

# מד לחץ ומצבי חרדה

דו"ח מסכם לפרויקט בקורס תכן מיכשור ממוחשב - LabVIEW

אורי גולדשטיין

ואבי יזרעאלי

## רקע תיארטי:

בניסוי זה השתמשנו בסנסור של מוליכות העור וסנסור של לחץ דם. הסנסור של מוליכות העור שימושי במיוחד כי הוא משקף פעילות המערכת הסימפטטית. כאשר המערכת הסימפטטית מופעלת, בלוטות הזיעה מתחילות ליצר זיעה המגדילה את מוליכות העור. ניתן למדוד שינויים אלו לפני הופעת זיעה מחוץ לעור. הסנסור שבו השתמשנו מזרים זרם קבוע ומודד את המתח המתפתח בין שתי האלקטרודות. האלקטרודות ממוקמות על שתי אצבעות בפרק האמצעי כי שם צפיפות בלוטות הזיעה גבוהה במיוחד.

הסנסור השני משדר אור ירוק וקולט את ההחזרה שלו שמשתנה כתוצאה מהבליעה בטווח האדום של הדם. הבליעה תהיה מקסימלית בפיק של הסיסטולה כאשר כלי הדם רחבים ומלאים בדם אדום. באופן זה ההחזרה הנמדדת תלויה באופן ישיר בלחץ הדם. מהמידה הזאת לאורך זמן אפשר לגזור את ההפרש בין נקודות של לחץ המקסימלי ולחשב את קצב הלב כפונקציה של הזמן. קצב הלב גם כן מקושר לפעילות המערכת הסימפטטית- אקטיבציה של מערכת זו גורמת לשחרור אפינפרין המגבור את קצב הלב. ולכן בעצם שני הסנסורים מדווחים על פעילות המערכת הסימפטטית.

## מטרת המערכת

לעיתים ילדים נמצאים במצבי מצוקה וחרדה שונים במהלך חייהם, והוריהם כלל אינם מודעים לכך. הצעתנו היא להעניק לילדים צמיד או טבעת שתישא מספר חיישנים פשוט, ותנטר אותות בילוגיים שמושפעים מהמערכת הסימפטטית.

במצבי מצוקה וחרדה המערכת תזהה חריגה ממצב המנוחה של הילד (להלן: הנבדק), ותדווח על כך להוריו או פסיכולוג העוקב אחריו.

## תאור המערכת:

### מסך הגדרות:

הממשק למשתמש מחולק לשתי לשוניות. בלשונית settings ניתן לרשום את נתוני החולה וכן את נתוני הרכישה (DAQ). מעבר לזה יש את האפשרות לקרוא מכרטיס או מקובץ שמור. במקרה שקוראים מקובץ התוכנה מעדכנת את כל הנתונים לפי מה ששמור בקובץ.

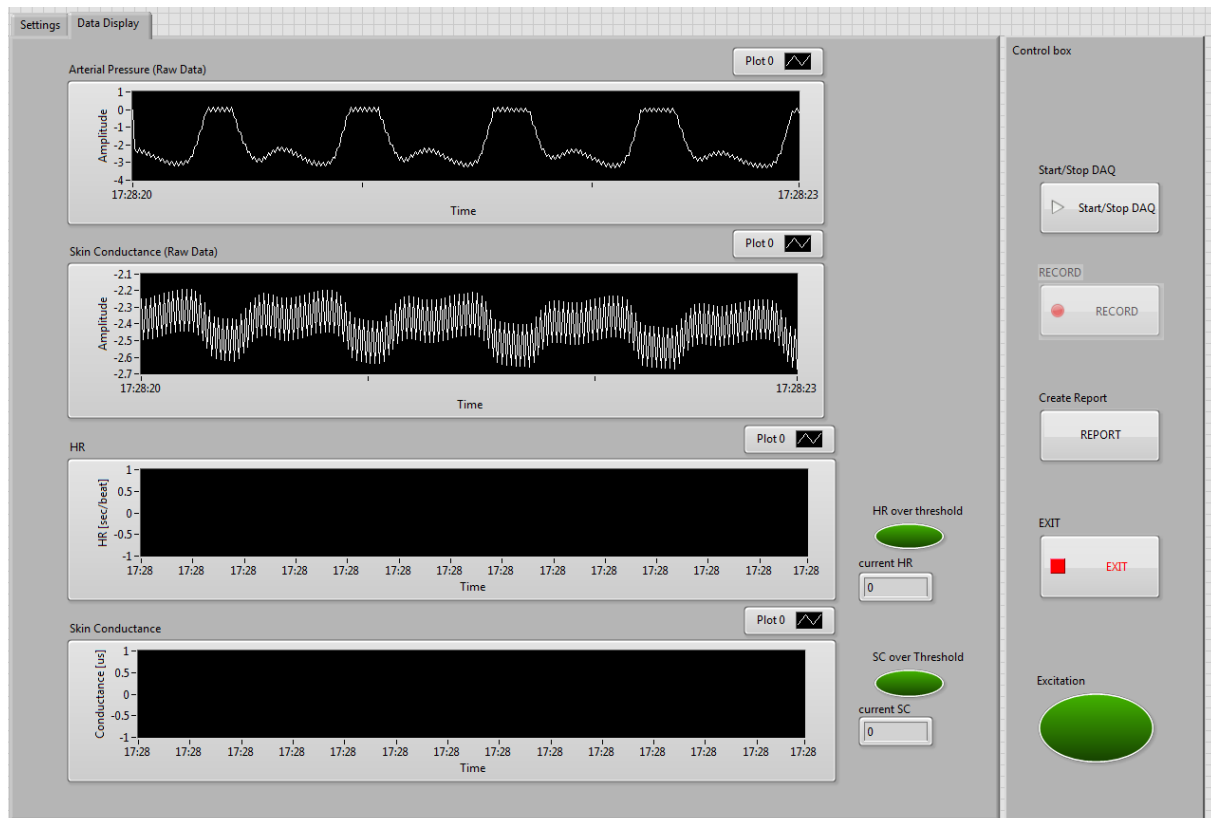
התוכנה פועלת בשני מצבים, Resting ו-Active.

במצב מנוחה מודדים את קצב הלב ומוליכות העור של החולה במצב מנוחה והתוכנה מעדכנת את נתונים אלו בלשונית settings.

במצב Active, מודדים את אותה דאטה כאשר החולה ממשיך עם חייו ומשווים בין הנתונים ב live למה שמדדנו במנוחה. התוכנה מדווחת על ידי הדלקת נורה כאשר הקצב לב עולה ב 20% על מצב מנוחה וכאשר מוליכות העור עולה ב 10% ביחס למצב המנוחה. כאשר שני הפרמטרים מראים אקסיטציה התוכנה מדליקה נורה נוספת ושומרת את התאריך והשעה של האקסיטציה ואורך הזמן שבו נמשכה האקסיטציה.

אם ידועים ערכי המנוחה של הדופק ומוליכות העור של החולה ניתן להזין אותם ידנית בתיבה המתאימה, ולעבור ישירות למצב active.

## מסך הפעלה:

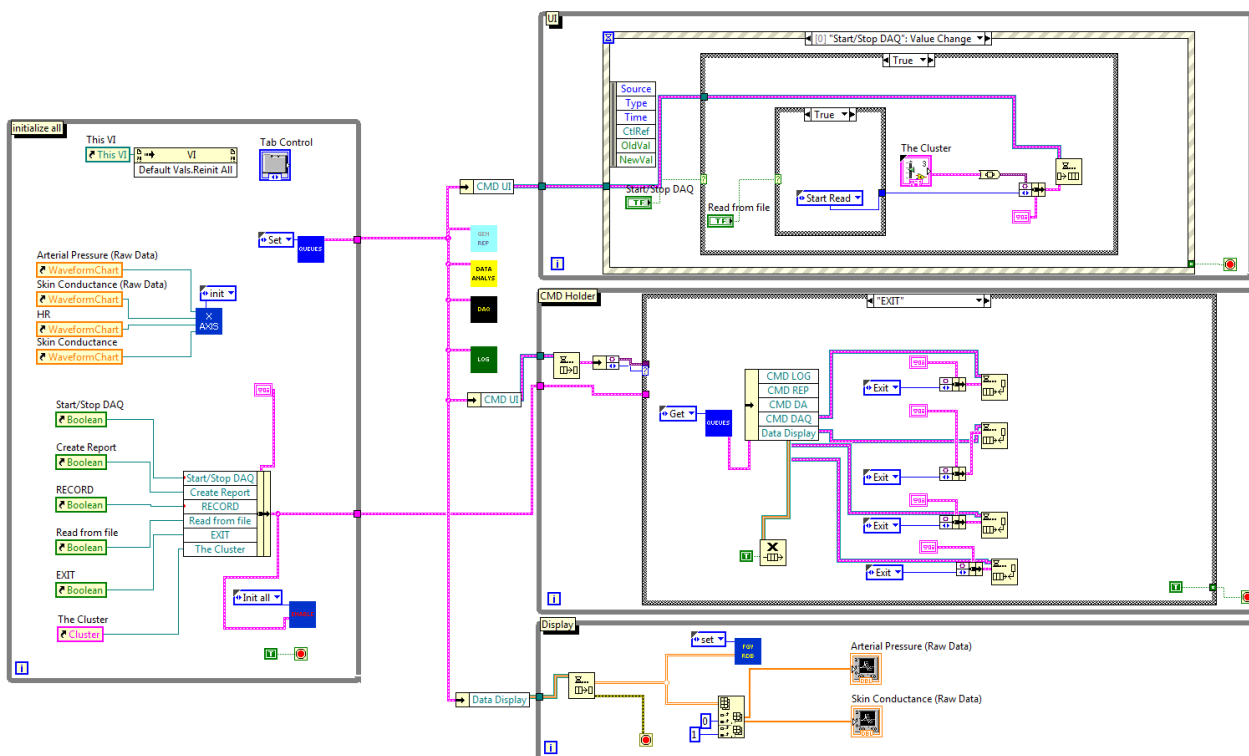


בתיבת הפקדים (control box) ניתן להתחיל ולהפסיק לרכוש דאטה, לשמור דאטה בקובץ בינארי ביחד עם הנתונים של הלשונית Settings בקובץ binary, ליצר דו"ח בוורד ולעצור את התוכנה.

בלשונית data display מוצג הדטא שמגיע בזמן אמת מכרטיס הדגימה או מהקובץ, וכן המידע המנותח. בשני הגרפים העליונים מוצג הדאטה כפי שמגיע מהכרטיס ובשני הגרפים התחתונים מופיע הדאטה אחרי אנאליזה שכוללת פילטור להורדת רעשים וחישוב קצב הלב מלחץ דם. כמו כן מופיע קצב הלב הנוכחי וערך המוליכות הנוכחי.

חשוב לציין כי במסך זה התפקוד זהה גם במצב דגימה מכרטיס וגם במצב של קריאה מקובץ. בסוף השימוש בתוכנה ניתן לעצור אותה מכאן בעזרת הכפתור Exit.

כמו כן במסך זה מופיעות שלוש נורות בקרה שנדלקות כאשר הנבדק באקסיטציה, כפי שתואר לעיל.



במודל זה כמה מרכיבים:

Initialize all – לולאה שרצה פעם אחת לפני הרצת התוכנה ומאתחלת דברים שונים כמו לדוגמא ערכי ברירת מחדל במסך המשתמש, ויצירת queues לשימוש בתוכנית.

לולאת UI ממתינה לקבלת events מהמשתמש בחלון הUI ומעבירה אותם command holder . הלולאה מכילה מצב מתאים לכל אחד מהכפתורים במסך הפעלה.

לולאת command holder קוראת פקודות מהcommand queue ומעבירה אותם למודולים הרלוונטיים. כמו כן בעזרת פונקציית Enable אנו קובעים אילו כפתורים יהיו פעילים ואילו יהיו כבויים בממשק המשתמש, בהתאם למצב ריצה הנוכחי.

מצבים:

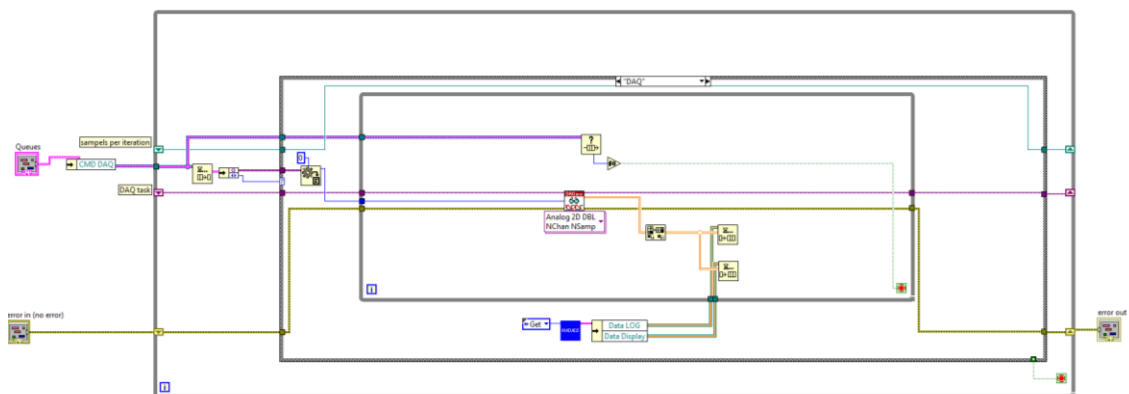
- Start DAQ - תחילת דגימה מכרטיס. נשלח פקודה מתאימה למודל DAQ ולמודול אנליזה. כמו כן מתבצע כיול של הגרפים כדי שייציגו את ציר הזמן בצורה נכונה.
- Start Read - תחילת קריאה מקובץ. נשלח פקודה מתאימה למודל DAQ ולמודול אנליזה. כמו כן מתבצע כיול של הגרפים כדי שייציגו את ציר הזמן בצורה נכונה.
- LOG - תחילת שמירת דטא נדגם לקובץ. נשלח פקודה מתאימה למודל LOG.
- Stop LOG - הפסקת שמירה. נשלח פקודה מתאימה למודל LOG.
- Stop DAQ - הפסקת דגימה מכרטיס. נשלח פקודה מתאימה למודל DAQ ולמודול אנליזה.
- Stop Read - הפסקת קריאה מקובץ. נשלח פקודה מתאימה למודל DAQ ולמודול אנליזה.
- Create report - נשלח פקודה למודול report ליצירת דוח.
- EXIT - נשלח פקודה מתאימה לכל המודולים. כמו כן נמחק את הdisplay queue כדי לגרום ליציאה מלולאת הdisplay.

- Init all – מצב זה לא נשלח לעולם ב command UI queue ולכן לא צריך לעשות דבר.
- Update patient info- כאשר אנו קוראים דטא מקובץ, נעדכן את מסך ההגדרות בהתאם לנתונים שבקובץ.
- Update analyzed- פקודה זו נשלחת לאחר סיום אנליזה. במצב זה נעדכן את מסך ההפעלה כך שייציג את הנתונים שהושגו באנליזה.

לולאת display אחראית על קריאת והצגת הדטא הלא מעובד באופן שוטף. בנוסף הדטא מועבר ל FGV DAB לצורך עיבוד בהמשך.

כמו כן במודל MAIN מופעלים כל תתי המודולים של התוכנית (DAQ, Analysis, Log, Report).

## DAQ

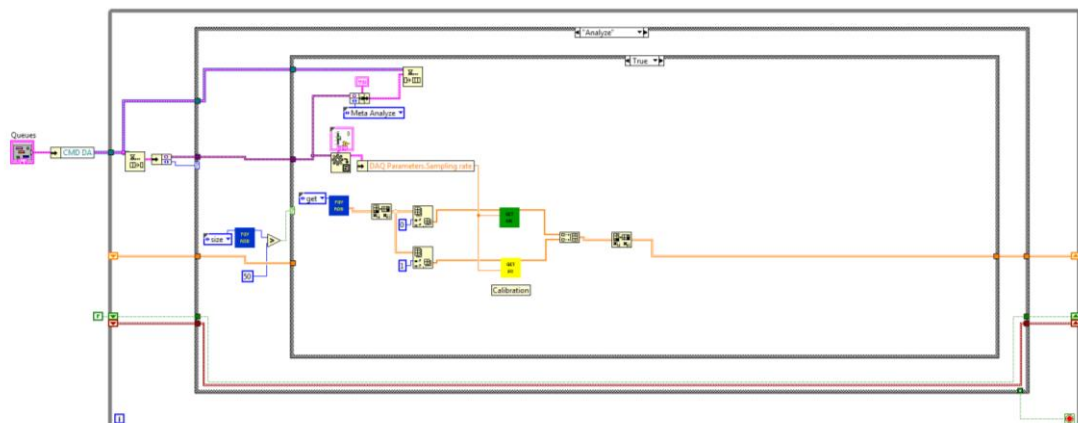


במודל זה אנו דוגמים את הדטא מהכרטיס או מהקובץ, ומעבירים אותו ל queues של התצוגה ושל השמירה.

למודול כמה מצבים:

- התחלת קריאה + קריאה + הפסקה מכרטיס
- התחלת קריאה + קריאה + הפסקה מקובץ
- יציאה.

## Data Analysis



במודל זה מבצעים אנליזה לדטא הלא מעובד שמתקבל מהכרטיס (או מהקובץ).

## מצבים:

- המתנה
- אנליזה
- מטא-אנליזה
- עצירה
- יציאה

המודל מקבל פקודה לבצע אנליזה ברגע שמתחילים דגימה. אנליזה תתבצע רק הצטברה ב FGV RDB מספיק דטא כדי לבצע עליו אנליזה. אם אין מספיק דטא נחזור למצב המתנה.

במצב המתנה אנו ממתינים מספר שניות כדי שיצטבר לנו מספר פיקים של דופק, ומהם נוכל לנתח את הדופק. זמן ההמתנה נלקח מהבורר "analyze every (s)" בממשך ההגדרות של המשתמש.

אם יש מספיק דטא נבצע אנליזה. האנליזה מתבצעת על כל ערוץ בנפרד:



• GET HR

מבצע LPF להפחת רעשים, ולאחר מכן מוצא פיקים באות ומחשב את הזמן שעובר בין פיק לפיק ומתרגם אותו לקצב הדופק.



• GET SC

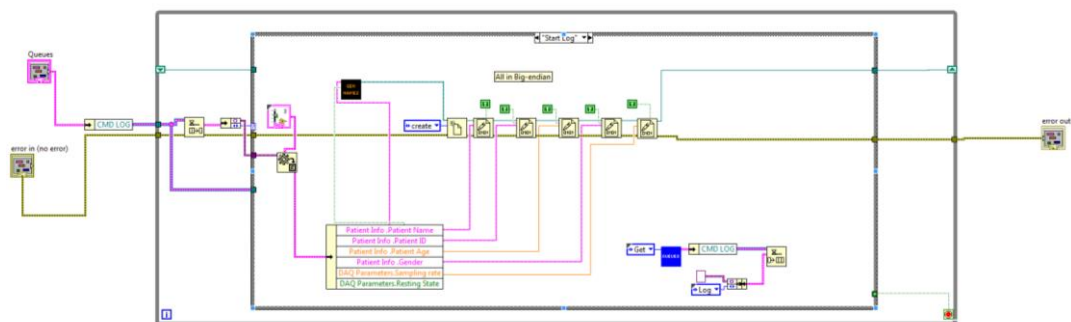
מבצע LPF להפחתת רעשים באות המתקבל. (במודל זה צריך להוסיף כיוול שמבצע תרגום מהמתח שמספק החיישן לערכי מוליכות אמיתיים, אך מידע הכיוול אינו קיים ברשותנו). כמו כן מתבצע ממוצע על הערכים.

מצב מטא אנליזה מתבצע לאחר האנליזה. במצב זה נחליט האם הנבדק נמצא באקסיטציה, לפי הממוצע של ערכי ה HR וה SC האחרונים שנמדדו, ביחס ל baseline. אירוע שבו גם ה HR וגם ה SC נמצאים מעל לסף שנקבע יוגדר כאירוע אקסיטציה. נשמר שעון שמודד את משך האקסיטציה, ומועבר למודל הדוח בעזרת report FGV. (במצב resting אין משמעות לאקסיטציה ולכן הערך לא ידווח).

במימוש הנוכחי מטא-אנליזה מתבצע בכל פעם שמתבצעת אנליזה, אולם במימוש סופי ניתן לשנות הגדרה זו ולבצע ממוצע על זמן ארוך יותר, כגון מספר דקות עד שעה.

לאחר מטא-אנליזה חוזרים למצב המתנה.

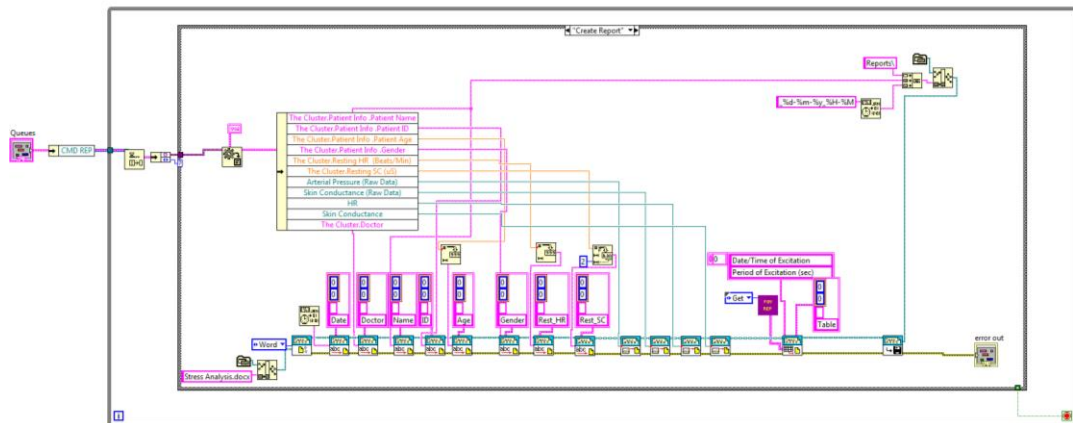
מצב עצירה מתרחש כאשר ה DAQ מופסק. במצב זה מנקים את הזיכרון וממתינים לפקודה חדשה.



במודול זה מתבצעת שמירה לקובץ של פרטי הנבדק והדטא הנדגם .  
מצבים:

- התחלה- יצירת קובץ ושמירת פרטי הנבדק.
- LOG- שמירת הדטא הנדגם באופן המשכי.
- עצירה- סגירת הקובץ.
- יציאה.





במודול זה נוצר דוח על תוצאות הבדיקה עד כה. הדוח יכלול:

- תאריך ושעה
- פרטי הנבדק והרופא
- טבלה ובה מידע לגבי אירועים של אקסיטציה (זמן התחלה + משך האקסיטציה) שנלקחים מה FGV Report
- דוגמיות של הגרפים שנמצאים כעת בfront panel.

שם הקובץ נקבע באופן אוטומטי לפי פרמטרי הבדיקה ונשמר לתיקיה reports.

למודול שני מצבים:

- יצירת דוח
- יציאה

## הניסוי

מטרת הניסוי:

לבחון את התוכנית שיצרנו בעזרת חיישנים אמיתיים.

נשווה את הערכים שנמדדו לערכים מהספרות.

מהלך הניסוי:

קודם כל בדקנו את הפעילות של התוכנה עצמה. חיברנו את החיישנים לנבדק מתנדב והפעלנו את המערכת. כדי לבדוק את המערכת במצב אקטיבי, הגדרנו ערכי סף ידניים די נמוכים ( $60 \text{ HR}$  ו  $60 \text{ SC}$ ) והרצנו את התוכנה.

לאחר בדיקה שהנורות מדליקות והדטא נשמרת כרצוי, הרצנו את התוכנה במצב מנוחה כדי לקבל את הערכים במצב מנוחה המתאימים לנבדק.

לאחר מזה הרצנו את התוכנה במצב Active. והראנו לנבדק סרטונים הכוללים חלקים עם מוזיקה חזקה וסצנות אלימות.

תוצאות:

### מצב מנוחה-

מדדנו את הערכים של קצב הלב במוליכות העור כאשר הנבדק יושב מול המחשב.



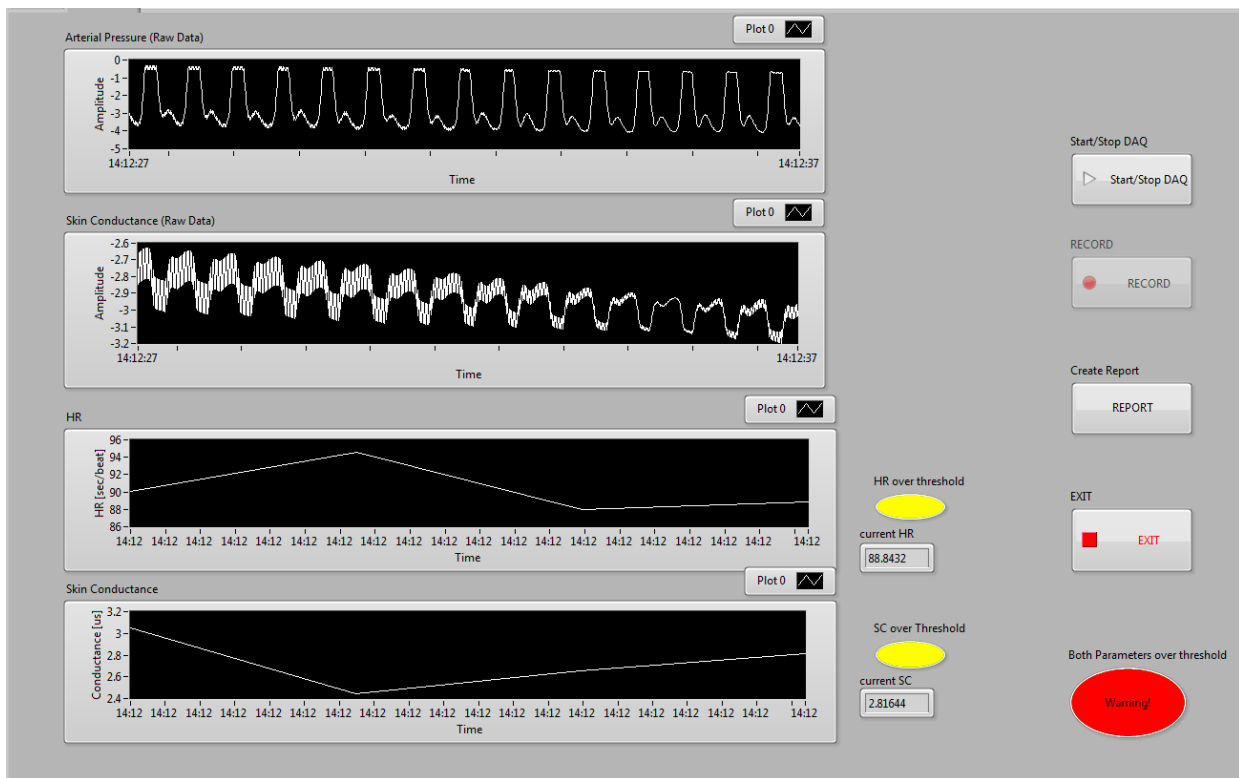
Raw data

קיבלנו פיקים ברורים שמראים את הדופק של הנבדק. בדטא הלא מעובד רואים גם תנודות קטנות של ערכי מוליכות העור, שמתאימות למתואר בספרות.

Analyzed data

במצב מנוחה הצלחנו למדוד דופק של כ 90 פעימות לדקה, שזהו דופק מנוחה סביר. (בהחשב בכך שהנבדק לא היה במנוחה מוחלטת למשך זמן אלא רק ישב באופן ארעי ליד המחשב). את ערכי המוליכות לא הצלחנו לכייל, ולכן לא ניתן לצבע השוואה לספרות.

**מצב אקטיבי-**



במצב אקטיבי ראינו שאם הדופק והמוליכות עוברות את הסף שהוגדר אזי הנורות נדלקות, ומתקבל ציון של הזמנים בדוח.

קובץ דגימה אופייני ודוח שהפיקה המערכת נמצאים בתיקיות reports I recordings בהתאמה.

## מסקנות

המערכת מסוגלת לבצע את הנדרש ממנה במסגרת תנאי המחקר.

הראינו שקצב הלב ומוליכות העור משתנים במהירות כתלות לאקסיטציה של הנבדק.

מצאנו חסרון למערכת שלנו הקשורה לאדפטציה לגירויים חיצוניים. כאשר התחלנו לארות סרטון כמתואר למעלה ראינו עלייה חדה בשני הפרמטרים וירידה הדרגתית לאחר מכן, אפילו בזמן שהגירוי המשיך. זה מותאם לתופעות האדפטציה הידועות לנו מלימודי ביופיסיקה.

## הצעות לשיפור

צריך להוסיף עוד מדדים כגון מדידת טמפרטורת החדר וטמפרטורת העור, כדי לשלול אקסיטציה שנובעת מפעילות גופנית או שינויים במזג האוויר.

בנוסף רצוי לצייל את החיישן של מוליכות העור כדי שנוכל להשתמש בתוכנה עם חיישנים שונים ונוכל לקבוע את הערך במנוחה בלי תלות בחיישן.

בנוסף ניתן להשתמש בחיישנים איכותיים יותר כדי להוריד רעשים.

אלמנטים נוספים שצריך להוסיף למערכת כרוכים במעבר מתוכנת מחשב נייח לאביזר לביש. לדוגמא נראה שהתוכנה תוכל לזהות בעצמה מהו מצב מנוחה ומהו מצב אקטיבי (אפשר לדוגמא להגדיר את השבוע הראשון כמצב בסיס ולאחר מכן מצב אקטיבי).

- <http://www.seeedstudio.com/depot/Grove-GSR-p-1614.html>
- <http://pulsesensor.com>
- A Stress Sensor Based on Galvanic Skin Response (GSR Controlled by ZigBee, María Viqueira Villarejo, Begoña García Zapirain and Amaia Méndez Zorrilla
- Skin conductance responses as predictor of emotional responses to stressful life events, Mats Najstrom, Billy Jansson