‌کرد. پروژه تعریف شده برای کارآموزی کاملاً با مطالب مربوط به رشته برق مرتبط بود و امکان عمیق‌تر شدن در این رشته را فراهم می‌کرد. همان‌طور که می‌دانیم رشته مهندسی برق رشته‌ای است که

کار عملی و کار با سیستم‌های واقعی و آشنا شدن با چالش‌هایی که در مباحث تئوری ظاهر نمی‌شوند از نکات مثبت و اهمیت انجام کارآموزی در این رشته است.

برای دوره کارآموزی در مورد تعریف پروژه‌ای بحث شد و به تصویب رسید که مربوط به طراحی نمونه اولیه برای یک دستگاه موقعیت‌یابی به کمک سنسور GPS و انتقال دیتا از طریق شبکه مخابراتی برای کاربر بود. در این پروژه لازم است از مازول‌های واقعی با در نظر گرفتن جوانب مختلف مانند رابط کاربری مناسب و هزینه تمام‌شده معقول برای کاربر استفاده شود. این دستگاه‌ها در سال‌های اخیر با توجه به رشد اینترنت اشیا، شهرها و خودروهای هوشمند بسیار محبوب و کاربردی شده‌اند. کاربرد این دستگاه مواقعی که یکی از دارایی‌های کاربر گم شود یا به سرقت برود در صورت مجهز بودن به این دستگاه می‌تواند آن را بازیابی کند؛ این دستگاه قابلیت نصب شدن بر روی سیستم خودرو یا قرارگیری در کیف شخصی فرد را دارد و از این طریق کاربر توانایی پیدا کردن دستگاه را دارد؛ از این رو است که نام این دستگاه نیز Find Your Device – FYD در نظر گرفته شد. همچنین این دستگاه می‌تواند در کنار دستگاه‌های دیگر مجتمع شود، به عنوان مثال گوشی‌های موبایل، هاردهای اکسترنال، لپ‌تاپ، دستگاه‌های ارزشمند در ساختار خود همچنین مجموعه‌ای داشته باشند تا خطر از دست دادن آن‌ها کاهش یابد. مسیر کار کردن بر روی این دستگاه و ارتقای قابلیت‌های آن کاملاً باز است و ایده‌های فراوانی لازم است برای توسعه آن اعمال شود. (برخی از این قابلیت‌ها در قسمت «کارهای آینده» این نوشته آمده است)

در محل کارآموزی ساعت کاری ورود بین ۸ تا ۹ صبح انعطاف‌پذیر بود و تا ساعت ۵ عصر ادامه داشت. جلو بردن پروژه به طور کامل بر عهده فرد کارآموز بود و همه مراحل طراحی، انتخاب و خریداری قطعه، پیاده‌سازی عملی، توسعه سخت‌افزار و نرم‌افزار و بهینه‌سازی سیستم بر عهده کارآموز می‌باشد. فضای محیط کارآموزی برای صحبت و کمک گرفتن از اعضای شرکت باز و مناسب بود و امکان پرسیدن سوال چه در مورد پروژه چه در مورد کارهایی که در شرکت انجام می‌شود وجود داشت.

مهارت‌های فنی که برای انجام این پروژه درگیر بودند: برنامه‌نویسی C++، برنامه‌نویسی و کار با میکروکنترلر و راه‌اندازی واحدهای مختلف (در اینجا به طور خاص ESP32)، تست و راه‌اندازی مدارهای الکترونیکی، طراحی مدار چاپی، مفاهیم شبکه و طراحی صفحه وب، کار با سنسور gps و مازول‌های سیم‌کارت‌خور اینترنت اشیا

مهارت‌های نرم و کاری که برای انجام پروژه درگیر بودند: یادگیری خودآموز و سریع، مهارت جستجو و سرچ، نظم و انضباط فردی، تعامل، خرید قطعات و غلبه بر محدودیت‌های بازار ایران، مهارت حل مسئله.

۲ فصل دوم

معرفی محل کارآموزی

شرکت «موج آینده فرافن»^{۱۱} با شناخت کامل از نیازمندی اپراتورهای مخابراتی به صورت End To End، ظرفیت ارائه ی سرویس و خدمات مهندسی را در کلیه لایه های شبکه اعم از بخش رادیو، انتقال، Core و سامانه های OSS ایجاد نموده است. این شرکت با تکیه بر دانش روز دنیا و از طرفی توان مهندسی و تکیه بر تجارب پیشین، امکان ارائه خدمات متنوعی را در این حوزه فراهم ساخته است.

فرافن با پر نمودن جای خالی شرکت های یکپارچه ساز سیستم و سرویس را در پروژه های مخابراتی کشور پر می نماید. امروزه با نگاهی به جهت گیری صنعت مخابرات در دنیا و همگرایی مدنظر برای تکنولوژی های مطرح در این عرصه، بحث یکپارچه سازی سیستم اهمیت ویژه ای پیدا کرده است.

رسالت: تجربه بالا و توان تخصصی در حوزه های مربوطه – دسترسی به نیروی انسانی خبره و متخصص – صداقت حرفه ای و سابقه درخشان – چابکی و نوآوری – دستیابی و تسلط بر آخرین دستاوردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات – نمایندگی شرکت های خارجی فعال در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات ارزش های سازمان: دسترسی به نیروی انسانی خبره و متخصص – صداقت حرفه ای و سابقه درخشان – چابکی و نوآوری

۱.۲ تاریخچه

شرکت موج آینده فرافن با هدف ارائه سرویس یکپارچه سازی در حوزه فن آوری اطلاعات و ارتباطات در سال ۱۳۸۹ پایه گذاری شد. جهت گیری اصلی شرکت موج آینده فرافن از ابتدا ایجاد یک مجموعه کاملاً دانش محور بوده است که با تکیه بر دانش و تکنولوژی روز و همچنین استفاده از تجربیات و سوابق اجرایی موجود، جای خالی شرکت های یکپارچه ساز سیستم و سرویس را در پروژه های مخابراتی کشور پر نماید.

تولیدات: مودم‌های 4G، LTE و 5G – ویروسپاد: پایشگر بدافزار چندجانبه – طراحی، تولید و پشتیبانی نرم‌افزار OSS/BSS شرکت زیرساخت – سامانه هشدار پیش‌هنگام آتش‌سوزی جنگل/فضای باز – سامانه پارکینگ هوشمند – سامانه کشاورزی هوشمند – پلتفرم مدیریت IoT رای‌بین – Radio patrol سامانه مدیریت راندمان شبکه رادیویی



شکل ۱.۲. نمایی از محصولات این شرکت



شکل ۲.۲. نمایی از محیط کار

۲.۲ موقعیت جغرافیایی

آدرس دفتر مربوط به واحد سخت‌افزار: ۲۶ اتوبان تهران-کرج، اولین خروجی بعد از گرمدره، جنب انستیتو پاستور، پارک فناوری اطلاعات و ارتباطات

۱.۲.۲ زمینه‌های کاری

مشاوره، طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌های موبایل: بهینه‌سازی و باز طراحی شبکه‌های موبایل 2G/3G/4G، طراحی و بهینه‌سازی شبکه‌های انتقال مبتنی بر IP/MPLS، مدیریت پروژه و انجام عملیات راه‌اندازی و یکپارچه‌سازی تجهیزات شبکه RAN، طراحی و پیاده‌سازی شبکه‌های Wi-Fi و راهکارهای WiFi Offloading در بخش Core و شبکه Access

ارائه راهکارهای پیشرفته در حوزه شبکه‌های مخابراتی و فناوری اطلاعات: راهکار کامل پیاده‌سازی و ارائه سرویس اپراتورهای مجازی موبایل MVNO، راهکار مدیریت و بهینه‌سازی محتوا شامل Web Caching و CDN، راهکار پیشرفته مدیریت ترافیک DPI، راهکار مدیریت ترمینال شامل ACS و MDM در شبکه‌های پهن‌بند

ارائه خدمات و راهکارهای پیشرفته در حوزه امنیت سایبری: خدمات مشاوره‌ای و پیاده‌سازی راه‌حل‌های جامع امنیت سایبری، ارائه نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای پیشرفته در حوزه‌های شبکه و دفاع سایبری شامل Vulnerability Scanner, Attack Detector, Application Firewall, Secure DNS, Application Inspector

مدیریت و راهبری پروژه‌ها در حوزه فناوری اطلاعات، مخابرات و ارتباطات: مشاوره تهیه طرح تجاری، طراحی و پیاده‌سازی دفتر مدیریت پروژه، تعریف منشور پروژه، تدوین روال‌ها و فرایندها، پیاده‌سازی ابزارهای لازم

۳.۲ تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی

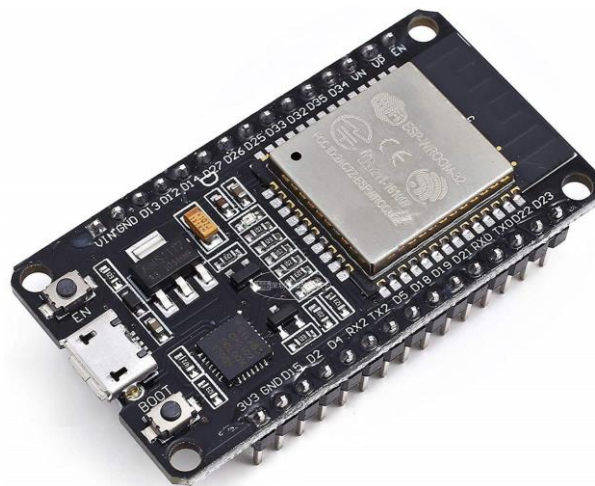
در واحد سخت‌افزار این شرکت بخش خاص و جداگانه‌ای تحت عنوان «آزمایشگاه» در کنار محیط کار، اتاق محصولات و غیره وجود داشت که شامل تجهیزات لازم الکترونیکی و الکتریکی برای انجام پروژه بود. به عنوان مثال منبع تغذیه مناسب، مولتی مترهای مناسب، ابزار و وسیله‌های لحیم‌کاری و مونتاژ بورد و غیره به طور کامل در محیط آزمایشگاه موجود بودند و توانایی استفاده صحیح از آن‌ها وجود داشت.

۳ فصل سوم

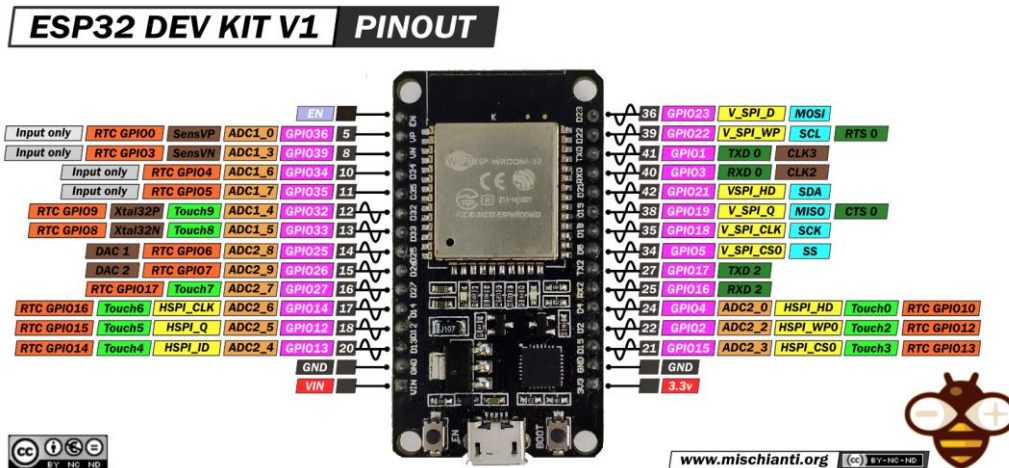
کارهای انجام شده در دوره کارآموزی

میکروکنترلر ESP32.

میکروکنترلر ESP32 یک چیپ قدرتمند با معماری ۳۲ بیتی و تولید شده توسط شرکت Espressif^[۲] است که برای پروژه‌های اینترنت اشیا و سیستم‌های نهفته مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تراشه دارای دو هسته‌ی پردازشی (Tensilica Xtensa LX6) است و از Wi-Fi و بلوتوث به صورت توکار پشتیبانی می‌کند. ESP32 دارای قابلیت‌های پیشرفته مانند تایمرهای دقیق، PWM، ADC و DAC است و همچنین می‌تواند به صورت کم‌مصرف (Low Power) عمل کند. این میکروکنترلر از رابط‌های مختلفی مانند I2C، SPI و UART نیز پشتیبانی می‌کند، که باعث می‌شود بتواند با انواع سنسورها و دستگاه‌ها تعامل داشته باشد. با توجه به قیمت مناسب و عملکرد قوی، ESP32 یکی از محبوب‌ترین میکروکنترلرها در جامعه‌ی سازندگان و توسعه‌دهندگان محسوب می‌شود.



شکل ۱.۳ ماژول مجهز به میکروکنترلر ESP32



شکل ۲.۳ مشخصات پین‌ها بورد

بر روی این میکروکنترلر با کمک برنامه Visual Studio Code و افزونه Platformio کدنویسی انجام شده است و برنامه روی میکروکنترلر ریخته شده است. بر روی بورد مورد نظر مدار پروگرامر و یک رگولاتور خطی به منظور تأمین تغذیه ESP32 به کار برده شده که کار کردن با این بورد را راحت‌تر می‌کند.

در برنامه‌نویسی این پروژه سعی شده تا حد امکان از کتابخانه‌های آماده و توابع آردوینو استفاده نشود که برنامه به کمک API‌های خود ESP32 کارایی بالاتری داشته باشد. مشخصات کانفیگ پروژه به صورت زیر است:

```

11 [env:esp32doit-devkit-v1]
12 platform = espressif32
13 board = esp32doit-devkit-v1
14 framework = arduino
15 monitor_speed = 115200
16 upload_speed = 921600

```

شکل ۳.۳ تنظیمات کلی پروژه

در این پروژه ما با قسمت‌های UART، ADC، Deep Sleep و تایمر این میکروکنترلر کار داریم. از مزیت‌های این میکروکنترلر این است که دارای سه واحد UART مجزا است که هر کدام قابلیت تنظیم شدن روی پایه دلخواه از میکروکنترلر را دارند. ما نیز به هر سه واحد UART نیاز داریم؛ یکی برای ارتباط با سنسور GPS، یکی برای ارتباط با مازول Sim8001 و یکی برای انجام دیباگ و عیب‌یابی از

طریق کامپیوتر. همچنین به منظور کاهش مصرف انرژی میکروکنترلر و افزایش زمان روشن بودن دستگاه، میکروکنترلر را به خواب عمیق فرو می‌بریم.

سنسور GPS و موقعیت‌یابی.

سنسور GPS یا سامانه موقعیت‌یاب جهانی از شبکه‌ای از ماهواره‌ها استفاده می‌کند که در مدار زمین قرار دارند. این ماهواره‌ها سیگنال‌های رادیویی با زمان و موقعیت دقیق به گیرنده‌های GPS ارسال می‌کنند. گیرنده با تحلیل سیگنال‌های دریافتی از چندین ماهواره (حداقل ۴ ماهواره)، می‌تواند موقعیت دقیق خود را روی زمین محاسبه کند. این اطلاعات شامل طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی و ارتفاع است. علاوه بر موقعیت، سنسورهای GPS می‌توانند سرعت حرکت و جهت را نیز اندازه‌گیری کنند. GPS در بسیاری از کاربردها مانند ناوبری خودرو، ردیابی، و سیستم‌های امداد و نجات استفاده می‌شود. سنسور GY-GPS6MV2^[۳] یک ماژول GPS است که برای ردیابی موقعیت جغرافیایی طراحی شده است. این ماژول از تراشه‌ی قدرتمند u-blox NEO-6M استفاده می‌کند و می‌تواند به راحتی داده‌های مربوط به موقعیت مکانی، سرعت و زمان را از ماهواره‌های GPS دریافت کند. دارای آنتن سرامیکی با حساسیت بالا است که می‌تواند سیگنال‌های GPS را به‌خوبی دریافت کند. این ماژول از طریق رابط سریال (UART) با میکروکنترلرها و بردهای مختلف ارتباط برقرار می‌کند و برای ردیابی خودروها، پهپادها، و دیگر کاربردهای موقعیت‌یابی بسیار مناسب است. به علاوه، باتری پشتیبان برای حفظ اطلاعات ساعت و مکان در زمان‌های قطع موقتی تغذیه، در این ماژول تعبیه شده است.



شکل ۴.۳ ماژول موقعیت‌یابی استفاده‌شده gy-gps6mv2

پیام‌های این مازول از طریق پروتوکل ارتباطی UART و تحت کدگذاری استاندارد NMEA^[۴] برای میکروکنترلر ارسال می‌شود. بنابراین لازم است که ما در برنامه میکروکنترلرمان پیام مورد نظر را استخراج کرده، آن را کدگشایی کنیم و داده دلخواه را از داخل آن در بیاوریم. به منظور پیاده‌سازی سریع و به صورت non-blocking این هدف در این پروژه از یک ماشین حالت محدود (Finite State Machine) به منظور استخراج بخش‌های مختلف پیام مورد نظر، استفاده شده است.

توجه. پیش از اولین بار استفاده از این مازول لازم است، مازول به مدت حدود ۱ تا ۲ ساعت با تغذیه ۵ ولت شارژ شود.

به منظور دریافت داده‌های زمان دقیق (ساعت، دقیقه، ثانیه)، وضعیت صحت داده، طول جغرافیایی، عرض جغرافیایی، سرعت، جهت و تاریخ (روز، ماه، سال) از خواندن پیام RMC بهره گرفته‌ایم. مشخصات و نحوه کدگذاری این پیام در تصویر زیر آمده است.

RMC—Recommended Minimum Specific GNSS Data

Note – Fields marked in *italic red* apply only to NMEA version 2.3 (and later) in this NMEA message description.

Table 1-11 contains the values for the following example:

\$GPRMC, 161229.487,A,3723.2475,N,12158.3416,W,0.13,309.62,120598, *10

Table 1-11 RMC Data Format

Name	Example	Unit	Description
Message ID	\$GPRMC		RMC protocol header
UTC Time	161229.487		hhmmss.sss
Status ¹	A		A=data valid or V=data not valid
Latitude	3723.2475		ddmm.mmmm
N/S Indicator	N		N=north or S=south
Longitude	12158.3416		dddmm.mmmm
E/W Indicator	W		E=east or W=west
Speed Over Ground	0.13	knots	
Course Over Ground	309.62	degrees	True
Date	120598		ddmmyy
Magnetic Variation ²		degrees	E=east or W=west
East/West Indicator ²	E		E=east
<i>Mode</i>	<i>A</i>		<i>A=Autonomous, D=DGPS, E=DR</i>
Checksum	*10		
<CR> <LF>			End of message termination

شکل ۵.۳ یکی از پیام‌های فرستاده‌شده از طرف سنسور: \$GNRMC

داده‌های دریافت‌شده در متغیرهای لازم در کد ذخیره می‌شوند و سپس در مراحل بعدی اجرای برنامه بر روی شبکه ارسال می‌شوند تا موقعیت مکانی دستگاه مشخص شود.

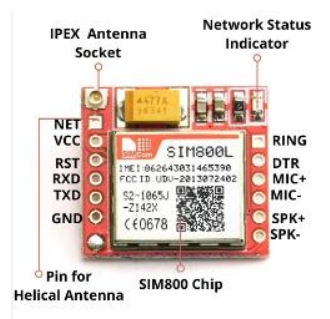
لازم است اشاره شود که استفاده از این مازول ارزان‌قیمت و به صرفه در محیط Indoor ممکن است با مشکل مواجه شود؛ باید در نظر گرفت برای برقراری ارتباط مازول با ماهواره‌ها لازم است موانعی که

سیگنال‌ها را بلوکه می‌کنند وجود نداشته باشد. برای بهبود این محدودیت می‌توان از ماژول‌ها و سنسورهای gps قوی‌تر که قیمت بیشتری نیز دارند استفاده کرد اما باز باید توجه داشت که این سیستم در مکان‌هایی مانند زیرزمین یا تونل محدودیت استفاده خواهد داشت.

ماژول اینترنت اشیاء SIM800L.

ماژول SIM800L یک ماژول ارتباطی GSM/GPRS است که به کاربر امکان ارسال و دریافت پیام‌های متنی (SMS)، برقراری تماس صوتی و اتصال به اینترنت از طریق شبکه‌ی GPRS را می‌دهد. این ماژول از شبکه‌های 2G پشتیبانی می‌کند و با اکثر شبکه‌های GSM جهانی سازگار است. ابعاد کوچک و مصرف کم انرژی آن باعث شده تا در پروژه‌های اینترنت اشیاء، دستگاه‌های ردیابی، سیستم‌های امنیتی و کنترل از راه دور به کار رود. SIM800L از رابط سریال (UART) برای ارتباط با میکروکنترلرها استفاده می‌کند. این ماژول از دستورات AT پشتیبانی می‌کند، که به کمک آن می‌توان عملکردهای مختلف ماژول را کنترل کرد. همچنین دارای پین‌های آنتن و LED برای نمایش وضعیت اتصال به شبکه است. ماژول SIM800L یک ماژول ۴ بانده (Quad-band) است، به این معنی که می‌تواند در چهار باند فرکانسی GSM/GPRS کار کند. این باندها شامل 850MHz، 900MHz، 1800MHz و 1900MHz هستند. این قابلیت ۴ بانده بودن باعث می‌شود که SIM800L بتواند با شبکه‌های GSM در سراسر جهان ارتباط برقرار کند، زیرا کشورهای مختلف از باندهای فرکانسی متفاوتی برای شبکه‌های موبایل استفاده می‌کنند.

SIM800L یکی از محبوب‌ترین ماژول‌های ارتباطی GSM برای پروژه‌های سیستم‌های نهفته و دستگاه‌های کم‌مصرف محسوب می‌شود.



شکل ۶.۳ ماژول Sim800l برای اتصال GSM/GPRS

در این پروژه ما از دو سری از مجموعه دستورات AT استفاده کرده‌ایم. یک مجموعه به منظور ارسال موقعیت جغرافیایی دستگاه به وسیله SMS به گوشی کاربر که لازم است شماره کاربر در هنگام تهیه دستگاه در آن ثبت شود. و یک مجموعه دستورات دیگر نیز برای ارسال داده از طریق HTTP برای یک دامنه مشخص که می‌تواند دامنه مربوط به وبسایت تهیه این محصول باشد (با هر سرور دیگری). از این دو طریق داده‌های موقعیت جغرافیایی برای کاربر ارسال می‌شود تا مکان دستگاه خود را دریابد. لازم به ذکر است که برای ارسال SMS دستگاه به شبکه موبایل و برای ارسال درخواست HTTP دستگاه به شبکه GPRS متصل می‌شود.

همه کارکردهای فوق به همراه خواندن متن SMS‌های دریافتی به وسیله دستورات مربوطه AT Commands^[۵] پیاده‌سازی شده‌اند.

توجه. لازم است برای اتصال به شبکه GPRS از APN مخصوص اپراتور مربوط به سیم‌کارت داخل دستگاه استفاده کرد. به عنوان مثال APN همراه اول mcinet و APN ایرانسل mtnirancell است.

تغذیه و منبع انرژی.

سیستم تغذیه قسمت‌های مختلف مدار به صورت زیر است.

منبع اصلی تأمین انرژی دستگاه از طریق دو باتری لیتیم-یون تک سل که به صورت سری بسته‌شده‌اند است که ظرفیت هریک از آنها ۳۲۰۰ میلی آمپر ساعت است. بنابراین ولتاژ ورودی مدار بین ۷٫۴ ولت تا ۸٫۴ ولت تغییر می‌کند.



شکل ۷٫۳ باتری‌های لیتیم-یون ۱۸۶۵۰ با ظرفیت ۳۲۰۰ میلی آمپر ساعت

ماژول‌هایی که لازم است در مدار تغذیه شوند: ۱- برد ESP32: ولتاژ بین ۴٫۵ تا ۱۲ ولت؛ ۲- ماژول sim8001: ولتاژ بین ۳٫۷ تا ۴٫۲ ولت؛ ۳- سنسور GPS: ولتاژ بین ۳٫۳ تا ۵ ولت

برای تأمین تغذیهٔ برد esp32 به طور مستقیم ولتاژ باتری را به پایهٔ vin برد می‌دهیم، چون در بازهٔ مجاز ولتاژ ورودی رگولاتور خطی AMS1117 روی برد esp32 قرار دارد تغذیهٔ این برد و میکروکنترلر به درستی تأمین می‌شود. همچنین از خروجی رگولاتور خطی روی برد یعنی پایهٔ ۳,۳ ولت برای تأمین تغذیهٔ سنسور استفاده می‌کنیم، این تست شده و سنسور قابلیت کار با این ولتاژ را دارد. برای تغذیهٔ ماژول sim800l که بسیار حساس است چون اگر ولتاژ بالا برود به راحتی باعث سوختن ماژول می‌شود و همچنین اگر ولتاژ پایین بیاید ماژول کارایی خود را از دست می‌دهد، همچنین لازم است اشاره شود که این ماژول در لحظهٔ اتصال به شبکه در حدود ۲ آمپر به صورت لحظه‌ای جریان می‌کشد. برای تغذیهٔ این ماژول از یک مدار رگولاتور کاهندهٔ LM2596 استفاده شده است که توانایی تأمین جریان مورد نیاز را دارد و همچنین ولتاژ خروجی آن را روی مقدار ۴ ولت که ولتاژ پیشنهادی برای کار ماژول sim800l است قرار داده‌ایم، از طرفی خودمان بین VCC و GND این ماژول به منظور جلوگیری از افت ولتاژ احتمالی و ریست شدن ماژول یک خازن با ظرفیت مناسب (مثلاً ۳۳۰۰ میکروفاراد) قرار داده‌ایم.



شکل ۸.۳ ماژول کاهندهٔ ولتاژ برای تغذیهٔ sim800

مدار در حالت کاری به طور معمول بین ۰,۱ تا ۰,۲ آمپر جریان مصرف می‌کند با توجه به ظرفیت باتری‌های می‌توان محاسبه کرد که با یک بار شارژ باتری‌ها به طور متوسط دستگاه می‌تواند حدود ۲۵ ساعت روشن بماند. از این رو لازم است یک مدار شارژر نیز بر روی دستگاه تعبیه شود تا کاربر بتواند آن را شارژ کند و مجدد آن را استفاده کند. با توجه به وجود دو سل باتری و لزوم شارژ شدن بالانس باتری‌ها و وجود مدار محافظ از ماژول hx-2s استفاده کرده‌ایم. دستگاه به وسیلهٔ یک آداپتور ۸,۴ ولت و ۲ آمپر شارژ می‌شود.

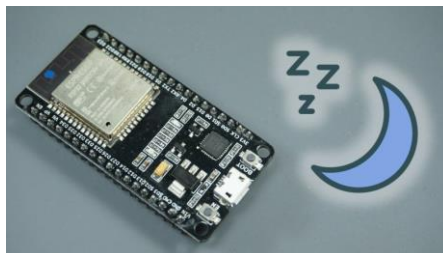


شکل ۹.۳ ماژول شارژ بالانس باتری به همراه مدار محافظ شارژ hx-2s

کاهش مصرف انرژی و خواب عمیق.

قابلیت خواب عمیق (Deep Sleep) در میکروکنترلر ESP32 به منظور کاهش مصرف انرژی طراحی شده است. در این حالت، پردازنده‌ها خاموش شده و تنها بخش‌هایی مانند RTC (ساعت داخلی) و برخی از ماژول‌های خاص فعال باقی می‌مانند. این حالت برای پروژه‌هایی که به انرژی کم و طول عمر بیشتر باتری نیاز دارند، بسیار مناسب است.

به منظور کاهش توان مصرفی در این پروژه از این قابلیت استفاده شده است. اگر دستگاه ۲۰ دقیقه بدون دریافت درخواستی باقی بماند به حالت خواب می‌رود. بیدار شدن مجدد دستگاه به وسیله پین شماره ۳۳ که از جمله پین‌های RTC است و اینترپت خارجی آن اتفاق می‌افتد؛ به صورتی که این پایه به پایه RING از ماژول sim800 وصل شده است، این پایه همواره مقدار ۱ (HIGH) را دارد اما به محض اینکه کاربر به سیم‌کارت داخل این ماژول پیامک ارسال کند، مقدار برای مدتی به ۰ (LOW) تبدیل می‌شود از این طریق وقفه این پایه فعال شده، میکروکنترلر از خواب بلند شده و شروع به پردازش، بررسی گذرواژه ارسال شده، دریافت داده از سنسور و ارسال اطلاعات به کاربر می‌کند. سپس وقتی داده‌ها را ارسال کند و دیگر پیامی از کاربر دریافت نکند مجدد به خواب می‌رود.



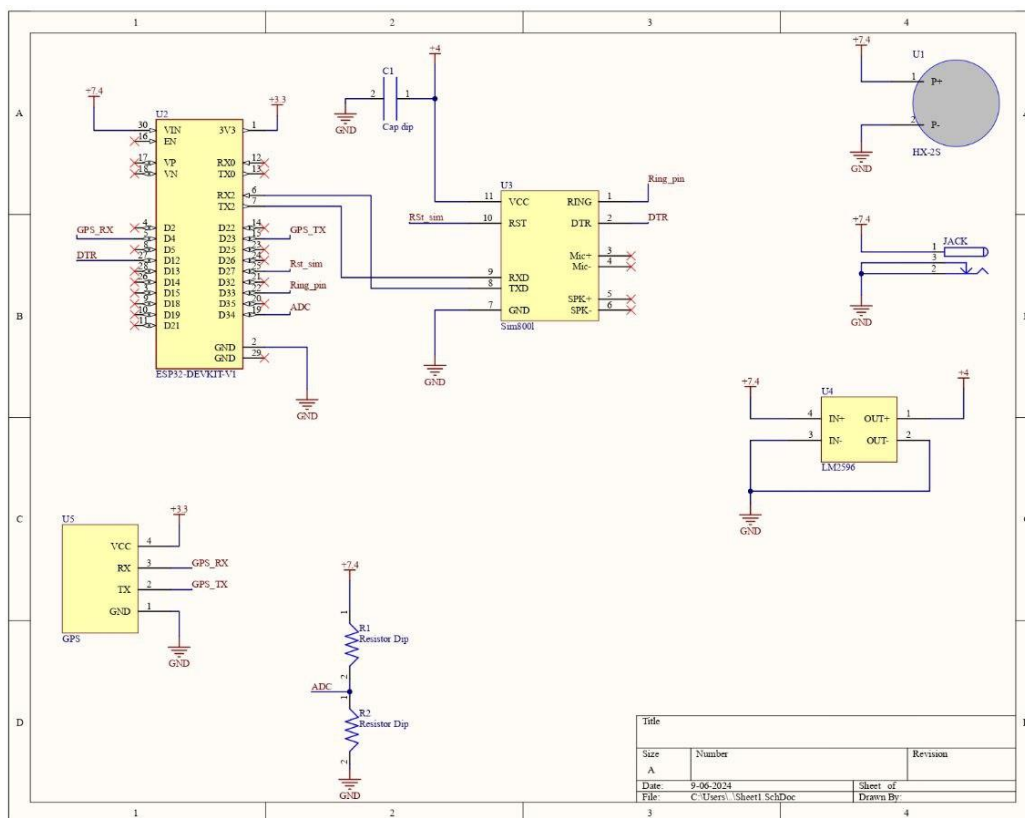
شکل ۱۰.۳ قابلیت خواب عمیق میکروکنترلر esp32

ساختار نرم افزار.

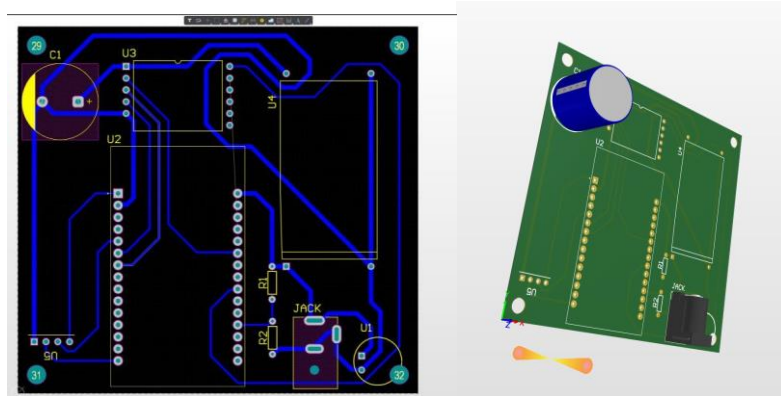
کدهای قسمت نرم افزار به همراه داکيومنتيشن های لازم همگی در لینک [گیت هاب](#) [۶] این پروژه قابل رویت هستند و نرم افزار آن به صورت متن باز قرار داده شده است.

طراحی مدار چاپی.

به منظور ایجاد یک دستگاه منسجم و قرارگیری همه قسمت های عنوان شده مدار در کنار یکدیگر به کمک نرم افزار آلتیوم [۷] یک برد چاپی یک لایه طراحی شده است. طراحی برد به صورت تک لایه باعث کاهش هزینه سفارش آن می شود. سعی شده که برد تا حد امکان کوچک باشد تا استفاده از آن راحت تر باشد و هزینه کمتر نیز ببرد. مسائل مربوط به ترک کشی، قطر ترک ها و تفاوت میان سیم های پاور و سیگنال نیز رعایت شده است.



شکل ۱۱.۳ شماتیک برد



شکل ۱۲.۳ مدار چاپی طراحی شده (ابعاد برد: ۸,۵ سانتی متر در ۷,۷ سانتی متر)

رابطه کاربری و نحوه استفاده از دستگاه.

یک کاربر با تهیه دستگاه به سه مورد احتیاج دارد؛ ۱- یک سیم کارت که در دستگاه قرار دهد و در مواقع لزوم به آن پیامک بفرستد. ۲- یک رمز که در متن پیامک برای دستگاه ارسال کند و دستگاه هویت او را بازشناسی کند (این رمز از پیش در دستگاه تعیین شده است). ۳- یک شناسه کاربری و رمز عبور در سایت محصول تا با وارد کردن آن پس از فرستادن پیامک بتواند از طریق وب موقعیت دستگاه خود را ببیند.

کاربر به منظور دریافت موقعیت ابتدا باید رمز مشخص شده را برای شماره سیم kartی که در دستگاه وجود دارد ارسال کند، سپس به محض متصل شدن سنسور دستگاه در این لحظه و تخمین موقعیت دستگاه، در پاسخ آن پیامک موقعیت طول و عرض جغرافیایی را از طریق پیامک برای کاربر ارسال می کند. همچنین پس از انجام این فرایند کاربر می تواند با وارد شدن به وبسایت مشخص شده داده های بیشتری را نیز از طریق صفحه وب دریافت کند. از این طریق کاربر قادر است میزان باتری دستگاه را نیز بررسی کند و برای شارژ دستگاه کافی است جک تغذیه تعبیه شده روی برد را به آداپتور ۸,۴ ولت متصل کند.

۴ فصل چهارم

از طرح اولیه تا محصول

در سطح جهان و ایران دو، سه موردی از همچنین دستگاه‌هایی عرضه شده و به فروش رسیده است. در تصاویر زیر برخی از این نمونه‌ها آورده شده‌اند.

ردیاب خودرو وی فایندر مدل W500

WeFinder W500 Car Tracker

۴.۷ (انتخاب ۶ خریدار) • ۱۰ دیدگاه • ۱۱ پرسش

ویژگی‌ها

درگاه‌های مسیریاب خودرو
رودری و خروجی دیجیتال

مشاهده همه ویژگی‌ها

درخواست مرجوع کردن کالا در گروه مسیریاب خودرو یا دلیل "انصراف از خرید" تنها در صورتی قابل تایید است که کالا در شرایط اولیه باشد (در صورت پلمپ بودن، کالا نباید باز شده باشد).

ارسال رایگان سفارش‌ها برای اعضای دیجی‌پلاس
۴ ارسال رایگان ماهانه + ۲ ارسال رایگان بیشتر ویژه سوپرمارکت

فروشنده دیگر

فروشگاه هایپرونیک

عملکرد عالی

۳,۳۵۵,۰۰۰

۵۰۰ بازدید در ۲۴ ساعت اخیر

افزودن به سبد

سرویس ویژه دیجی کالا: ۷ روز تضمین بازگشت کالا

ارسال دیجی‌کالا از ۳ روز کاری دیگر

۱۵۰ امتیاز دیجی‌کلاب



جی پی اس و میکروفن GF21

1,650,000 تومان

رجستر شده

حالت موقعیت یابی چندگانه

قابلیت خاموش کردن از راه دور

دقت موقعیت یابی 10 - 50 متر

زمان کار باتری حدود 100 ساعت

دارای اپلیکشن فارسی و سرور ایرانی

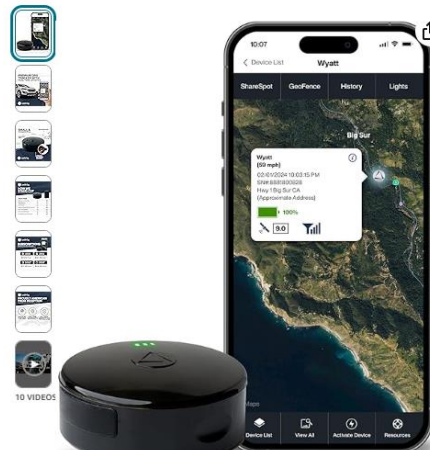
افزودن به سبد خرید



amazon.com/LandAirSea-Waterproof-Magnetic-Personal-Location/dp/B06XVZ6Y4T/ref=sg_bs_g_617650011_d_scd_4/137-7003644-2556643?th=1

family1 Family1st Portable Automobile GPS Trackers for Vehicles, Cars, Loved Ones, Real Time Tracking App, Hidden Tracking for Theft Protection & Subscription Needed. 3.9 ★★★★★ 1,585 \$14.95 prime

Electronics > GPS, Finders & Accessories > GPS Trackers



LandAirSea 54 GPS Tracker - Made in the USA from Domestic & Imported Parts. Long Battery, Magnetic, Waterproof, Global Tracking. Subscription Required

Visit the LandAirSea Store 4.2 ★★★★★ 23,762 ratings | Search this page

Amazon's Choice

This item cannot be shipped to your selected delivery location. Please choose a different delivery location.

Model: 54

54 15 options from \$14.95 Overdrive 2 options from \$135.58 Overdrive Permanent 1 option from \$169.95

Brand LandAirSea

Special Feature Alert Notification, Geo-Fence, Location History, Rechargeable, Motion Activated, Real Time Tracking


Connectivity Technology 4G LTE

Supported SilverCloud™

amazon.com/Real-Time-Tracker-Vehicles-Weatherproof-Magnetic/dp/B00L2KB88C/ref=sg_bs_g_617650011_d_scd_2/137-7003644-2556643?psc=1

family1 Family1st Mini Bundle GPS Tracker for Vehicles Car Assets & Kids Real time Tracking with App, Hidden Device for Cars in USA (Pack of 2) 3.9 ★★★★★ 28 \$45.98

Electronics > GPS, Finders & Accessories > GPS Trackers



Spytec GPS Mini GPS Smart Tracker for Vehicles, Cars, Trucks, Loved Ones, GPS Tracker Device for Kids & Weatherproof Magnetic Case, Unlimited Updates, Worldwide Real-Time GPS Tracking, USA Made Tech

Visit the Spy Tec Store 4.1 ★★★★★ 6,011 ratings | Search this page

This item cannot be shipped to your selected delivery location. Please choose a different delivery location.

Brand Spy Tec

Special Feature Real Time Tracking, Magnetic Weatherproof Case, Boundary Notifications, Flexible Battery, Speed Alerts, Reporting Modes, No Contracts Required, Lifetime Warranty

Connectivity Technology 4G LTE

Supported Application Hapn GPS iOS/Android app

Specific Uses For Product Worldwide GPS Tracking

می‌بینیم که در سال‌های اخیر بر روی این محصول سرمایه‌گذاری شده، روی آن کار شده و عرصه فروش در آمده است. همچنین در آینده نیز حتما تعداد و انواع این دستگاه‌ها بیشتر خواهد شد و این موضوع با دستگاه‌های دیگر نیز Integrate خواهد شد.

قیمت تمام‌شده حدودی یک نمونه از این دستگاه (قسمت الکترونیکی آن) در جدول زیر آمده است:

جدول ۱۰۴ هزینه تخمینی تولید یک نمونه اولیه برای تست و امکان‌سنجی

هزینه (تومان)	قطعه
۲۵۵,۰۰۰	میکروکنترلر ESP32
۳۶,۵۰۰	رگولاتور سوئیچینگ LM2596
۱۵۲,۰۰۰	ماژول sim800l
۱۶۱,۰۰۰	سنسور gy-gps6vm2
۴۴۰,۰۰۰	دو عدد باتری لیتیوم-یون
۳۷,۰۰۰	ماژول شارژر hx-2s
۱۶۰,۰۰۰	آداپتور
۱۵۰,۰۰۰	مدار چاپی و قطعات جانبی
۱,۳۹۰,۵۰۰	مجموع

توجه داریم که مجموع قیمت فوق با توجه به این است که همه قطعات به صورت ماژول‌های جداگانه تهیه شود و همچنین به صورت خرده فروشی و یک دونه‌ای تهیه شود. با مجتمع‌سازی مدار، تبدیل ماژول‌ها به طراحی‌های داخلی روی برد و تهیه آ‌سی‌های لازم به جای ماژول و خرید عمده قطعات می‌تواند هزینه‌ها را به طرز چشمگیری کاهش دهد.

کارهای آینده:

- تبدیل هر کدام از ماژول‌ها به صورت قطعات SMD بر روی برد و طراحی همه قسمت‌های مدار به صورت داخلی بر روی برد (استفاده کمتر از ماژول‌ها برای مثال با تبدیل میکروکنترلر، ماژول sim800l، مدار رگولاتور و مدار شارژ به قطعاتی که روی برد کنار هم مجتمع شوند از اقدامات لازم بعدی برای تبدیل یک طرح اولیه به محصول است)
- طراحی یک وبسایت با بک‌اند و دیتابیس قوی با امنیت بالا برای استفاده کاربران و مانیتور دستگاه تحت وب
- افزایش امنیت پروتکل‌های ارتباطی برای انتقال داده‌ها و امنیت و اطمینان بالاتر برای داده‌های موقعیت مکانی کاربران (به عنوان مثال باید از درخواست HTTPS و به کار بردن SSL به جای

درخواست HTTP برای ارسال اطلاعات به دامنه مورد نظر استفاده شود. مراجع مربوط به دستورات AT^[۸] برای این منظور و SSL نیز برای ماژول sim800 وجود دارد.

- استفاده از مکانیزهایی که بتواند زمان روشن بودن دستگاه بدون نیاز شارژ شدن را افزایش دهد (به عنوان مثال انتخاب باتری‌های با ظرفیت بالاتر، بهینه‌سازی مدارهای کنترلی و تغذیه‌ای روی برد و افزایش بازدهی و در نتیجه کم شدن تلفات و مصرف انرژی، ارائه ساختارهای مجتمع low-power)

- تلاش برای کوچک‌تر کردن دستگاه، هرچه دستگاه کوچکتر باشد استفاده از آن راحت‌تر می‌شود.

- مجتمع‌سازی این ساختار در کنار دیگر دستگاه‌های الکترونیکی

- استفاده از سنسورها و ساختارهای پیشرفته‌تر برای موقعیت‌یابی

- تعمیم قابلیت‌های دستگاه به دیگر قابلیت‌های اینترنت اشیاء

۵ فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به نتایج به دست آمده از این دوره کارآموزی، می‌توان نتیجه گرفت که پروژه طراحی و پیاده‌سازی دستگاه موقعیت‌یابی مبتنی بر GPS و اینترنت اشیا یک تجربه عملی ارزشمند و کاربردی در حوزه مهندسی الکترونیک و ارتباطات بوده است. این پروژه، علاوه بر ارتقاء مهارت‌های فنی، مانند برنامه‌نویسی میکروکنترلرها و کار با سنسورهای موقعیت‌یابی، امکان آشنایی بیشتر با نحوه عملکرد سیستم‌های اینترنت اشیا و پروتکل‌های مربوط به آن را فراهم کرده است.

با توجه به چالش‌هایی که در طی مراحل مختلف پروژه مشاهده شد، بهبودهایی مانند استفاده از قطعات داخلی به جای ماژول‌های آماده برای کاهش هزینه تولید، طراحی سیستم‌های کم‌مصرف‌تر برای افزایش طول عمر باتری و ارتقاء امنیت ارتباطات داده‌ها با استفاده از پروتکل‌های امنیتی پیشرفته، توصیه می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که همکاری‌های بیشتری بین دانشگاه و صنعت برای توسعه پروژه‌های مشابه ایجاد گردد تا امکان انجام تحقیقات کاربردی و ارتقاء فناوری‌های نوین فراهم شود.

به صورت کلی لازم است که صنعت به سراغ طراحی و ساخت محصولات و کالاهایی گام بردارد که مورد نیاز مردم جامعه است و درخواست برای آن وجود دارد و به راحتی و رفاه مردم و پیشرفت کشور کمک می‌کند. پروژه فوق و پیاده‌سازی طرح اولیه آن می‌تواند باعث احساس امنیت بیشتر برای کاربر و جلوگیری از ایجاد ضررهای مادی شدید برای افراد شود و از این رو به نظر می‌رسد بازار خود را خواهد داشت و با پیشرفت فنی و تبدیل آن به یک محصول با استانداردهای لازم می‌تواند باعث سودرسانی به تولیدکننده و همچنین خدمات مناسب به کاربر شود.

منابع و مراجع

- [۱] [/https://www.farafan.ir](https://www.farafan.ir)
- [۲] [/https://www.espressif.com](https://www.espressif.com)
- [۳] https://content.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf
- [۴] <https://www.sparkfun.com/datasheets/GPS/NMEA%20Reference%20Manual-Rev2.1-Dec07.pdf>
- [۵] https://microchip.ua/simcom/2G/SIM800%20Series_AT%20Command%20Manual_V1.12.pdf
- [۶] <https://github.com/ErfanAmKh/FindYourDevice-ESP32>
- [۷] با تشکر از «حسین گوهری» که در آموزش نرم افزار آلتیوم کمک کرد.
- [۸] https://microchip.ua/simcom/2G/Application%20Notes/SIM800%20Series_SSL_Application%20Note_V1.05.pdf