

Medicinsk utrustning gör hembesök



Snart kan du titulera dig doktor



Av Mark Patrick, Mouser Electronics

Mark Patrick började på Mouser Electronics i juli 2014 som marknadschef för EMEA. Han kom närmast från RS Components. Innan dess arbetade han åtta år hos Texas Instruments inom tillämpningsstöd och teknisk försäljning.

V i är redan bekanta med många portabla medicinska utrustningar som digitala termometrar, blodtrycksmätare, blodsockermätare, syresättningsmätare och puls-/hjärtfrekvensmätare. De är alla non-invasiva. Sådana redskap har med tiden flyttat ut från läkarmottagningen till våra hem. Denna trend fortsätter i takt med att det utvecklas utrustning för allt känsligare mätningar och med avancerade algoritmer.

En viktig del i detta är "intelligenta" bruksanvisningar som gör det lättare att använda instrument som betraktas som mycket komplicerade. Redan idag kan exempelvis viss medicinsk utrustning vara till hjälp i nödsituationer även om ingen medicinskt kunnig person är närvarande. Sådan utrustning kan agera ersättare för sjukvårdspersonal och ge vård på en nivå som tidigare endast var möjlig på sjukhus. Genom att studera utformningen av ett sådant intelligent medicinskt redskap kan vi lättare se hur denna nya våg kommer att fortlöpa och vilka typer av möjligheter vi kan förvänta oss.

EN AUTOMATISK EXTERN defibrillator (AED) är en av de mest uppenbara intelligenta portabla medicinska utrustningarna och finns ofta på flygplatser, konferenscenter och andra allmänna platser. En AED används i nödsituationer som svar på plötsliga hjärtstillestånd. Med hjälp av en elektrisk stöt kan den få hjärtat att återgå till sin normal funktion. Dessutom är AED:er på allmänna platser utformade så att de kan hanteras av lekmän. Utrustningen kan ge enkla audiovisuella instruktioner och råd till operatören som guidas genom procedurer för inställning, diagnos och behandling, samtidigt som utrustningen även larmar räddningstjänsten. Utrustningen gör automatiska avläsningar, ställer diagnoser och tar beslut rörande bästa ingrepp.

De viktiga delarna i en AED – exem-



Exempel på en AED-utrustning. BILD FRÅN DEFIBTECH

pelvis avancerade sensorer, analog signalbehandling, digital filtrering, trådlös kommunikation, datalagring, avancerade användargränssnitt med ljud och grafik, batteridrift och redundant felsäker bearbetning – kommer alla att bli vanliga komponenter i intelligent medicinsk utrustning.

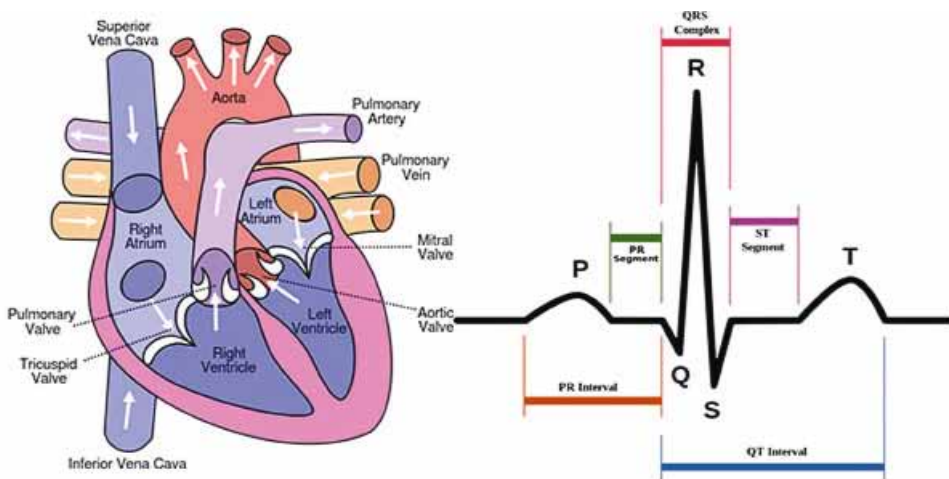
De delar av en AED som kanske är mest illustrativa, eftersom de även gäller för annan medicinsk utrustning, är funktionerna för analog avkänning och filtrering, digital signalbehandling, användargränssnitt och kommunikation. Genom att studera dessa i detalj kan den teknik som utnyttjas i nästa generation av portabel medicinska utrustning tydliggöras.

DE TVÅ VANLIGASTE oregelbundna hjärtrytm (hjärtrytmier) som en AED-utrustning för närvarande kan hantera är hjärtkammarritm (ventrikulär fibrillering) och hjärtrusning (ventrikulär takykardi). Vid båda dessa AED-behandlingsbara tillstånd är hjärtat fortfarande igång, men arbe-

tar inte på rätt sätt, vilket kan leda till ett hjärtstillestånd. Vid hjärtrusning (V-Tach) slår hjärtat för snabbt för att blodet ska pumpas effektivt. Långvarig obehandlad hjärtrusning leder till hjärtkammarritm (V-Fib). Vid hjärtkammarritm blir den elektriska aktiviteten som styr hjärtat kaotisk och avbryter hjärtkammarritms normalt effektiva pumpning av blod. Hjärtkammarritm minskar med tiden och kommer så småningom att nå ett överksam tillstånd, ett hjärtstillestånd (asystoli). För att bättre förstå hur en hjärtfrekvensmätare är konstruerad kan det vara bra att snabbt gå igenom hur hjärtat fungerar elektriskt sett.

När den elektriska aktiviteten sprids genom hjärtats förmak (atria) förs den från SA-noden till den atrioventrikulära (AV) noden. AV-noden fungerar som en viktig fördröjning i ledningssystemet och ges som PR-segmentet i EKG-kurvan. QRS-delen av EKG:et visar den snabba depolariseringen av högra och vänstra kammaren. På grund av aortans betydligt större muskelmassa ger QRS-komplexet ett mycket större utslag än P-vågen. T-vågen visar kammarnas återpolarisering. P-vågens längd ligger på runt 80 ms, QRS-komplexets mellan 80 ms och 120 ms och T-vågen varar cirka 160 ms.

I FLERTALET AED-UTRUSTNINGAR används två sensorer för att mäta hjärtats elektriska aktivitet. Sensorerna kan även fungera som källa för den elektriska chock som används för att ändra en oregelbunden hjärtrytm tillbaka till en regelbunden, säker rytm. Vid avkänningen mäter sensorerna den spänning som genereras av hjärtat vid polariseringen och avpolariseringen av hjärtats delar. Spänningsnivåerna är mycket låga och ligger normalt på runt 10 mV. Eftersom signalen kommer att variera från en individ till en annan samt beror på sensorernas placering, är noggrann mätning kritisk för att utrustningen ska fungera så effektivt som möjligt. En högpresterande AD-omvand-



Hjärtats uppbyggnad och EKG-kurva för normal hjärtfunktion.

KÄLLA: WIKIMEDIA COMMONS

lare krävs för att se till att signalen fångas så noga som möjligt. Samplingsfrekvensen är inte så hög eftersom det handlar om en fysiologisk process så en AD-omvandlare som fungerar vid audio-frekvenser borde vara mer än tillräckligt (kom ihåg att tidsperioderna för de olika vågorna i EKG:et ligger på runt 80–160 ms). Moderna styrkretsar har normalt inbyggda AD-omvandlare med tillräcklig förmåga att hantera audio-frekvenser.

Viss medicinsk utrustning kan behöva mer komplicerade mätningar så användningen av en analog ingångsenhet (AFE) kan eventuellt krävas. För bärbar utrustning, som exempelvis konditions- och medicinska övervakningsenheter, har en ny teknik som utnyttjar lysdioder för pulsoxiometri och hjärtfrekvensavkänning utvecklats. Den tekniken kommer troligen att utnyttjas även i andra portabla tillämpningar på grund av sin låga energiförbrukning och kompakta storlek. I Maxims MAX30100 har exempelvis sensorn och LED:en integrerats i en enda enhet. Sensorn har ett högt signal-till-brus förhållande för att ta bort rörelsestörningar, hög samplingshastighet och snabb datautgång, vilket gör den till en lämplig AFE för en styrkrets.

AED:ER KRÄVER I LIKHET med flertalet intelligent medicinsk utrustning flera filter för signalbehandling. Den första filteringen används för att ta bort bakgrundsbrus från de kritiska signalkomponenterna. Ett högpassfilter används ofta för att ta bort ovidkommande lågfrekvenssignaler och kan normalt ställas in på 0,05 Hz i en AED. Ett lågpassfilter används för att ta bort ovidkommande högfrekvenssignaler och för en AED ställs detta normalt till 150 Hz. Annan medicinsk utrustning använder eventuellt andra filterinställningar, men i princip all utrustning måste ställa in filter för att "zooma-in" på den del av signalen som är av största vikt för diagnostikens algoritmer.

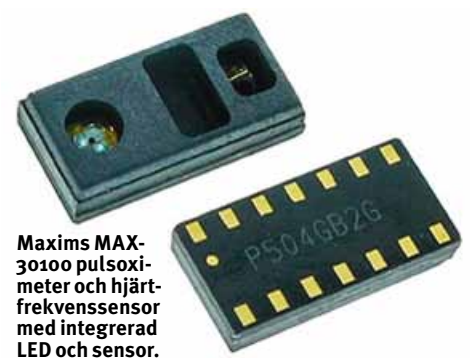
När signalen väl har isolerats från samtliga brusällor kan mätningar utföras av kritiska timing- och amplitudegenskaper hos EKG-kurvan. Mätningen av tidsperioderna och amplituderna för P-, QRS- och T-delarna är viktiga för att bestämma rytmen (eller avsaknaden av rytm) när hjärttillståndet börjar och fortlöper. Andra mätningar kan användas för att förbättra funktionen ytterligare. Exempelvis kan riktningen för hjärtats genomsnittliga elektriska vektor (istället för endast amplituden) utnyttjas för att bestämma om det handlar om en blockering eller en hjärtsjukdom; viktiga faktorer för korrekt diagnos. En ordentligt fungerande AED kommer inte att ladda ur (chocka) om den inte känner av en hjärt-rytm som kräver att den gör det. En AED bör givetvis helst användas av utbildad personal. Men om alternativet är att patienten dör är det värt att följa AED:ns instruktioner, framför allt om personen i fråga uppmanas göra det av (möjligtvis fjärrbaserad) medicinsk personal.

PÅ GRUND AV DET KAOS och den osäkerhet som är förknippad med ett hjärtstillestånd är det viktigt att AED:n vägleder användaren med tydliga, enkla och lättanvända instruktioner. Ett av de bästa sätten är med en serie av talade anvisningar, uttalade med säker och övertygande röst. Anvisningarna bör ges på användarens språk, som eventuellt väljs från en pekskärm vid starten. Videoinstruktioner kan nyttjas till stöd för talade instruktioner och tillgången på högupplösta LCD-paneler med enkla gränssnitt till styrkretsar gör att den funktionen lätt kan inkluderas. Den stora lagringsmängd som är tillgänglig i seriella flashminnen kan lätt tillhandahålla en rad olika videoinstruktioner som täcker en mängd möjliga scenarier för diagnos och behandling. Seriell flash kan även lagra audio och video inspelad vid behandlingstillfället för att assistera den som är först

på plats, för att kontrollera att audio- och video-anvisningar följts samt för att hjälpa sjukhuspersonal att fatta beslut rörande bästa möjliga fortsatta behandling.

Intelligent övervakning och kommunikation mellan en operatör och larmtjänsten kan också förbättra behandlingens resultat. Lättillgängligt placerade AED:er bör laddas och funktionstestas med jämna mellanrum och en utrustning som inte klarar något test skulle kunna larma en serviceorganisation som kan byta ut den. Om någon försöker använda en utrustning som inte har klarat ett sådant självtest skulle AED:n kunna utnyttja det lokala kommunikationsnätet för att automatiskt hitta närmaste fungerande utrustning och automatiskt hänvisa användaren till denna. Detta kan vara av kritisk vikt vid en allvarlig nödsituation som exempelvis en jordbävning eller brand, då utrustningen kan ha skadats eller förlorat kraft.

NÄSTA VÅG AV PORTABEL medicinsk utrustning kommer att erbjuda intelligenta diagnostik- och behandlingsalternativ som tidigare bara varit tillgängliga på sjukhus eller vårdcentraler. Sådan utrustning kommer att vara lätt att använda i hemmet eller i nödsituationer, i allmänna byggnader och på kontor även av lekmän. Det lär inte dröja länge innan frågan "Finns det en doktor i huset?" alltid kommer att besvaras med "Ja". Och den doktorn skulle kunna vara just du. ■



Maxims MAX30100 pulsoxiometer och hjärtfrekvenssensor med integrerad LED och sensor.