

مقدمه

دنای دیجیتال امروز خدماتی را برای مردم فراهم کرده که زندگی را آسان‌تر و ایمن‌تر ساخته است. امکاناتی که سیستم‌های دیجیتال در اختیار کاربران قرار می‌دهند علیرغم تعدد و تنوع، در محصولی بسیار کوچک مانند ساعت گوگل قرار می‌گیرد. یکی از این امکانات، مراقبت از سلامت است.

شرح کلی سامانه

پروژه پایانی درس مدارهای منطقی، طراحی یک سامانه مراقبت از سلامت است که از کاربر ویژگی‌های فردی و حیاتی متفاوتی را دریافت کرده و با تحلیل و بررسی آن‌ها، هشدارهای متفاوتی را به کاربر اعلام می‌کند. هدف از این پروژه آشنایی دانشجویان با طراحی یک سامانه نهفته بی‌درنگ^۱ است. دانشجویان باید هسته پردازشی^۲ اصلی سامانه را طراحی نمایند.

این سامانه فشار خون، دمای بدن، شوک عصبی و شوک قلبی را اندازه‌گیری می‌کند و اطلاعات مربوط به هر بخش را در خروجی نشان می‌دهد. علاوه بر این، در صورتی که شرایط بحرانی (مانند فشار خون بالا، تب، شوک عصبی و قلبی) رخ دهد، سامانه بلافاصله شخص را از این موضوع آگاه می‌سازد. در این سامانه اطلاعات شخصی فرد یعنی سن، نمایه‌ی توده‌ی بدن^۳، غلظت خون و نوع گروه خونی قابل تنظیم است که این اطلاعات بر نحوه‌ی محاسبه‌ی علائم حیاتی تأثیر گذار است.

طراحی واحدهای پردازشی

در فاز اول پروژه، باید از مدارهایی که در آزمایشگاه مدار منطقی طراحی و در سامانه درس بارگذاری کرده‌اید، استفاده کرده و بخشی از پروژه نهایی درس را پیاده‌سازی کنید. در فاز بعدی پروژه مدار کنترلی سامانه طراحی خواهد شد.

توجه: در هنگام طراحی و پیاده‌سازی، نام متغیرها را همانند آنچه که در شکل‌ها و کدها آمده است تعریف کنید. در غیر این صورت، مدار طراحی شده توسط شما با فایل محیط آزمون (فایل شبیه‌سازی) به درستی کار نخواهد کرد.

ماژول ۱: مدار فشار خون

افزونی بیت توازن

حسگر فشار خون به دلیل وجود نویز به داده‌ی اندازه‌گیری شده یک بیت افزونی توازن فرد اضافه می‌کند. لذا در هنگام دریافت باید درستی داده بررسی شود. اگر داده‌ی ورودی به سامانه معتبر باشد، باید بررسی شود که ورودی از مقدار آستانه تجاوز نکرده باشد. در صورتیکه داده معتبر نباشد، خروجی مدار که غیرطبیعی بودن فشار خون را تشخیص می‌دهد نادیده گرفته خواهد شد. قالب داده‌ی ورودی سامانه در شکل ۱ آمده است.

5	4	3	2	1	0
Odd Parity			Pressure Data		

شکل ۱: قالب داده ورودی مدار فشار خون.

❖ الف) با استفاده از مدار طراحی شده در آزمایش شماره ۴ آزمایشگاه مدارهای منطقی، مدار افزونی مناسبی طراحی نمایید که در صورتیکه داده‌ی ۶ بیتی فوق دارای خطا باشد، آن را تشخیص دهد (خروجی = ۱).

¹ Real-time Embedded System

² Processing Core

³ Body-Mass-Index (BMI)

❖ (ب) مدار طراحی شده در قسمت الف را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.

تشخیص دهنده‌ی غیرطبیعی بودن فشار خون

مدار تشخیص دهنده‌ی غیرطبیعی بودن فشار خون، دارای یک ورودی ۵ بیتی بدون علامت (مقدار فشار اندازه‌گیری شده توسط حسگر) است. برای یک فرد مقدار فشار خون در بازه‌ی ۸ الی ۲۲ حالت طبیعی و در غیر این صورت، فشار غیرطبیعی است.

❖ (ج) تابع مجموعه مینترم‌های مداری را مشخص کنید که ورودی آن یک عدد ۵ بیتی بدون علامت است و خروجی آن مشخص می‌کند که داده در بازه‌ی ۸ الی ۲۲ (شامل ۸ و ۲۲) قرار دارد (خروجی = ۱) یا خیر (خروجی = ۰).

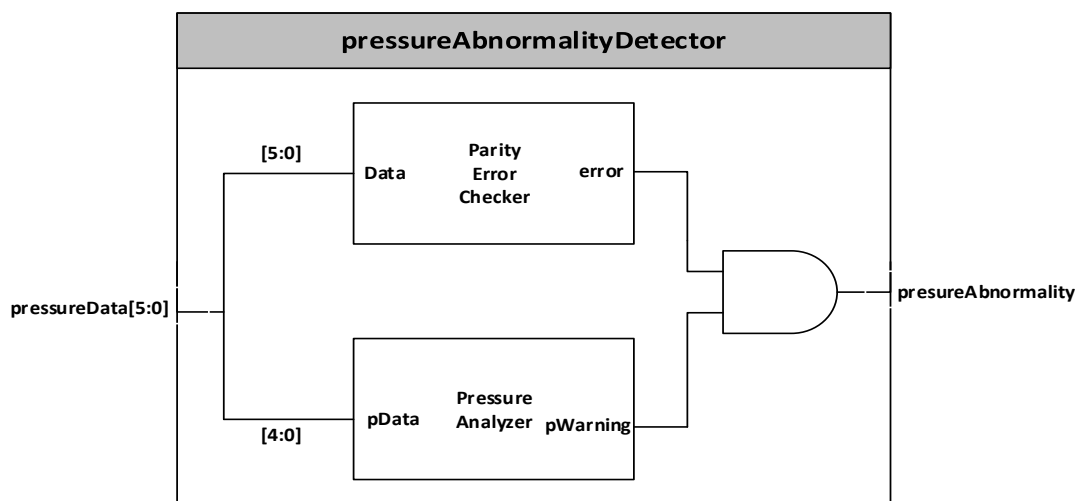
❖ (د) تابع قسمت ج را با استفاده از جدول کارنو ساده کرده و آن را به صورت مجموع حاصلضرب‌ها (sum of product) بنویسید.

❖ (ه) مدار طراحی شده در قسمت د را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.

مدار نهایی بخش ۱

سامانه‌ی مراقبت از سلامت، در صورتی هشدار را در نظر می‌گیرد که داده‌ی ورودی مسئله معتبر باشد. به عبارتی خروجی دو مدار قبلی باید با هم AND شوند. شکل ۲ مدار فشار خون (بخش ۱) را مشخص کرده است.

❖ (و) با استفاده از قطعه کدهای طراحی شده در دو بخش قبلی، مدار شکل ۲ را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.



شکل ۲: مدار تشخیص دهنده‌ی غیر طبیعی بودن فشار خون.

ماژول ۲: مدار غلظت خون

مدار تفکیک کننده گروه خونی

در سامانه‌ی مراقبت از سلامت، نوع گروه خونی بر طبیعی بودن غلظت PH خون تأثیرگذار است. لذا ابتدا باید یک مدار تفکیک کننده ی گروه خونی طراحی شود. در جدول ۱ کد مربوط به هر نوع گروه خونی آمده است.

جدول ۱: کد مربوط به نوع گروه خونی.

گروه خونی	کد مربوطه
AB+	000
AB-	001
A+	010
A-	011
B+	100
B-	101
O+	110
O-	111

❖ الف) با توجه به جدول ۱ تابعی طراحی نمایید که اگر گروه خونی فرد از نوع O یا B باشد خروجی آن برابر یک در غیر این صورت صفر باشد.

❖ ب) تابع قسمت الف را با استفاده از یک مالتی پلکسر ۴ به ۱ و بدون استفاده از هیچ گیت دیگری پیاده‌سازی کنید.

❖ ج) مدار طراحی شده در قسمت ب را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید..

مدار تشخیص دهنده‌ی طبیعی بودن غلظت PH خون

برای همه‌ی گروه‌های خونی مقدار غلظت ۷ و ۸ حالت طبیعی است. برای گروه خونی O و B علاوه بر این مقادیر، مقادیر ۶ و ۹ نیز حالت طبیعی است. بنابراین سامانه‌ی تشخیص دهنده‌ی طبیعی بودن غلظت PH باید با توجه به مقدار و نوع گروه خونی تصمیم بگیرد.

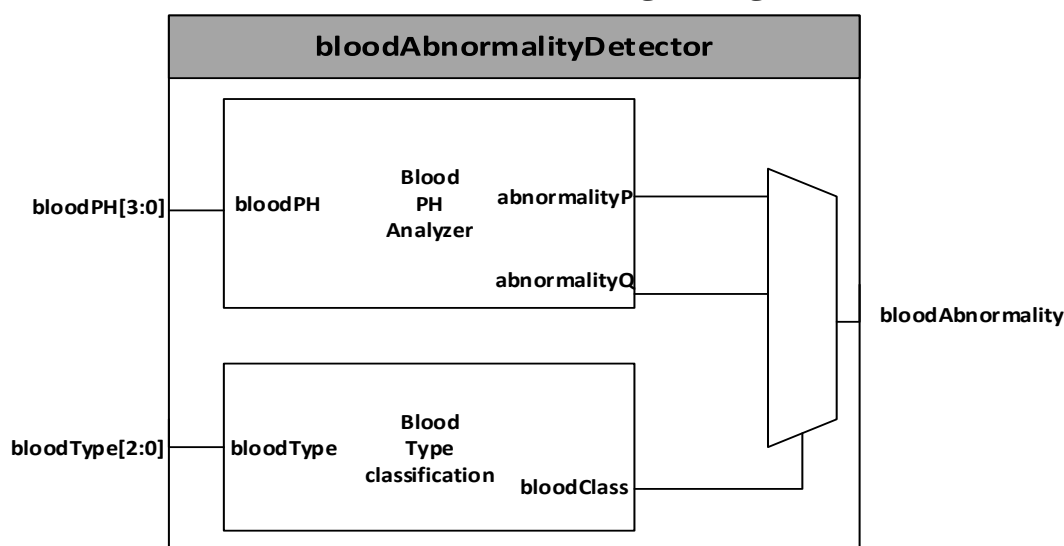
❖ د) توابع مربوط به abnormalityP و abnormalityQ را با استفاده از دیکدر طراحی شده پیاده‌سازی نمایید. در طراحی فقط از یک دیکدر ۴ به ۱۶ و تعدادی گیت پایه استفاده کنید.

• منظور از abnormalityP غیرطبیعی بودن غلظت PH خون برای گروه خونی A و AB است.

• منظور از abnormalityQ غیرطبیعی بودن غلظت PH خون برای گروه خونی O و B است.

❖ و) مدار طراحی شده در قسمت د را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید..

❖ ه) با استفاده از قطعه کدهای طراحی شده قبلی، مدار شکل ۳ را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.



شکل ۳: تشخیص غیرطبیعی بودن غلظت خون.

ماژول ۳: مدار تشخیص دهنده‌ی سقوط

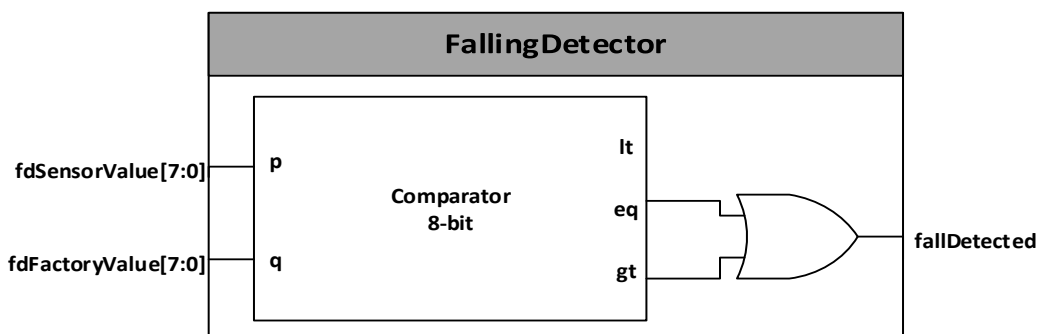
مدار مقایسه کننده

در سامانه‌ی مراقبت از سلامت، حسگری وجود دارد که برای تشخیص افتادن، سقوط و از دست دادن تعادل فرد، مورد استفاده قرار میگیرد. خروجی این حسگر یک عدد ۸ بیتی بدون علامت است.

سامانه‌ی کنترل کننده باید این مقدار را دریافت کرده و با یک عدد ۸ بیتی بدون علامت که توسط کارخانه‌ی سازنده‌ی حسگر تعیین می‌شود مقایسه کند. در صورتی که خروجی حسگر از مقدار مشخص شده توسط کارخانه بزرگتر یا مساوی باشد، سامانه باید تشخیص دهد که فرد تعادل خود را از دست داده است و هشدار مورد نظر را تولید نماید.

❖ الف) مدار شکل ۴ را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.

توجه: جهت پیاده‌سازی از مقایسه کننده‌ی ۸ بیتی که در آزمایش شماره ۶ آزمایشگاه مدارهای منطقی طراحی کرده‌اید استفاده کنید.



شکل ۴: مدار تشخیص دهنده‌ی سقوط و عدم تعادل.

ماژول ۴: مدار محاسبه کننده‌ی دمای بدن

مدار محاسبه کننده‌ی دمای بدن

در سامانه‌ی مراقبت از سلامت یک دماسنج قرار داده شده است. ارتباط با دماسنج از طریق مبدل آنالوگ به دیجیتال انجام میگیرد. در این سامانه ابتدا دمای بدن به وسیله‌ی ماژول دماسنج به مقدار ولتاژ مناسب تبدیل میشود. سپس ولتاژ که یک کمیت پیوسته و آنالوگ است، با استفاده مبدل آنالوگ به دیجیتال به داده‌ی دیجیتال تبدیل می‌شود. داده‌ی به دست آمده یک داده‌ی خام بوده و لزوماً برابر با مقدار دمای بدن نیست و باید به داده‌ی مناسبی تبدیل شود. از رابطه‌ی ۱ جهت تبدیل داده‌ی خام (خروجی مبدل آنالوگ به دیجیتال) به داده‌ی مورد انتظار (دمای بدن) استفاده می‌شود.

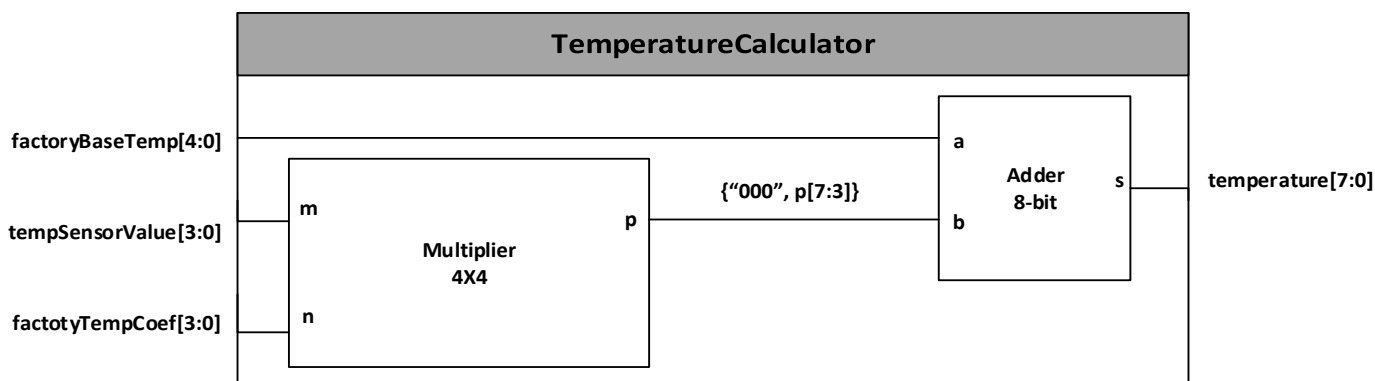
$$temperature = factoryBaseTemp + \left[\frac{(factoryTempCoef \times tempSensorValue)}{8} \right]$$

- خروجی temperature دمای بدن فرد است.
- ورودی tempSensorValue داده‌ی خام دریافتی از حسگر است.
- ورودی factoryTempCoef ضریب محیطی است که توسط کارخانه تنظیم می‌شود.

شکل ۵ نحوه‌ی پیاده‌سازی این عملیات را نشان می‌دهد.

❖ الف) مدار شکل ۵ را با استفاده از زبان ورایلاگ توصیف نمایید.

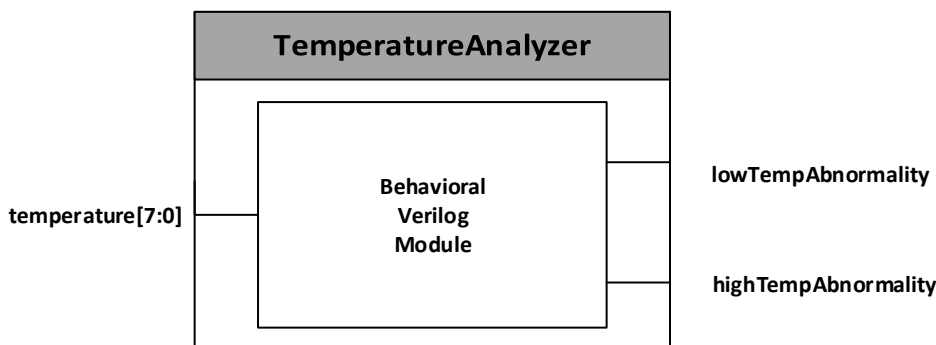
توجه: جهت پیاده‌سازی، از مدارهای طراحی شده در آزمایش‌های ۷ و ۸ آزمایشگاه مدارهای منطقی استفاده نمایید.



شکل ۵: مدار محاسبه کننده‌ی رابطه ۱.

مدار تشخیص غیر طبیعی بودن دمای بدن

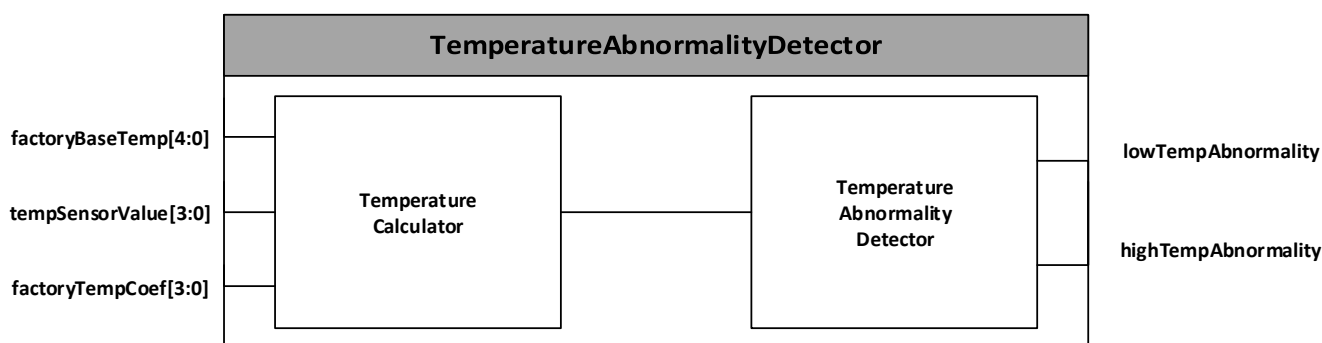
مدار شکل ۶ جهت تشخیص تب یا دمای غیرطبیعی بدن به کار می‌رود. توصیف وریلاگ این مدار در اختیار دانشجویان قرار داده شده است. خروجی این مدار زمانیکه دمای بدن بین ۳۵ و ۳۹ باشد (شامل آنها) برابر با صفر خواهد بود. در غیر این صورت، برابر با یک می‌شود که معادل با غیرطبیعی بودن دمای بدن است. اگر دما کمتر از ۳۵ باشد خروجی lowTempAbnormality معادل یک می‌شود و اگر بالاتر از ۳۹ باشد خروجی highTempAbnormality معادل یک می‌شود.



شکل ۶: مدار تشخیص دهنده‌ی غیر طبیعی بودن دمای بدن.

مدار کلی بخش ۴

❖ (ب) با استفاده از مدارهای طراحی قسمت الف، مدار کلی تشخیص غیرطبیعی بودن دمای بدن (شکل ۷) را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید.

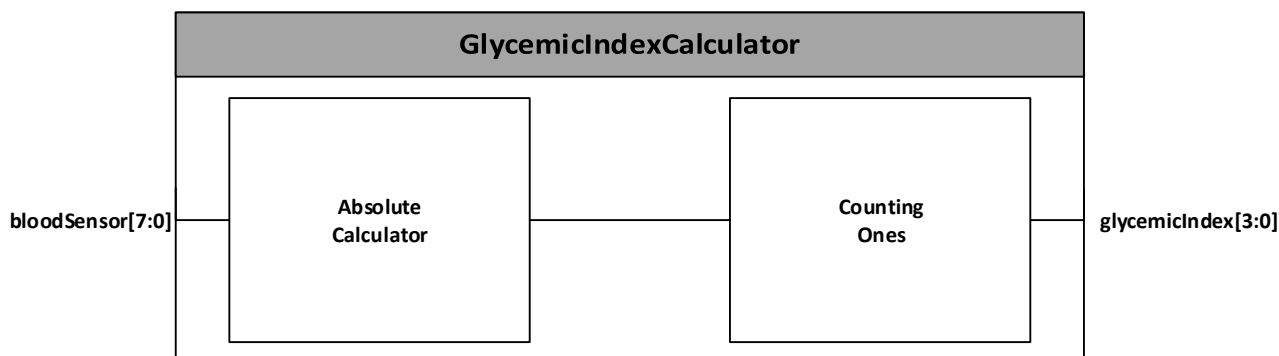


شکل ۷: مدار کلی محاسبه کننده‌ی غیرطبیعی بودن دمای بدن.

ماژول ۵: مدار تشخیص قند خون (اختیاری)

سامانه‌ی مراقبت از سلامت دارای حسگری است که مقدار قند خون را اندازه‌گیری می‌کند. خروجی حسگر یک عدد ۸ بیتی است. مدار محاسبه‌کننده‌ی میزان قند خون از دو بخش تشکیل شده است. ابتدا قدر مطلق داده‌ی ۸ بیتی گرفته می‌شود. سپس تعداد یک‌های بردار شمرده می‌شود. تعداد بیت‌های یک، مقدار قند خون خواهد بود.

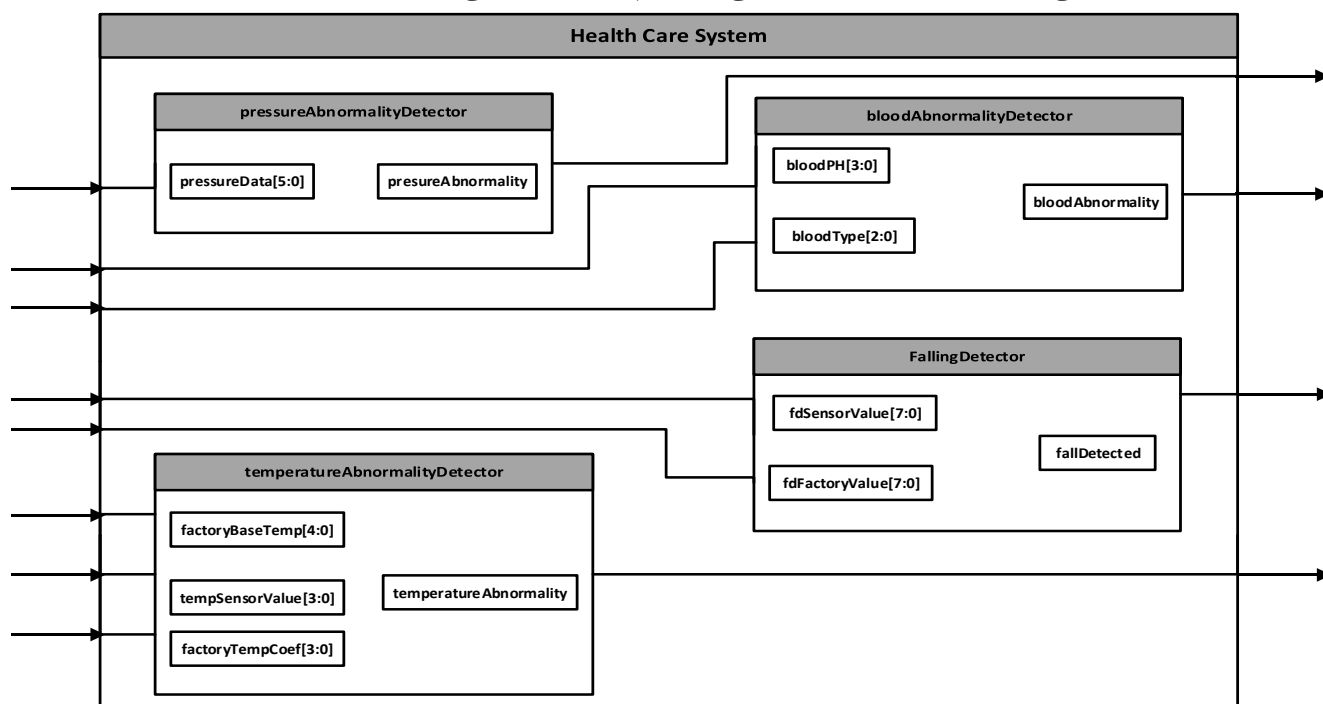
❖ الف) مدار شکل ۸ یک حالت انتزاعی از طرح را نشان می‌دهد. پس از طراحی توابع مورد نیاز، آن را با استفاده از زبان وریلاگ توصیف نمایید. در طراحی خود می‌توانید از هر بلاک منطقی مانند گیت‌های پایه، جمع‌کننده - تفریق‌کننده، مقایسه‌کننده، دیکدر، اندکدر و مالتی‌پلکسر استفاده نمایید. توجه داشته باشید که توصیف شما باید به صورت ساختاری باشد.



شکل ۸: مدار محاسبه کننده قند خون.

ماژول ۶: ترکیب مدارهای فاز اول پروژه

در این بخش مدارهای طراحی شده در بخش‌های قبلی را به هم متصل خواهید کرد و بخش بزرگی از پروژه‌ی نهایی درس (سامانه‌ی مراقبت از سلامت) را طراحی خواهید کرد. شکل ۹ مدار کلی فاز اول پروژه را نشان می‌دهد.



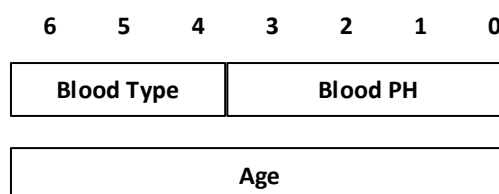
شکل ۹: مدار کلی سامانه مراقبت از سلامت.

ماژول ۷: واحد پیکربندی و رمز عبور

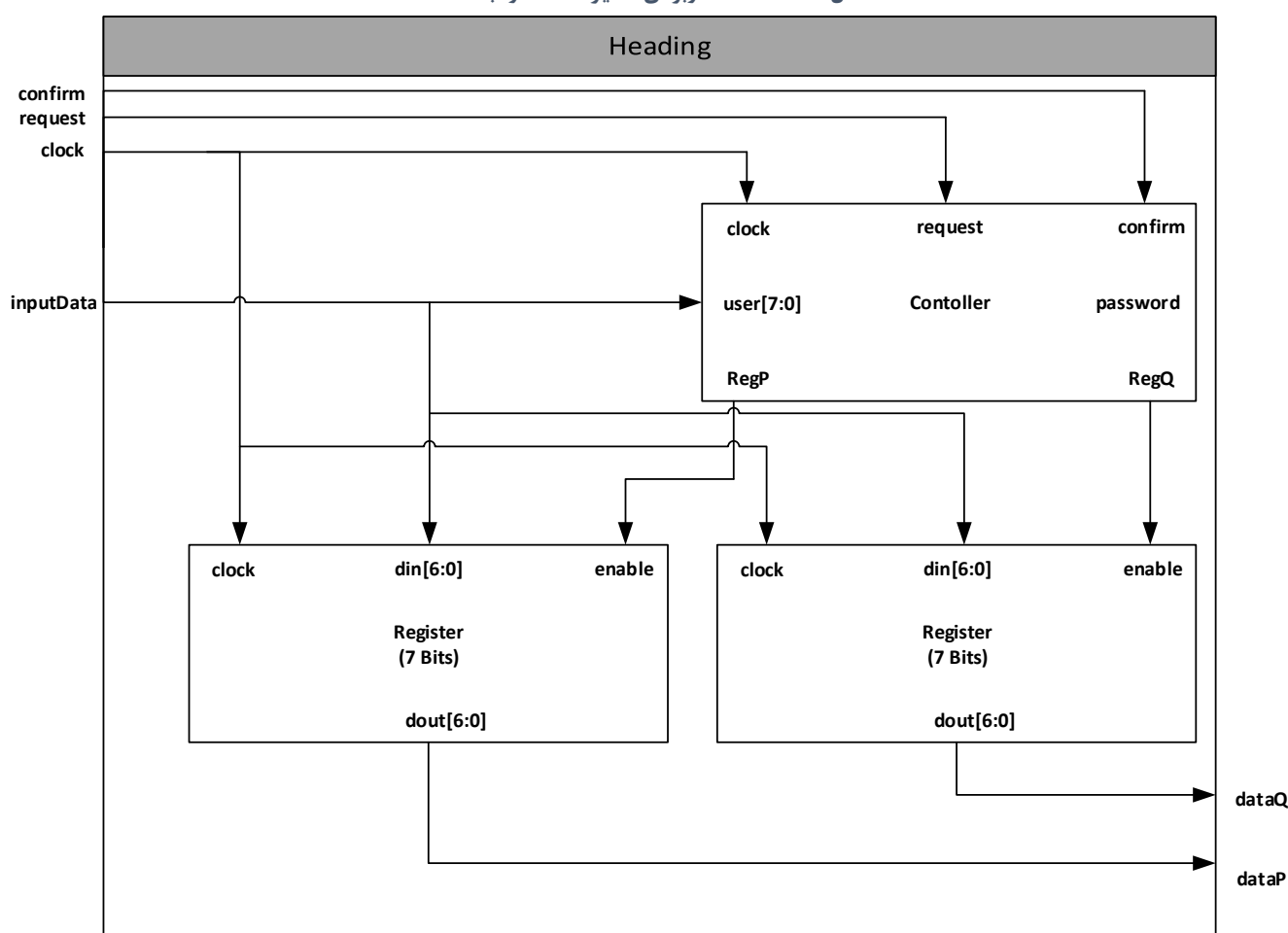
در این واحد ابتدا رمز عبور بررسی می‌شود و در صورت درستی آن، محتوای حافظه تغییر داده می‌شود.

سامانه در ابتدا در حالت «بیکار» قرار دارد (حالت A). کاربر باید ابتدا با فعال کردن ورودی request، سامانه را وارد حالت «فعال» نماید (حالت B). سپس سامانه منتظر می‌ماند تا کاربر رمز عبور دو بیتی را وارد کرده و دکمه‌ی تأیید (confirm) را فشار دهد. در صورتی که رمز عبور درست باشد، سامانه وارد حالت «درخواست» می‌شود (حالت C) و در غیر این صورت، سامانه به حالت «تله» (حالت E) می‌رود. اگر سامانه وارد حالت «درخواست» شود، منتظر می‌ماند تا کاربر یک داده ۸ بیتی را وارد نموده و دکمه‌ی confirm را انتخاب کند تا در لبه‌ی فعال ساعت بعدی، سامانه اطلاعات را در ثباتهای مربوطه ذخیره کند (حالت D). در تمام این مراحل اگر کاربر ورودی request را صفر کند، سامانه بافاصله به حالت «بیکار» می‌رود.

اگر بیت با ارزش داده‌ی ۸ بیتی برابر صفر باشد، داده‌ها در ثبات P و در غیر اینصورت در ثبات Q ذخیره خواهد شد. شکل ۱۱ مدار مورد نیاز جهت طراحی این قسمت را نشان می‌دهد. در بخش کنترلی منظور از user رمز ورودی کاربر است و منظور از password رمزی است که از قبل در سامانه ذخیره شده است. اطلاعاتی که در ثباتهای P و Q ذخیره می‌شود در شکل ۱۰ آمده است.



شکل ۱۰: اطلاعات کاربردی ذخیره شده در ثبات‌ها.



شکل ۱۱: مدار ذخیره اطلاعات کاربر.

قالب کد پروژه

همانند آزمایش‌ها، برای پروژه کد قالب در صفحه گیت‌هاب درس قرار داده شده است. به دلیل تست خودکار، دانشجویان موظف هستند از آن استفاده نمایند و به هیچ وجه نام فایل، نام مازول و نام پورت‌ها را تغییر ندهند. آخرین مهلت ارسال پروژه ساعت ۲۳:۵۹ پنج شنبه ۳۱ تیر می‌باشد.

ارزیابی پروژه

ارزیابی از سه بخش اصلی تشکیل شده است.

- بخش اول ارزیابی از طریق شبیه‌سازی طرح است. فایل شبیه‌سازی کل در ادامه در اختیار شما قرار داده شده است.
- بخش دوم ارزیابی از طریق سنتزپذیر بودن کد است که توسط مدرسین بررسی خواهد شد و در هنگام تحویل شفاهی نیز باید آماده باشد.
- بخش سوم ارزیابی از طریق پرسش شفاهی (مجازی) است که هنگام تحویل پروژه باید به آن‌ها پاسخ دهید. هر یک از اعضای گروه باید مستقلاً بر کلید مدارهای طراحی‌شده تسلط کامل داشته باشند و برای ماژول‌هایی که به طراحی نیاز دارند، مانند رسم جدول کارنو، رسم ماشین حالت و ... باید بر بروی کاغذ رسم نموده و هنگام ارائه‌ی پروژه تحویل دهند.
- یک گزارش یک الی دو صفحه‌ای از طراحی خود را آماده کنید و مواردی که فکر می‌کنید باید برای مدرسین آزمایشگاه بیان کنید را در آن بنویسید. نام و نام خانوادگی، شماره دانشجویی، نام استاد درس مدار منطقی و نام مدرس آزمایشگاه را نیز بنویسید.
- ماژول‌های ۵ اختیاری است که ۲۰ درصد نمره اضافی دارد.
- ماژول‌ها باید سنتزپذیر باشند. اگر مداری سنتزپذیر نباشد ولی کارکرد درستی داشته باشد ۵۰ درصد نمره آن لحاظ می‌شود.
- در طول ارائه پرسش‌های شفاهی از ابزار و کدهای نوشته شده و مفاهیم طراحی پرسیده می‌شود. در صورتی که دانشجو به بخشی از کدهای نوشته شده یا ابزار تسلط کافی نداشته باشد، نمره صفر لحاظ خواهد شد.