

2003

## تطبيقات الحاسوب في التكنولوجيا الطبية

عبد الله عرمان  
r.journal@hebron.edu

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.aaru.edu.jo/hujr\\_b](https://digitalcommons.aaru.edu.jo/hujr_b)



Part of the [Arts and Humanities Commons](#)

---

### Recommended Citation

Hebron University Research Journal-B (Humanities) - (مجلة جامعة الخليل للبحوث- ب (العلوم الانسانية) - (العلوم الانسانية) "تطبيقات الحاسوب في التكنولوجيا الطبية" (2003) عرمان, عبد الله (2003) : Vol. 1 : Iss. 2 , Article 9.  
Available at: [https://digitalcommons.aaru.edu.jo/hujr\\_b/vol1/iss2/9](https://digitalcommons.aaru.edu.jo/hujr_b/vol1/iss2/9)

This Article is brought to you for free and open access by Arab Journals Platform. It has been accepted for inclusion in Hebron University Research Journal-B (Humanities) - (العلوم الانسانية) by an authorized editor. The journal is hosted on [Digital Commons](#), an Elsevier platform. For more information, please contact [rakan@aarj.edu.jo](mailto:rakan@aarj.edu.jo), [marah@aarj.edu.jo](mailto:marah@aarj.edu.jo), [u.murad@aarj.edu.jo](mailto:u.murad@aarj.edu.jo).

# تطبيقات الحاسوب في التكنولوجيا الطبية

إعداد : عبدالله عرمان

دائرة الهندسة الكهربائية و الحاسوب / كلية الهندسة والتكنولوجيا / جامعة بوليتكنك فلسطين

## ملخص

تهدف ورقة العمل هذه إلى تعريف المهندسين والباحثين في مجال التكنولوجيا الطبية بأهم استخدامات الحاسوب وتطبيقاته في المجال التقني الطبي وتشجيع المهندسين والباحثين في فلسطين لتطوير تقنيات مادية، مثل تصميم لوحات إلكترونية خاصة لتجميع بيانات طبية، وبرمجية مثل تصميم خوارزميات (Algorithms) تساعد في معالجة الإشارات الطبية، مما يساعد في الوصول إلى النتائج التشخيصية (Diagnostic Results) بأسرع ما يمكن و بدقة عالية وذلك بالاستفادة من المزايا التي يقدمها الحاسوب باستخدام الأساليب التقنية المتقدمة والمعتمدة في هذا المجال حسب المواصفات والمعايير الطبية العالمية.

## Abstract

This research paper introduces the important applications of computer in the field of Biomedical Technology to the engineers and researchers in Palestine, and encourages them to develop Hardware techniques like designing special Electronic Boards for Biomedical Data Acquisition systems and Software Algorithms for Biomedical signal processing. Designing these boards and algorithms according to the internationally recognized standards and techniques would help the researchers and the biomedical staff in obtaining real time accurate diagnostic results. This will help in advancing the research in the field of biomedical technology.

## 1. مقدمة:

إن مجال استخدام الحاسوب في التكنولوجيا الطبية واسع جداً ، فهناك تطبيقات واستخدامات على درجة كبيرة من الأهمية سيتم التركيز عليها في هذه الورقة، ولتوضيح ذلك بصورة أفضل فإنه يمكن تقسيم هذه التطبيقات/الاستخدامات حسب نوع البيانات التي تتعامل معها علماً بأن البيانات الطبية تقسم إلى ثلاثة أقسام رئيسية كما في الشكل رقم ( ١ ) .

تتنوع الأنظمة المحوسبة التي تعالج كل نوع من الأنواع السابقة، فالنوع (أ) يمكن معالجته وتنظيمه باستخدام برمجيات قواعد البيانات (Database) باستخدام أجهزة حواسيب متطورة، أما النوع (ب) فيتضمن عمليات تخزين الصور الطبية وتوزيعها على شبكة حاسوب محلية (LAN) ثم استرجاعها بدقة متناهية على شاشات قد تكون منتشرة في أماكن مختلفة في المستشفى، كما يمكن إرسال هذه الصور بين مجموعة من المستشفيات والمراكز الطبية في أماكن متباعدة جداً من خلال شبكة الإنترنت مع ملاحظة سرعة وصول هذه الصور، أما النوع (ج) فغالباً ما يتطلب المعالجة الفورية (real time analysis) بهدف معرفة متغيرات طبية معينة (Medical Parameters) ذات دلالة تشخيصية<sup>(٢)</sup>.

إن استخدام الحاسوب في معالجة البيانات الطبية من شأنه أن يساهم بشكل كبير في الوصول إلى المعلومات التشخيصية (Diagnostic Information) بسرعة فائقة و بدقة متناهية خاصة و أن الحاسوب يمتاز بميزات كثيرة منها :

- الكفاءة العالية .
- المرونة و القابلية للتعديل و التطوير .
- سهولة الاستخدام .
- قلة التكاليف .

في هذه الورقة سيتم إلقاء الضوء على بعض التطبيقات و استخدامات الحاسوب في التكنولوجيا الطبية وهي محاولة لتوجيه مهندسي ومبرمجي الحاسوب ومهندسي الأجهزة الطبية وغيرهم إلى التطبيقات الطبية باستخدام الحاسوب وعدم الاقتصار على التطبيقات المحاسبية أو معالجة النصوص أو غيرها.

## 2. القياسات الطبية:

تتنوع الأجهزة الطبية بتنوع البيانات أو الإشارات التي سيتم قياسها و معالجتها و بشكل عام فإن معظم الأجهزة الطبية تتضمن عملية جمع البيانات (data acquisition) التي تشمل العمليات الموضحة في الشكل رقم (٢).

إن الإشارات والمتغيرات الطبية هي فيزيائية الطابع لذا يستخدم مجسات طبية لتحويل الإشارة الفيزيائية إلى إشارة كهربائية بحاجة إلى تكيف بهدف تكبيرها



وتتقنيها من إشارات الضجيج (Amplification And Filtering). ثم يتم تحويلها إلى الصورة الرقمية (Analog to Digital) التي يمكن إدخالها وتخزينها في الحاسوب لغايات المعالجة فيما بعد، مثل استخدام خوارزميات أو برمجيات معينة بهدف معالجة البيانات المخزنة أو تحويلها إلى أشكال أخرى كاستخدام تحويلات فوريير أو غيرها ثم إظهار المعلومات الطبية بشكل مرئي أو مكتوب لاتخاذ القرار المناسب.

## 2.1 الفروق بين القياسات الطبية والقياسات الفيزيائية العادية

يمكن تلخيص أهم هذه الفروق بالنقاط التالية:

- إن معظم الإشارات الطبية ذات جهد كهربائي صغير جداً (مدى الميكروفولت). وبترددات منخفضة قد تصل إلى DC كما يظهر في الجدول رقم (١).
- كثير من الإشارات الطبية لا يمكن قياسها بشكل مباشر و بالتالي يتم اللجوء إلى أساليب غير مباشرة تقتضي عمل معايرة و تحسينات على النظام المستخدم.
- معظم الإشارات الطبية تتغير مع الزمن للشخص الواحد و تختلف من شخص لآخر
- و تختلف باختلاف العمر أو الجنس مما يتطلب تحليلات إحصائية محوسبة.
- بعض القياسات الطبية تتضمن إدخال طاقة معينة قد تسبب في تلف بعض الأنسجة بشكل جزئي مما يؤثر على القياسات الطبية مما يستدعي المراقبة الدائمة باستخدام الحاسوب.
- إن القياسات الطبية المتعلقة بجسم الإنسان يجب أن تمتاز بالوثوقية العالية وبساطة التشغيل وتحقق شروط السلامة العامة للمريض والطبيب معاً.
- في كثير من الأحيان قياس إشارة طبية لجهاز فسيولوجي معين قد يتأثر بعمل جهاز فسيولوجي آخر مما يستدعي المعالجة الذكية باستخدام الحاسوب.
- كل هذه الميزات و غيرها جعل الحاسوب يلعب دوراً مميزاً في بناء نظام قياس طبي عالي الوثوقية.

## 2.2 بعض الأمثلة على تطبيقات الحاسوب في تكنولوجيا الأجهزة الطبية:

هناك العديد من تطبيقات الحاسوب في التكنولوجيا الطبية نورد بعضاً من أهمها فيما يلي:-



(أ) استخدام الحاسوب في تحليل إشارة النشاط الكهربائي للقلب (ECG) من الأساليب الأساسية في تشخيص أمراض القلب هو تحليل إشارة النشاط الكهربائي للقلب (Electrocardiogram) وهي عبارة عن فرق الضغط الكهربائي الذي يمكن قياسه و تسجيله على السطح الخارجي لجسم الإنسان حيث يصنف هذا الأسلوب بأنه (Non-Invasive) بمعنى أنه لا يتطلب إجراء جراحة لأخذ القياسات المطلوبة بخلاف أنظمة قياس طبية أخرى تقتضي الجراحة يتم تصنيفها بأنها (Invasive). هناك عدة أنظمة للـ (ECG) كما يوضحها الشكل رقم (٣) ومنها:

• Standard Clinical ECG 12 Leads.

• Monitoring ECG (1 or 2 leads).

يوضح الشكل رقم (٤) إشارة (ECG) بدلالة الزمن حيث تظهر المتغيرات ذات الدلالة الطبية فيها . إن جهد القمة لهذه الإشارة في حدود الملي فولت مما يعني ضرورة أن لا يقل معامل التكبير عن (60dB) بحيث تصبح الإشارة بحدود الفولت<sup>(٨)</sup> .

إن استخدام الحاسوب لتحليل إشارات الـ (ECG) لغايات تشخيصية يقتضي رسم (12) إشارة حيث تحوي كل إشارة معلومات طبية قد لا تتوفر في الإشارات الأخرى كما يظهر في الشكل رقم (٥)، ومع تقدم تكنولوجيا الحاسوب والتطور الكبير في البرمجيات يمكن الاستفادة من ميزات الحاسوب وتصميم أنظمة ذكية (Intelligent Systems) لديها القدرة على إعطاء تقرير مفصل عن الحالة التشخيصية للمريض بناءً على الإشارات السابقة خاصة وان الاعتماد على النظر للأمواج الـ (12) من قبل الطبيب قد يحتمل نسبة خطأ معينة يمكن تلاشيها باستخدام تكنولوجيا الحاسوب كما في الجدول رقم (٢) والأشكال الموجية في الشكل رقم (٥).

(ب) استخدام الحاسوب في عمليات مراقبة المرضى في المستشفيات

### Patients Monitoring in Hospitals

يمكن ربط المريض على جهاز مراقبة محوسب بحيث يعطي إشارة مسموعة في حالة حدوث خطر، حيث يتم مراقبة وجود إشارة الـ (ECG) ومعدل نبض القلب (Heart Rate) والشكل العام للإشارة (Arrhythmia) ، وكذلك يمكن مراقبة الحرارة والضغط وعملية التنفس وغيرها.

إن المراقبة هذه تتطلب استخدام برمجيات تمكن الحاسوب من إظهار إشارة إنذار في حالة الخطر أو الاتصال بالطبيب أو الشخص المسؤول من خلال جهاز الهاتف الخليوي أو غيره كما في شكل رقم (٦).

هناك حالات مرضية تقتضي مراقبة النشاط الكهربائي للقلب لمدة ٢٤ ساعة أو أكثر أو إرسال معلومات إلى الطبيب أو المستشفى المركزي وهنا يكون دور الحاسوب في عمليات تسجيل الإشارة بدقة وضبط عمليات الإرسال عن بعد (Telemedicine Approach). في هذه الحالة من الأمور الهامة جداً سعة الذاكرة وضغط المعلومات إلى أقل قدر ممكن دون ضياع المعلومات التشخيصية (Data Reduction Algorithms)، فالحصول على معلومات تشخيصية من الـ (Lead 12) فإن كل واحد منها يجب أن تخضع لعملية أخذ العينات بمعدل معلومات : (250 – 500) Mbits/Lead/day (بافتراض أن معدل أخذ العينات هو (250 to 500 Hz) (12 bit Resolution). يمكن إثبات ذلك كما يلي:

$$\begin{aligned} \text{Bit/day} &= 12 \text{ bit/sample} * (250 - 500) \text{ sample/sec} * 60 \text{ sec/1min} \\ &* 60 \text{ min/1 hour} * 24 \text{ hour / 1 day} \\ &= (250 - 500) \text{ Mbits/Lead/day} \end{aligned}$$

وهذا يحتاج إلى سعة ذاكرة كبيرة لذلك يجب تطبيق خوارزميات بهدف خفض هذا المعدل دون ضياع المعلومات التشخيصية، كذلك أن ضغط المعلومات له أثر إيجابي على عرض النطاق (Bandwidth) لشبكة الاتصال مما يزيد في سرعة إرسال واستقبال البيانات الطبية شريطة توافر خوارزميات فعالة في المستقبل لفك المعلومات المضغوطة وإعادتها إلى أصلها. ومن هذه الخوارزميات ما يمكن بناؤه باستخدام برمجيات الحاسوب مثل (Turning Point Algorithm) والموضح في ملحق البرامج وكذلك (AZTEC Algorithm)، (FAN Algorithm)، وخوارزميات أخرى يمكن برمجتها بلغة C أو غيرها<sup>(٧)</sup>، ومنها ما يمكن بناؤه باستخدام شرائح إلكترونية خاصة مما يزيد في سرعة ضغط وإرسال المعلومات وفكها<sup>(٩)</sup>. إن هذا الموضوع من المواضيع التي ما زالت البحوث العلمية تنشر حولها (تطوير خوارزميات تبعاً لتطور تكنولوجيا الحاسوب).

- في بعض الحالات المرضية قد يكون من المفيد الاحتفاظ بسجل (ECG) لمرضى معين لفترات زمنية طويلة بهدف متابعة الحالة الصحية واستخدام هذه الإشارات للتنبؤ عن حالة المريض.

(ج) استخدام الحاسوب في عمليات القسطرة القلبية

### Computer Analysis of Cardiac Catheterization

لا يمكن تخيل إمكانية إجراء عمليات القسطرة دون استخدام الحاسوب، إذ أن هذه العمليات تقتضي إدخال أنبوب يحمل عدة مجسات طبية، (Catheter) وصولاً إلى القلب أو صمام معين في القلب بهدف فتحه أو توسعته، وباستخدام أنظمة محوسبة يمكن قياس الضغط، الحرارة، تدفق الدم، حجم الضربة القلبية - وغيرها بشكل فوري (Real time) حيث يستقبل الحاسوب البيانات ثم يتم



إدخالها للنظام مباشرة ومعالجتها بمنتهى الدقة في فترات زمنية قصيرة جداً وإظهار النتائج فوراً وتحديد المتغيرات غير الطبيعية مما يسهل العمليات العلاجية ، كل هذه العمليات تكون مراقبة على شاشات الحاسوب من قبل طواقم طبية في أماكن مختلفة، إن هذه العمليات هي إحدى أهم تطبيقات الحاسوب في المجال الطبي .

(د) استخدام الحاسوب في التحليل الكيميائي الطبي

### Computer Use in Clinical Laboratory Chemical Tests

هناك العديد من التحاليل الطبية على البول أو بلازما الدم لمعرفة تركيز عناصر محددة مثل : Na. K. Cl. Ca. Mg... الخ أو قياس درجة الحموضة (PH) أو معرفة تركيز الغازات في الدم أو تحديد عدد كريات الدم الحمراء أو البيضاء أو صفائح الدم.... الخ ، إذ أن الزيادة أو النقصان تؤثر على الحالة الصحية للإنسان ، يلعب الحاسوب دوراً هاماً في التحكم في هذه الأجهزة ومعالجة بياناتها والحصول على تقارير مطبوعة تبين القيم الحقيقية المقاسة والقيم المفترضة في الحالة الطبيعية، وباستخدام الحاسوب صار بإمكان أكثر من طبيب الإطلاع على هذه البيانات في وقت واحد من خلال شبكة محلية (LAN) أو الإنترنت.

(هـ) استخدامات أخرى للحاسوب في مجال الأجهزة الطبية

هناك استخدامات أخرى في مجال التكنولوجيا الطبية مثل مراقبة وتحليل عملية التنفس ( Analysis of pulmonary function ) ، التصوير الطبقي (Computer Tomography) حيث يمكن باستخدام خوارزميات ذكية التمييز بين الأنسجة السليمة أو المصابة دون جراحة، تحليل إشارات الدماغ (EEG) ، استخدامه في تحليل الصور الطبية (MRI, U/S, X-Ray) وتطبيقات أخرى كثيرة تكنولوجية أو غيرها كإدارة صيانة الأجهزة الطبية بشكل محوسب أو غيرها.

### 3. خاتمة:

لقد تطرقنا في هذه الورقة إلى العديد من التطبيقات الطبية المبنية على استخدام الحاسوب أو التي يمكن تطويرها باستخدام خوارزميات أو برمجيات في هذا المجال. إن استخدام وتطوير هذه التطبيقات ليس حديثاً نظرياً صعب التطبيق إنما هو حديث نابع من حقيقة وجود إمكانيات وخبرات محلية يمكنها المساعدة في هذا المجال إضافة إلى وجود مختبرات متخصصة في بعض الجامعات الفلسطينية تغطي الكثير من المجالات المذكورة في هذه الورقة، لذلك لا بد من تقوية روابط التعاون بين القطاع الطبي والأكاديمي لما فيه المصلحة للجميع.



### المراجع

- 1- Barlas, G.D. and Skordalakis, E.S. (1996). "A novel family of compression algorithms for ECG and other semiperiodical, one dimensional, biomedical signals" IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 43.
- 2- Barry, N.Feinberg. (1986). Applied Clinical Engineering. By Prentice-Hall.
- 3- Franco, S. (1998). Design With Operational Amplifiers & Analog ICs, 2<sup>nd</sup> Edition by the McGraw-Hill.
- 4- Jalaeddine, S.M. and Hutchens, C.G. (1990). "ECG data compression techniques-A unified approach" IEEE Trans. Biomed. Eng., Vol. 37.
- 5- Joseph, J. C. and John M. B. (1993). Introduction to Biomedical Equipment Technology. 2<sup>nd</sup> Edition.
- 6- Moody, G.B., Soroushian, K. and Mark, R.G. (1988). "ECG data compression for monitors". Computer Cardiol.
- 7- Tompkins, J. W. (1993). Biomedical Digital Signal Processing by PTR Prentice-Hall.
- 8- Webster, J. (1995). Medical Instrumentation Application and Design, 2<sup>nd</sup> Edition, John Wiley & Sons Inc.
- 9- [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com)
- 10- Zigel, Y. C. and Katz, A. (2000). "ECG signal compression using Analysis by Synthesis Coding" IEEE Trans Biomed. Eng., Vol. 47.
- 11- فريحات، ح. ع. (١٩٩٠) فسيولوجيا جسم الإنسان، مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع.

## ملحق الجداول

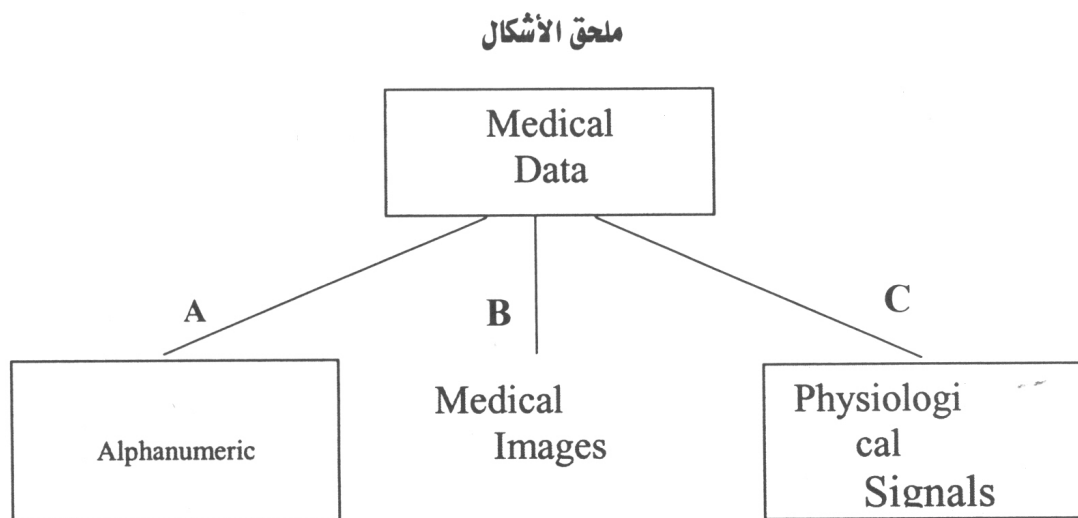
جدول رقم ( ١ ) : المتغيرات الطبية والفسولوجية<sup>(٨)</sup>

Parameter or measuring technique	Principal measurement range of parameter	Signal frequency range, Hz	Standard sensor or method
Bladder pressure	1-100cm H <sub>2</sub> O	dc-10	Strain-gage
Blood flow	1-300ml/s	dc-20	Electromagnetic or ultrasonic
Direct blood pressure (arterial)	10-400mm Hg	dc-50	Strain-gage
PO <sub>2</sub>	30-100mm Hg	dc-2	Specific electrode
PCO <sub>2</sub>	40-100mm Hg	dc-2	Specific electrode
PN <sub>2</sub>	1-3mm Hg	dc-2	Specific electrode
PCO	0.1-0.4mm Hg	dc-2	Specific electrode
Blood pH	6.8-7.8 pH units	dc-2	Specific electrode
Cardiac output	4-25 liter/min	dc-20	Dye dilution or Fick method
ECG	0.5-4 mV	0.01-250	Skin electrodes
EEG	5-300 $\mu$ V	dc-150	Scalp electrodes
EMG	0.1-5 mV	dc-10,000	Needle electrodes
Galvanic skin response (GSR)	1-500 k $\Omega$	0.01-1	Skin electrodes

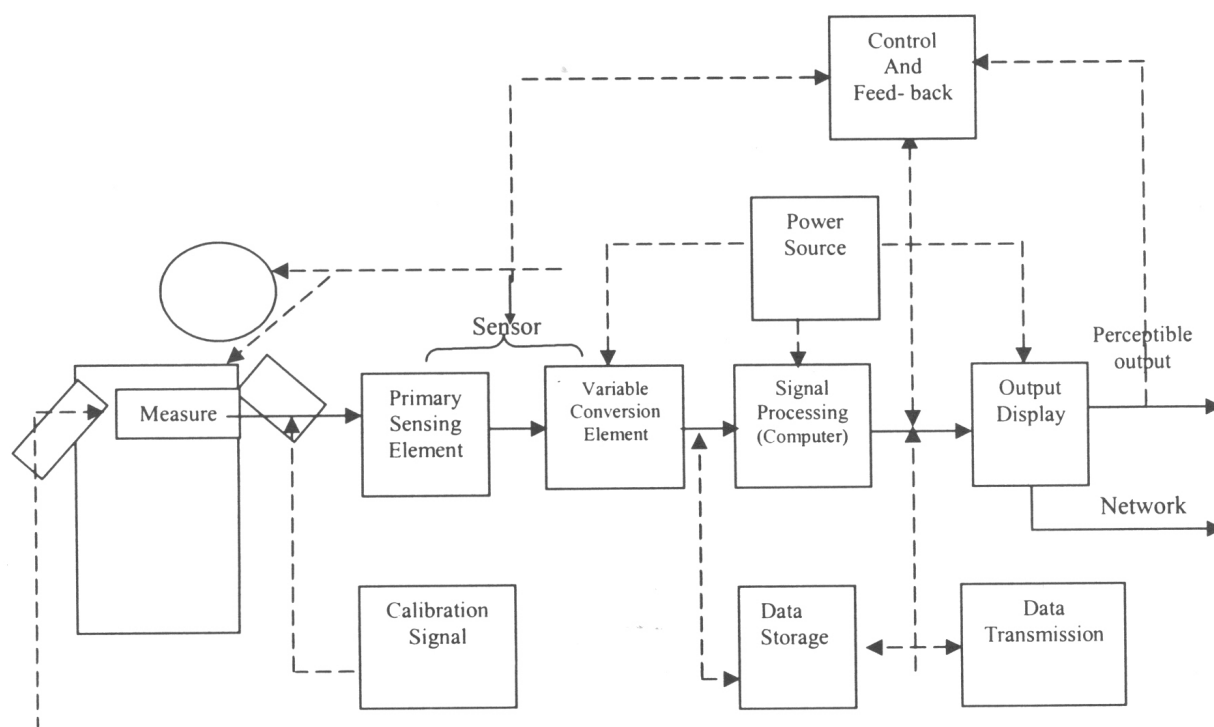
جدول رقم ( ٢ ) : المتغيرات المحتملة لإشارة النشاط الكهربائي للقلب<sup>(٤)</sup>

Feature number	Feature symbol	Feature description	Unit
1	$RR_{int}$	Time duration between the current and previous location of the R-waves	msec
2	$QRS_{dur}$	Time duration between the onset and offset of the QRS complex	msec
3	$QT_{int}$	Time duration between $QRS_{on}$ and $T_{off}$	msec
4	$QTP_{int}$	Time duration between $QRS_{on}$ and $T_p$	msec
5	$P_{dur}$	Time duration between $P_{on}$ and $P_{off}$	msec
6	$PR_{int}$	Time duration between $P_{on}$ and $QRS_{on}$	msec
7	$QRS_{peaks}$	The number of peaks in the QRS complex	$\geq 1$
8	$QRS_{sign}$	The sign of the first peak in the QRS complex	1 or -1
9	wave $\delta$	The existence of delta wave	0 or 1
10	$T_{shape}$	The shape of T wave	
11	$P_{shape}$	The shape of P wave	
12	$ST_{shape}$	The shape ST segment	
13	$QRS_{np}^{+}$	The maximum positive amplitude of the QRS complex	mm
14	$QRS_{anp}^{-}$	The minimum negative amplitude of the QRS complex	mm
15	$P_{amp}$	The amplitude of P wave	mm
16	$T_{amp}$	The amplitude of T wave	mm
17	$ST_{eleva}$	The ST elevation	mm
18	$ST_{slope}$	The ST slope	mm/sec

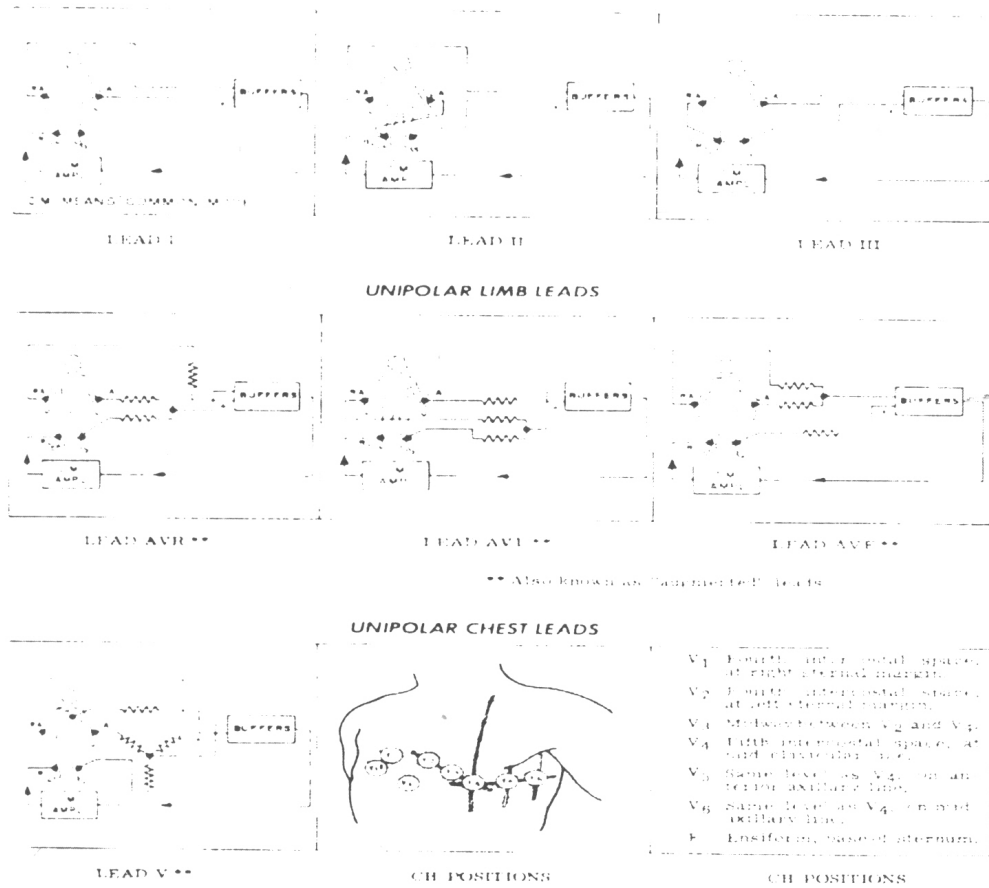




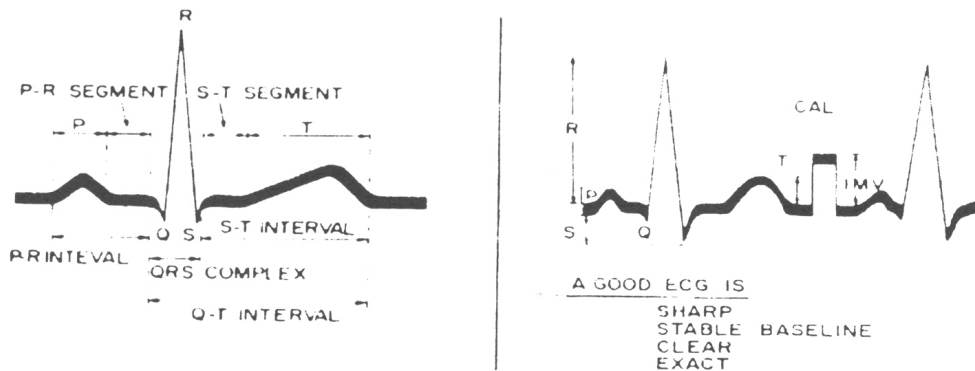
شكل رقم ( ١ ) : أقسام البيانات الطبية



شكل رقم (٢): نظام جمع البيانات الطبية <sup>(أ)</sup>



شكل رقم ( ٣ ) الحصول على إشارات النشاط الكهربائي للقلب<sup>(٥)</sup>

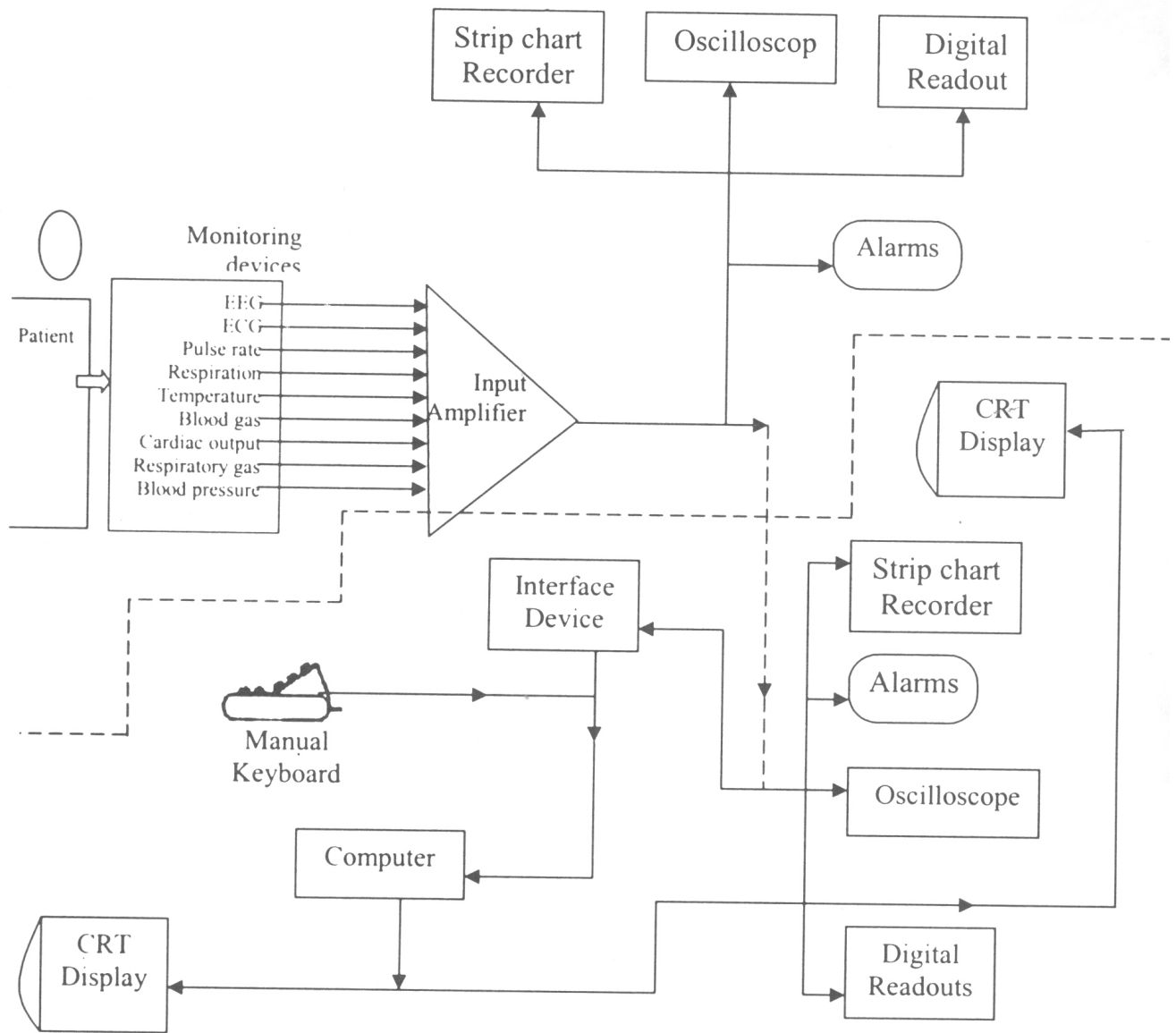


شكل رقم ( ٤ ) : الإشارة النموذجية للـ ECG<sup>(١)</sup>



شكل رقم ( ٥ ) : إشارات النشاط الكهربائي للقلب<sup>(٥)</sup>





شكل رقم (٦): نظام المراقبة والاتصال الطبي<sup>(١)</sup>

### ملحق البرامج

	Xo	X1	X2		Xo	X1	X2		Xo	X1	X2
1				4				7			
2				5				8			
3				6				9			

Pattern	S1=sign(X1-X0)	S2=sign(X2-X1)	NOT(S1) OR(S1+S2)	Saved sample
1	+1	+1	1	X2
2	+1	-1	0	X1
3	+1	0	1	X2
4	-1	+1	0	X1
5	-1	-2	1	X2
6	-1	0	1	X2
7	0	+1	1	X2
8	0	-1	1	X2
9	0	0	1	X2

### خوارزمية رقم (١): Turning Point (TP) Algorithm<sup>(٧)</sup>

```
#define sign(x) ((x) ? ((x>0) ? 1:-1):0)
short *org, *tp;
short x0, x1, x2;
short s1, s2;
x0= *tp++= *org++;
while(there_is_sample) {
x1= *org++;
x2= *org++;
s1= sign(x1-x0);
s2=sign(x2-x1);
*tp++= x0= (!s1|| (s1+s2))? X2:x1;
}
```

### C-language program showing TP algorithm

(برنامج بلغة سي للخوارزمية أعلاه)<sup>(٧)</sup>