

## طراحی و ساخت دستگاه ثبات سرعت

وحید دانشور<sup>۱</sup>، سید ناصر علوی<sup>۲</sup>، آرزو سعیدی<sup>۳</sup>

### چکیده

یکی از نیازهای اساسی کارخانه های تولید مواد شیمیایی، کنترل سرعت ماشینهای مخصوص حمل مواد شیمیایی و گازی در يك محدوده معین است. اگر سرعت از حد معینی فراتر رود احتمال انفجار وجود دارد، لذا وجود سیستمی که از بروز چنین حوادثی جلوگیری کند ضروری است. دستگاه ثبات سرعت طی مکانیزمی سرعت را اندازه گیری کرده، درحافظه خود ثبت و سپس آنرا در محدوده تعریف شده به طور هوشمند کنترل می نماید. بطوریکه اگر از این محدوده بالاتر رود کنترلر آنرا در محدوده قرار می دهد. در مرحله بعد همانند يك جعبه سیاه با اتصال دستگاه به کامپیوتر تمامی اطلاعات حافظه دستگاه، توسط نرم افزار طراحی شده خوانده و بصورت نمودار حرکت ماشین نمایش داده می شوند که از طریق آن نوع حرکت، مقدار جابجایی و زمان حرکت ماشین بدست می آید. آزمایش عملکرد دستگاه در دو وضعیت واقعی و شبیه سازی مورد تایید قرار گرفت.

**کلمات کلیدی:** کنترلر، داده، سرعت ماشین، بازه، ثبت، نمودار

۱ و ۳ دانشجویان رشته ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شهید با هنر کرمان

۲ استادیار بخش ماشینهای کشاورزی، دانشگاه شهید با هنر کرمان

### ۱. مقدمه

با توجه به اهمیت مقوله سرعت در ماشین های حامل مواد شیمیایی و گازی که سرعت بیش از حد مجاز سبب انفجار آنها می شود، وجود سیستمی که سرعت را در محدوده مجاز نگه دارد ضروری است [۶]. بررسی های انجام شده نشان میدهد تاکنون در این زمینه فعالیتی صورت نگرفته است فقط شرکت volvo (سوئد) با نصب صفحه نمودار دایره ای به کیلومتر شمار کامیون های FM9 توانسته به صورت مکانیکی نمودار سرعتی کامیون را رسم کند و بدین طریق با قطع شدن خط مجاز سرعت توسط این نمودار تخلف سرعتی مشاهده خواهد شد [۷]. با توجه به مزایای يك سیستم تك منظوره که عبارتند از: کاهش توان مصرفی و فضای اشغالی توسط

آنها، افزودن توابع بیشتر به تراشه CPU برای بالا بردن کارایی، و براساس معیارهای انتخاب میکرو کنترلر در دستگاه از دو عدد میکرو کنترلر مدل ۸۰۵۱ که یکی ثابت سرعت و دیگری دستور زمان نمونه گیری را بر عهده دارد استفاده شد [۱].

برای برقراری ارتباط بین داده های ورودی و خروجی دستگاه و نیز برای سهولت روش کار از زبان برنامه نویسی Javascript استفاده شد [۸]. دستگاه ثابت سرعت در هر ۵ ثانیه یکبار سرعت را اندازه گیری کرده، در حافظه خود ثبت و آنرا با بازه تعریف شده می سنجد. در صورتیکه در محدوده آرامش باشد [محدوده زیر بازه] چراغ سبز، اگر در محدوده احتیاط باشد [محدوده داخل بازه] چراغ زرد و هنگامی که به محدوده بالای بازه یا محدوده خطر برسد، چراغ قرمز روشن میشود. سپس دستگاه توسط رله مسیر سوخت به پمپ را بسته و سرعت را به صورت خودکار پایین می آورد.

با توجه به قابلیت های بالای دستگاه چون کنترل هوشمند سرعت و ثبت آن، رسم نمودار و گراف در صورت اتصال به کامپیوتر و بررسی مسایل مربوط به سرعت از قبیل شتاب، مکان و تجهیزات استفاده شده و قیمت تمام شده، دستگاه ثابت سرعت کاملاً مقرون به صرفه میباشد و آنرا میتوان یک جعبه سیاه برای خودرو دانست که در صورت بروز حادثه میتوان با اطلاعات ثبت شده در آن حادثه را بررسی کرد.

هدف ما از ساخت این دستگاه، ثبت و کنترل سرعت در کلیه ماشینها خصوصاً ماشینهای حمل مواد شیمیایی و گازی است. در این ماشین ها علاوه بر تنظیم گاورنر که در صورت زیاد شدن دور موتور سوخت تحویلی به موتور را کاهش میدهد [۲] و [۳]، در محدوده ایمنی سرعت از این دستگاه نیز برای کنترل سرعت که در ماشین های مذکور از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است استفاده میکنیم.

## ۲. مراحل کار

۱- خواندن سرعت

۲- ثبت سرعت

۳- بررسی سرعت

۴- پایین آوردن سرعت

در پایان کار برای رسم نمودار دستگاه را به کامپیوتر متصل می کنیم.

## ۲-۱- خواندن سرعت

سرعت یک کمیت فیزیکی است که بوسیله سنسور قابل تبدیل به سیگنال الکتریکی (جریان یا ولتاژ) است. در این دستگاه برای محاسبه تعداد چرخش میل گاردان به منظور تعیین سرعت با توجه به قابلیت های بالای هال سنسور از این سنسور استفاده شد [۴]. به دلیل نصب سنسور روی میل گاردان و وجود گرد و خاک در زیر ماشین استفاده از سنسور نوری مشکل میباشد. استفاده از میکرو سوئیچ ها نیز به علت استهلاک بالا و پایین آوردن

قابلیت دستگاه مقرون به صرفه نیست. با چرخش میل گاردان درون میدان هال سنسور سیگنال الکتریکی ایجاد میشود که توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال (ADC)، به دیجیتال قابل دریافت توسط میکروکنترلر 8051 تبدیل می شود. با توجه به دقت ADC ها و زمان تبدیل سیگنال آنالوگ ورودی به عدد دیجیتال، تراشه ADC804 انتخاب شد که با ۵+ ولت کار میکند. این تراشه قابلیت دقت یا تجزیه ۸ بیتی را دارد و زمان تبدیل آن کمتر از  $110\mu S$  است (شکل ۱). پردازنده 8051 (CPU) داده ها را در یک ثبات، یک حافظه و یا بصورت مقدار فوری آدرس دهی می نماید (شکل ۲). روش آدرس دهی در این دستگاه از نوع ثباتی است. در این روش برای نگهداری داده به منظور دستکاری و تبدیل به کدهای ۸ بیتی یا (سرعت)، از یک سری ثبات استفاده می شود که شامل مکانهای R0 تا R7 حافظه و پشته (بخشی از RAM به کار رفته در CPU) است. اطلاعات ورودی در مکانهای حافظه برای کار در مراحل بعد ثبت و بطور موقت در پشته ذخیره می شوند. پشته ذخیره سازی را لازم دارد زیرا تعداد ثبات آن محدود است. ثبات اشاره گر پشته (SP) تنها ۸ بیت عرض دارد، به این معنی که میتواند از 00H تا FFH را اختیار کند. وقتی ۸۰۵۱ روشن میشود ثبات SP حاوی مقدار ۰۷ است. یعنی مکان ۰۸ از RAM، اولین مکان مورد استفاده برای پشته بوسیله ۸۰۵۱ است. ذخیره سازی یک ثبات CPU در پشته را درج (PUSH) و بار کردن محتوی پشته به ثبات CPU را بازیافت (POP) می گویند.

## ۲-۲- ثبت سرعت

در این مرحله اطلاعات ثباتها که مقدار چرخش میل گاردان را نشان می دهد بازیافت خواهند شد. سپس برای تبدیل به سرعت یک سری دستورات محاسباتی طبق فرمول  $V=dx/dt$  روی آنها انجام می شود. برای محاسبه سرعت ابتدا با استفاده از دستور ضرب بی علامت (MUL AB) مقدار جابجایی (dx) را برای هر ورودی به دست میاوریم و در یکی از خانه های ثبات ذخیره میکنیم، (A = مقدار چرخش میل گاردان و B = مقدار حرکت ماشین به ازای یک دور چرخش آن (برای کامیون ۱۹۲۱،  $B=103cm \sim 100cm$ )) سپس با تقسیم بی علامت (DIV AB)، dx را بر زمان نمونه گیری (dt) تقسیم و بدین ترتیب سرعت را بدست آورده و در حافظه های ۸۰۵۱ ثبت میکنیم.

دستگاه برای ثبت سرعت همراه با زمان و تاریخ از یک ساعت زمان واقعی (RTC) استفاده میکند که زمان و تاریخ را به صورت BCD (دهدهی کد شده به دودویی) نگه میدارد. در کامپیوتر به دو نوع اعداد BCD اشاره میشود ۱- فشرده ۲- غیر فشرده. از آنجا که برای ذخیره عملوندهای BCD فشرده تنها به ۴ بیت (یک نیبل) احتیاج داریم در این دستگاه از نوع فشرده استفاده شده است تا در ذخیره کردن داده دو برابر کارایی را داشته باشد. در حافظه دستگاه ثبات سرعت بدلیل حجم زیاد اطلاعات ورودی و همچنین برای توسعه قابلیت های آن به حجم زیادی از حافظه نیازمندیم.

میکروکنترلر ۸۰۵۱ فقط قادر است ۶۴ کیلو بایت حافظه داده خروجی را پشتیبانی کند زیرا DPTR ، شانزده بیت است. برای حل این مشکل از پایه های A0-A15 میکروکنترلر ۸۰۵۱ "مستقیماً" برای دستیابی به بلوک های ۶۴ کیلو بایتی در تراشه حافظه 256KX8 استفاده میشود بدین منظور از یک تراشه NV-RAM استفاده شد. NV-RAM نوع جدیدی از RAM غیر فرار است که وقتی منبع تغذیه خاموش است محتوا را از دست نمیدهد. NV-RAM مزایای RAM و ROM را مجموعاً داراست. NV-RAM مدل 256KX8 دارای ۱۸ پایه آدرس A0-A17 و ۸ خط داده است. همانطوری که در شکل ۳ دیده میشود، A0-A15 مستقیماً به تراشه حافظه میروند در حالی که A16 و A17 بوسیله P1.0 و P1.1 کنترل میشوند.

## ۲-۳- بررسی سرعت

نحوه قرار گرفتن در محدوده ها و دستور CJNE:  
در CJNE عملوند مقصد میتواند در انباره یا یکی از ثبات های Rn باشد و عملوند مبدا میتواند در ثبات ، در حافظه و یا فوری باشد. این دستور فقط پرچم نقلی (CY) را متاثر میکند.

تنظیم پرچم نقلی برای دستور CJNE

COMPARE	0Y
destenation>source	۰
destenation<source	۱

در زیر چگونگی عملکرد مقایسه دریکی از شرایط بعنوان نمونه آورده شده است. بقیه قسمتها نیز به همین شکل است. برای مثال وقتی بخواهیم سرعت بحرانی را بر اساس منطق فازی (مجموعه دستورات if-then) تشخیص و بر مبنای آن بطور هوشمند سرعت (S) را پایین بیاوریم از این دستورات استفاده میکنیم .

اگر S=72 سپس A=72

اگر S>72 سپس R1=S و فرمان به رله برای پایین آوردن سرعت

اگر S<72 سپس R2=S و فرمان به چراغ هشدار دهنده برای اعلام آرامش

MOV P1, #OFF H	make p1 on input port
MOV A, P1	read p1 port, speed
C) MP A, #80, OVER	jump if A not equal to 72
S) MP EXT	A=72, exit
OVER :) NC NEXT	if CY=0 then A> 72
MOV R1, A	CY=1, A<72, save in R1

S) MP EXIT                      and exit  
NEXT: MOV R2, A              A>72, save it in R2  
EXT: ...

## ۲-۴- پایین آوردن سرعت

برای پایین آوردن سرعت در دستگاه از یک شیر برقی (رله) در مسیر ورودی سوخت به پمپ انژکتور (از باک تا پمپ) استفاده شد. بدین صورت که وقتی سرعت از حد مجاز تعریف شده بیشتر شود ابتدا دستگاه با استفاده از یک چراغ هشدار می‌دهد و سپس رله مسیر سوخت ورودی رابه پمپ انژکتور می‌بندد و باعث پایین آوردن سرعت می‌شود. رله به دستگاهی گفته می‌شود که در اثر تغییر یک کمیت الکتریکی یا کمیت فیزیکی مشخص تحریک می‌شود و موجب به کار افتادن دستگاه یا دستگاه‌های الکتریکی دیگری می‌شود. به عبارت دیگر رله یک شیر است که به جای استفاده از وسایل مکانیکی با استفاده از الکتریسیته کار می‌کند [۵]. در این دستگاه با توجه به نوع اتصال به شبکه رله ثانویه و از نظر موارد استعمال رله سنجشی استفاده شده است.

## ۳- اتصال به کامپیوتر

کامپیوترها داده را به دو طریق موازی و سریال انتقال می‌دهند از آنجا که در روش سریال هر بار فقط یک بیت داده ارسال می‌شود و فاصله انتقال می‌تواند چندین متر باشد، لذا در اتصال این دستگاه به کامپیوتر از درگاه سری (serial port) استفاده شده است. در تبادل داده می‌توان از دو روش همزمان یا غیر همزمان استفاده کرد. از آنجا که پیاده کردن هریک از دو روش فوق نیاز به تهیه نرم افزاری با برنامه‌های طولانی و خسته کننده دارد، از تراشه‌های IC خاصی که برای تبادل سریال ساخته شده اند استفاده می‌کنیم. این تراشه‌ها عموماً UART (فرستنده – گیرنده غیر همزمان یونیورسال) و USART (فرستنده گیرنده همزمان – غیر همزمان یونیورسال) خوانده می‌شوند. میکروکنترلر ۸۰۵۱ دارای UART درونی است.

در سال ۱۹۶۰ برای ایجاد امکان سازگاری در میان تجهیزات تبادل داده ساخت سازندگان مختلف، یک استاندارد واسط به نام RS232 بوسیله سازمان صنایع الکترونیک (EIA) ایجاد شد. امروزه RS232 استاندارد واسط I/O با کاربردی گسترده است [۹]. از آنجا که در RS232 ولتاژهای ۳V- تا ۲۵V- معرف یک بیت و ۳V+ تا ۲۵V+ معرف بیت صفراند و فاصله ۳V- تا ۳V+ هم تعریف نشده است، لذا برای اتصال هر RS232 به یک سیستم مبتنی بر میکرو کنترلر، باید از مبدل‌های ولتاژی چون MAX232(DB-9) برای تبدیل از سطح TTL به RS232 و یا بر عکس استفاده کنیم (شکل ۴).

## ۴- نرم افزار دستگاه

داده ها از طریق پورتهای DB9 کامپیوتر با استاندارد RS232 از حافظه دستگاه توسط نرم افزار طراحی شده به کامپیوتر منتقل میشوند. این نرم افزار باید قابلیت خواندن اطلاعات از پروتکل RS232 را داشته باشد. نرم افزار دستگاه دارای دو فایل اصلی instal (برای نصب روی سیستم) و transport (برای خواندن اطلاعات و رسم نمودار) است که فایل transport شامل دو فایل اجرایی linker (برای وارد کردن اطلاعات از دستگاه به pc) و graph (برای رسم نمودار حرکت ماشین و زمان آن) است. با اجرای دستور read از فایل اجرایی linker نرم افزار اطلاعات را از دستگاه ثبت میخواند و در این حین دستگاه بوسیله ۴ بوق شروع ارسال اطلاعات و ۲ بوق پایان ارسال داده ها را اعلام میکند، برای سهولت کار میتوان آن ها را روی hard کپی نمود. در صورتی که بخواهیم یک گراف حرکتی با دقت بالا داشته باشیم بهتر است از حداقل ۵ ساعت اطلاعات روی حافظه دستگاه استفاده کنیم.

## ۵- شبیه سازی

در شبیه سازی دستگاه ثابت سرعت با روشن کردن کلید EN سرعت را توسط پیچ تنظیم (Speed) به صورت دستی تغییر میدهیم شکل . دستگاه طی مکانیزمی سرعت را در هر ۵ ثانیه اندازه گیری کرده و در حافظه خود ثبت و سپس توسط کنترلر آنرا در محدوده تعریف شده حفظ میکند. این شبیه سازی در دو مرحله ۱۰ دقیقه ای و یک ساعته انجام گرفت. در مرحله بعد توسط پورت با استاندارد RS232 دستگاه را به کامپیوتر وصل کرده ، فایل transport را باز میکنیم سپس linker را انتخاب تا اطلاعات از دستگاه به PC منتقل شوند. سپس با انتخاب COM1 و اجرای دستور Read اطلاعات ثبت شده در حافظه دستگاه خوانده میشوند در این حین دستگاه توسط ۴ بوق ارسال اطلاعات و ۲ بوق پایان ارسال را اعلام میدارد. در انتها برای مشاهده نمودار حاصل از این اطلاعات فایل graph را باز میکنیم. در شکلهای ۷ الف و ب و ۸ نمودارهای حاصله از شبیه سازی توسط دستگاه و همچنین در وضعیت واقعی نمودار آزمایش ۴ ساعته دستگاه روی یکی از کامیون های کارخانه گاز کرینیک سازی شهرکرد مشاهده میشود.

سرعت های ۶۶ و ۷۲ بر اساس نیاز کارخانه مزبور برای دستگاه تنظیم شده اند. در این نمودارها محور افقی، زمان و محور عمودی سرعت را نشان میدهند همچنین نقاط A ، B ، C و D مشخص شده اند.

نقطه A : سرعت را در زمان  $t_1$  نشان میدهد از آنجا که کمتر از 66 Km/h است سرعت در محدوده آرامش (زیر خط سبز) است.

نقطه B : سرعت را در زمان  $t_2$  نشان میدهد، از آنجا که در بازه سرعتی (66-72) است سرعت در محدوده اطمینان است.

نقطه C : در این نقطه سرعت بیش از سرعت مجاز (72 Km/h) است نمودار در بالای خط قرمز قرار گرفته و دستگاه به صورت خودکار سرعت را پایین می آورد.

نقطه D : سرعت را بعد از پایین آمدن توسط دستگاه نشان میدهد.

در این دستگاه علاوه بر نمایش دادن سرعت به صورت عددی از چراغ های هشدار دهنده استفاده شده است. از آنجا که راننده روزانه با سه رنگ سبز، زرد، قرمز و تعریف آنها سروکار دارد بهتر دیدیم که از سه محدوده و سه رنگ سبز (حرکت)، زرد (احتیاط)، قرمز (ایست) و قبل از اینکه به محدوده خطر برسد و دستگاه سرعت را پایین آورد استفاده کنیم. علاوه بر این برای روشن نشدن ناگهانی چراغ قرمز بعد از چراغ زرد، بطور همزمان چراغ زرد و قرمز روشن می گردد تا به راننده نزدیک شدن به محدوده خطر را اعلام و مانع از استهلاك دستگاه گردد.

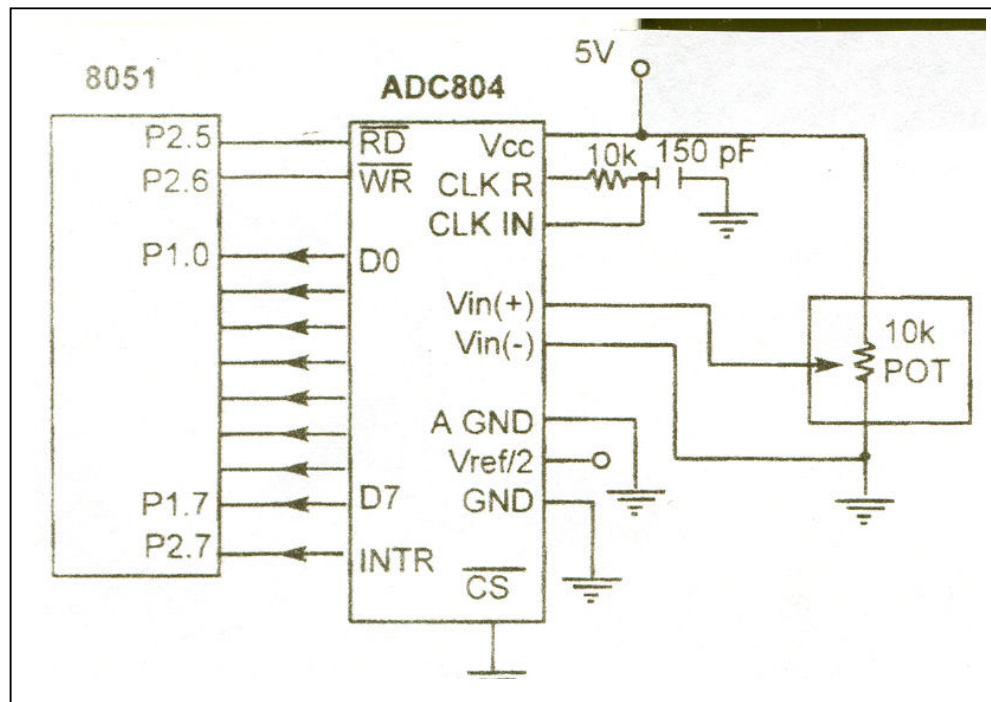
## ۶- بحث و نتیجه گیری

رهنمون EQU (برابر با) برای تعریف مقدار ثابت اشغال مکانی از حافظه به کار می رود یعنی هیچ مکانی را برای اقدام داده کنار نمی گذارد، بلکه يك مقدار ثابت را به برچسب داده در برنامه اختصاص می دهد طوری که مقدار برچسب برحسب مقدار ثابت تغییر می کند یا مقدار ثابت جایگزین برچسب می شود. اگر فرض کنیم که يك مقدار ثابت در مکان های متعددی در برنامه به کار رفته باشد و برنامه نویس بخواهد آن را در همه جا عوض کند با استفاده از EQU می توان آن را یکبار عوض آن گاه اسمبلر همه مکان ها را خود تعویض خواهد کرد و دیگر لازم نیست تمام برنامه برای یافتن آن ها جستجو شود و این از مزایای EQU هاست. دستگاه ثبات سرعت با استفاده از این رهنمون قابلیت تغییر پذیری در محدوده ها را به ازای مقادیر مختلف برای ماشین های گوناگون دارد. بازه و اعداد تعریف شده برای دستگاه ثبات توسط اپراتور قابل تنظیم اند و می توان آن ها بر حسب نیاز تغییر داد. در شکل ۵ و ۶ نمودار کلی دستگاه و شکل دستگاه مشاهده میشود. از آن جا که هر ۵ ثانیه ثبت سرعت را داریم و با توجه به حافظه های به کار رفته در دستگاه می توان به مدت ۳۶ ساعت اطلاعات را در حافظه ها ذخیره کرد. البته برای بالابردن ظرفیت حافظه ها و کارایی بالاتر دستگاه می توان حافظه ۲۵۶ کیلو بایت دیگری را نیز به آن افزود. در آینده نزدیک می توان در این دستگاه از GPS هم استفاده کرد تا قابلیت های دستگاه را بالا برده و کار آیی آن را بهتر نمود.

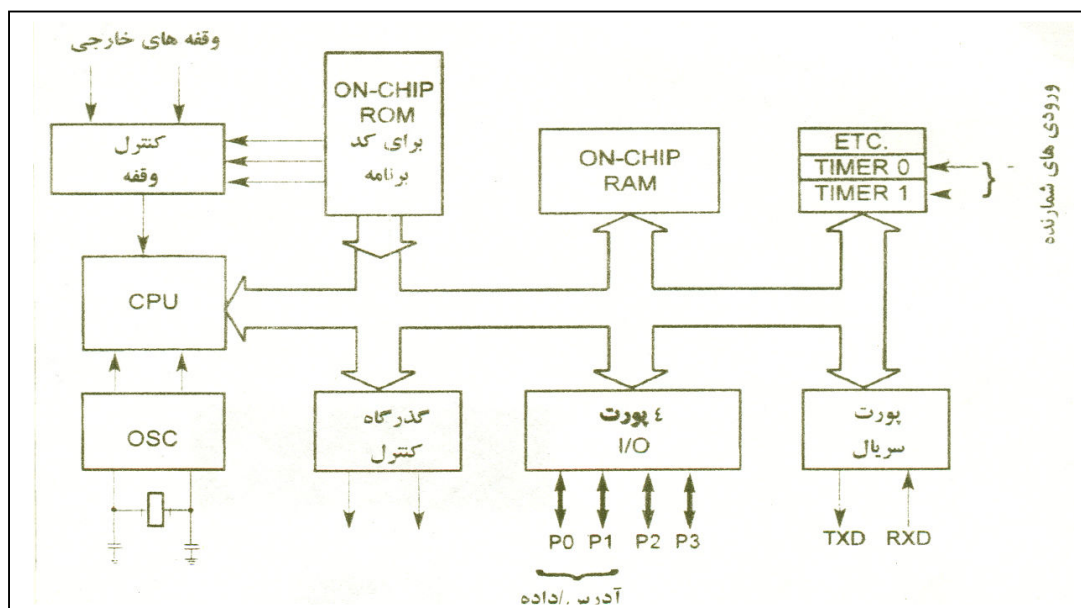
در جمع بندی کلی و آزمایشات عملی مشخص شد که این سیستم عملکرد و دقت بسیار بالایی دارد. از آن جایی که برای محاسبه سرعت از چرخش میل گاردان استفاده شده، تنها عاملی که باعث خطا در کار دستگاه می شود بکسوات است زیرا هنگام بکسوات میل گاردان می چرخد و دستگاه سرعت ماشین را محاسبه می کند در حالی که عملاً سرعت صفر است که معمولاً در کامیونها این عمل خیلی کم اتفاق می افتد. از آنجا که کنترل سرعت خصوصاً در ماشین های حامل مواد شیمیایی و گازی بسیار مهم است علاوه بر استفاده از دستگاه ثبات بمنظور اطمینان از عملکرد بهتر، گاورنر ماشین را نیز تنظیم میکنیم که در اینصورت دور ماشین از حد مشخصی بالاتر نمی رود و سرعت در زیر این محدوده تنظیم شده قرار می گیرد. این دستگاه به علت عدم استفاده از روش های مکانیکی برای کنترل سرعت و همچنین با توجه به وسایل به کار رفته در آن عمر بالایی دارد.

- [۱] محمد علی مزیدی (مترجم دکتر سپیدنام)، ۱۳۸۰، میکروکنترلر ۸۰۵۱، انتشارات مشهد.
- [۲] کارول ایی گورینگ (مترجمان: ایرج رنجبر، حمید رضا قاسم زاده، شهاب داودی)، ۱۳۸۲، توان موتور و تراکتور، انتشارات دانشگاه تبریز.
- [۳] منصور بهروزی لار، کرج ۱۳۸۱، شناخت و کاربرد تراکتور، نشر آموزش کشاورزی.
- [۴] گلناز حبیبی، احسان پیمانی فروشانی، پروژه درس ابزار دقیق، موقعیت سنج های مغناطیسی، بهمن ۱۳۸۲ دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی .
- [۵] مسعود سلطانی، تیر ماه ۱۳۷۳، رله و حفاظت سیستم ها، انتشارات دانشکده تهران، ۴۳۶ صفحه.
- [6] [www.benco2.com](http://www.benco2.com)
- [۷] [www.volvosouth.co.uk](http://www.volvosouth.co.uk)
- [۸] [www.gava.sun.com](http://www.gava.sun.com)
- [۹] [www.camiresearch.cam/data-com-basics/RS232-standard-htm](http://www.camiresearch.cam/data-com-basics/RS232-standard-htm)



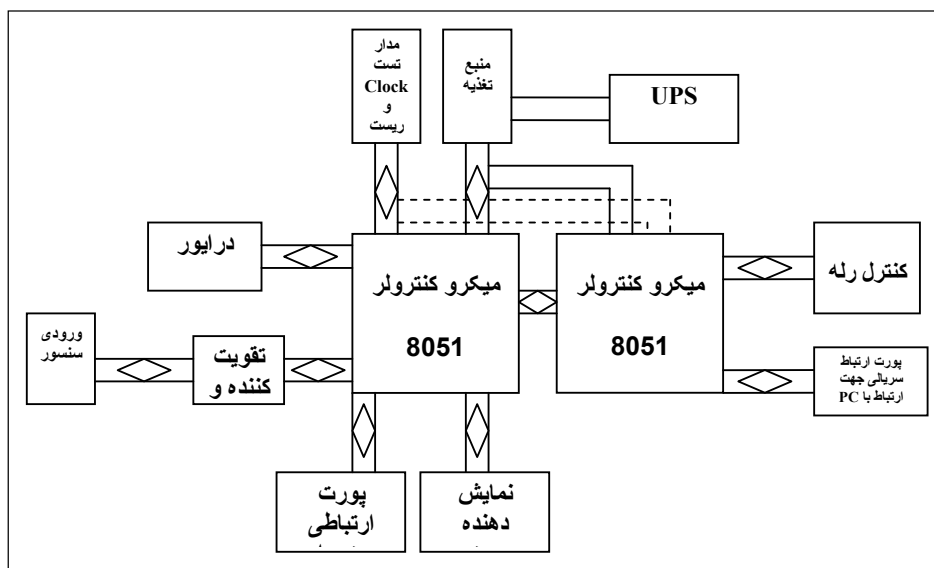


شکل ۱- اتصال میکروکنترلر ۸۰۵۱ به ADC804



شکل ۲ - نمودار بلوکی درون میکروکنترلر ۸۰۵۱

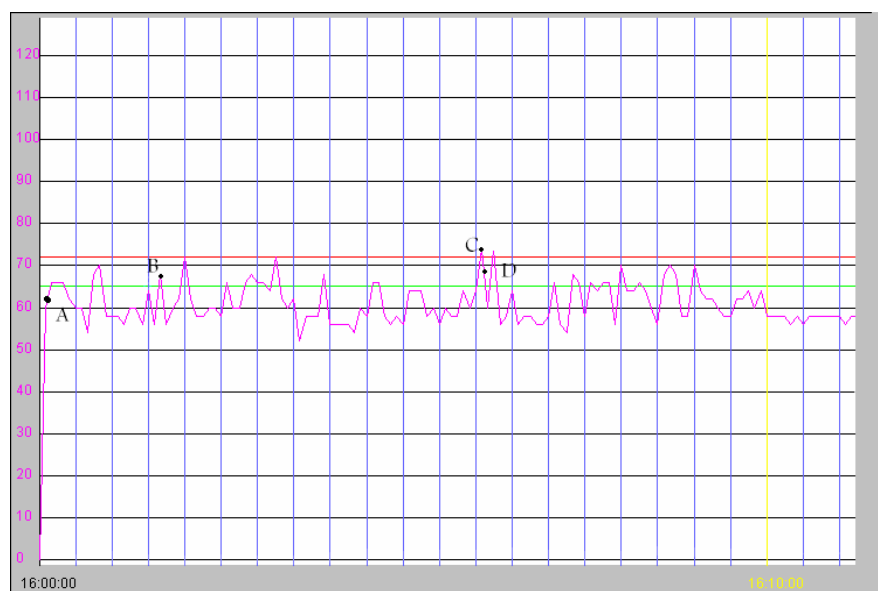




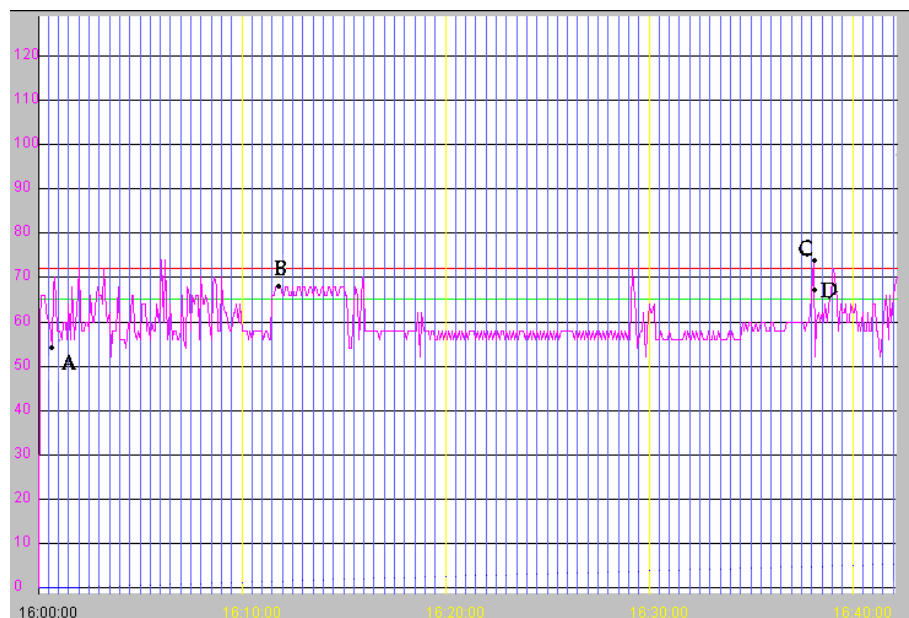
شکل ۵ - نمودار دستگاه ثابت سرعت



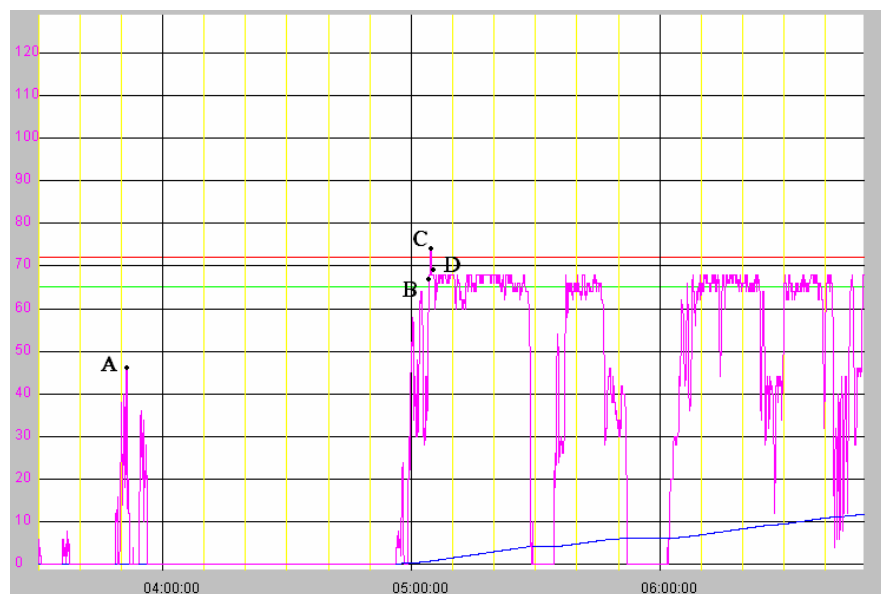
شکل ۶ - شکل کلی دستگاه ثابت سرعت



شکل ۷ الف- نمودار سرعتی شبیه سازی شده توسط دستگاه به مدت ۱۰ دقیقه



شکل ۷ ب- نمودار سرعتی شبیه سازی شده توسط دستگاه به مدت ۱ ساعت



شکل ۸ - نمودار عملکرد دستگاه بر روی کامیون نمونه