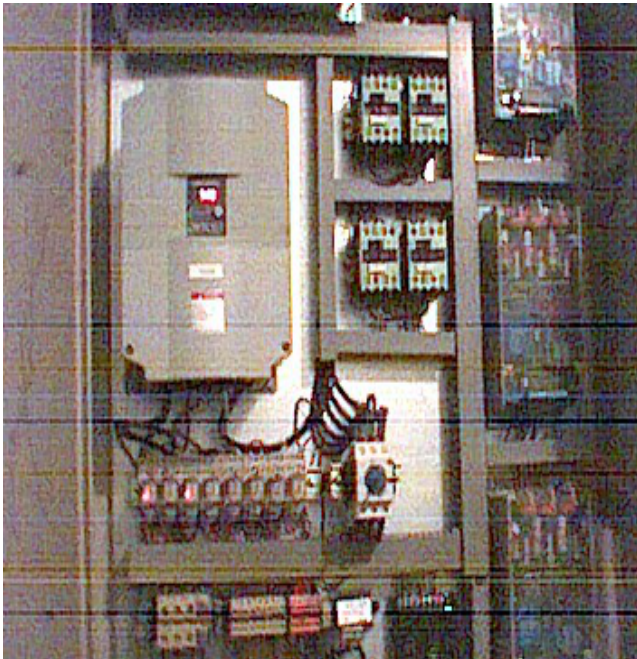
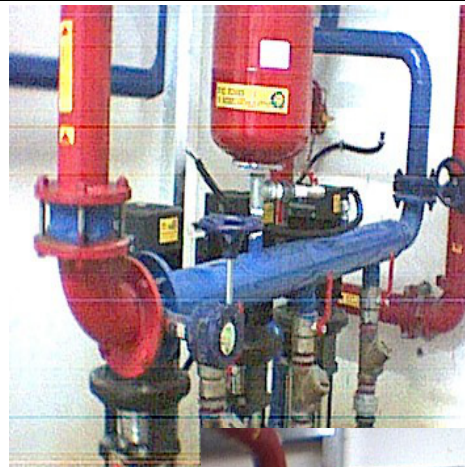


תכנון, פיתוח, ייצור ושירות מערכות בקרה אלקטרוניות ל :

**בקרת לחץ נוזלים - ע"י שליטה על מהירות משאבה.**  
חיסכון מינימאלי של 25% בצריכת החשמל.  
**בקרת מפלס - שימוש בגשש אולטרא סוני, גשש טבול,**  
גשש לחץ, אלקטרודות, פותר את בעיית כשלון המצופים המכניים.  
**מדידה של ספיקה, לחץ וכמות.**  
ביצוע מדידות מדויקות על פי צרכי הלקוח.



מ  
3



## כללי

בחברת "הנדסת ספיקה בע"מ" עוסקים מזה שנים רבות בפיתוח וייצור מתקני בקרה ממוחשבים בתחומי לחץ, בקרת מפלס וזרימת נוזלים. הידע והניסיון הרב שנצבר ב"הנדסת ספיקה בע"מ" הביאו לפיתוח וייצור מערכות מתוחכמות המספקות פתרון מושלם לאספקת מים לצרכנים, בלחץ קבוע, תוך שימוש בוסתי מהירות מנוע. הפיתוח והייצור המקומי בוצע ע"י מהנדסי בקרה ואלקטרוניקה, בשיתוף מהנדסי אינסטלציה, טכנאי שירות והתקנת משאבות, בעלי ידע וניסיון רב. המערכת האלקטרונית של "הנדסת ספיקה בע"מ" בעלת טכנולוגיה חדשנית, המשלבת וסת מהירות מנוע, מכשור בקרה ומחשוב וקשר לעולם האינטרנט.

השירות ללקוחותינו כולל תיקון, שדרוג והחלפת מערכות שסופקו על ידנו, וטיפול במערכות של יצרנים אחרים מהתחום.

## מחשוב מערכות אספקת מים

כתוצאה מחדירת המחשוב לאורחות חיינו, הסתמנה אפשרות שילוב מערכות בקרה ממוחשבות במערכות אספקת מים למטרות שונות: רשת עירונית, צריכה ביתית, כיבוי אש, תעשייה וחקלאות.

שילוב המחשב במערכת הבקרה, ובנוסף וויסות אלקטרוני לבקרת מהירות משאבות, מאפשר פתרון מושלם ונותן יתרונות רבים:

- לחץ מים יציב ביותר.
- מניעת צורך באביזרי בקרה מכניים יקרים.
- חיסכון באנרגיה.
- חיסכון בנפח פיזי.
- הקטנת בלאי מערכת אספקת המים.
- יכולת תגובה מהירה לשינויים בספיקה.

## עקרון פעולת המערכת

### מושגי יסוד

- ♦ **זרימה** – שטף נוזלים, תנועת נוזלים בלתי פוסקת.
- ♦ **ספיקה** – כשר הספקה, כמות נוזלים מסופקת ביחידת זמן.
- ♦ **לחץ** – דחיקה, הלחץ שמפעיל המים על דפנות הצנרת.
- ♦ **מומנט** – כמות התנועה של גוף נע, מסת הגוף כפול מהירותו הריבועית.
- ♦ **מתח חילופין** – מתח משתנה בתחום מוגדר.
- ♦ **תדירות** – מספר שינויי המתח בשניה אחת.
- ♦ **הספק** – עבודה הנעשית בפרק זמן.
- ♦ **סניקה** – דחיפה ודחיקת מים במוצא המשאבה.
- ♦ **יניקה** – כניסת המים למשאבה.

## עקרונות בקרת זרימה

תכונות המערכת המספקת מים נובעות ממבנה המשאבה ומיקומה, מבנה הצנרת ואופיו של הצרכן. במשך שנים היו מקובלות שיטות בקרה שונות לויסות הלחץ בקו ההזנה במידה והזרימה משתנה. שיטות אלה בעלות נצילות נמוכה מאד, וכן בעלי מרכיבים מכניים יקרים, התקנה מסובכת ותחזוקה מתמדת. וכן, אספקת המים מלווה בשינויי לחץ גדולים, הלם מים ורעשים מהמשאבה והצנרת. משאבה צנטריפוגלית צורכת הספק יחסי למהירות בחזקה שלישית. לפי חישוב זה הפחתת מהירות המשאבה ל- 80% תגרום להורדת 50% בהספק המשאבה, וכן הורדת רעש המשאבה באופן משמעותי, תכונה חשובה באזור מגורים, בתי מלון ומשרדים.

## תופעת הלם המים

תופעת הלם המים קימת כאשר מסיבה כלשהיא, זרימת הנוזל נעצרת בפתאומיות למשל: ברז נסגר או נפתח בפתאומיות, שסתום אל חוזר נסגר, משאבה נעצרת. עמוד המים שהוא נוזל בלתי דחיס וזורם בתוך צינור הינו בעל אנרגיה קינטית, נבלם בפתאומיות ונוצר גל הלם וגל תת לחץ. האנרגיה של עמוד מים זה גורמת לו להמשיך לנוע עד שהאנרגיה שלו נבלמת. ניתוח תופעה זו מסובך ביותר ומושפע

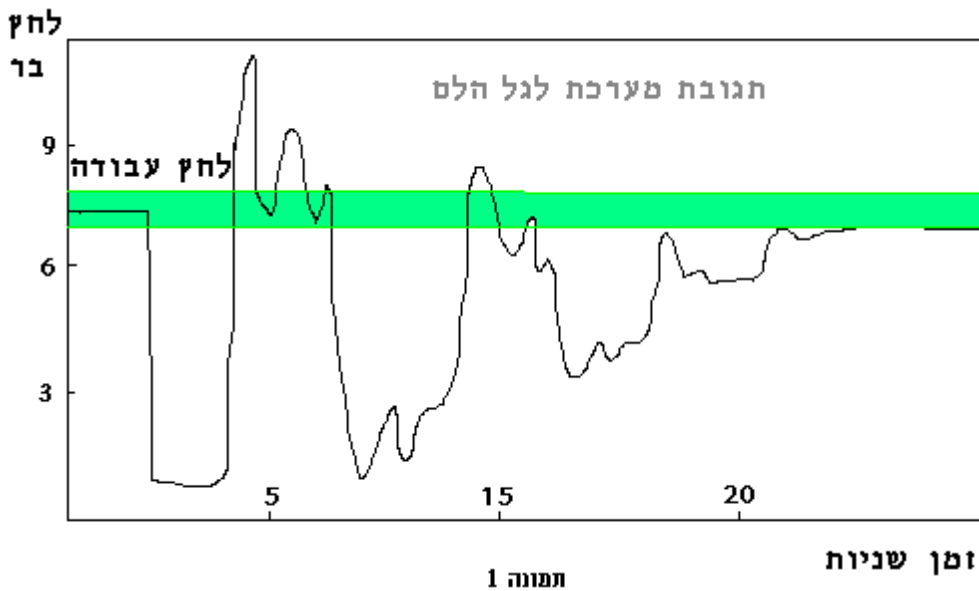


בין השאר מהחיכוך בצנרת, כוח הכבידה של עמוד המים, גמישות קו המים, דחיסות הנוזל הזורם בקו, הימצאות גזים בנוזל ועוד.

אנו מניחים שתגובת האנרגיה המופעלת במערכת, פועלת כמו קפיץ. קבועי המערכת משתנים בכל מערכת לפי גודל המערכת, החומר הזורם, סוג ומבנה הצנרת, מיקום שסתום אל חוזר.

תופעה זו גורמת לבלאי ניכר במערכת הצנרת והמבנה, פיצוצים בצנרת, ורעש מטריד.

גרף זה מציג פתיחת ברז פתאומית, ושינוי לחץ ממצב כמעט אפסי ללחץ עבודה.



### תופעת הרעש

עצמת הרעש שהמשאבה מפיקה, מתייחסת למהירות הלהבים בחזקת 5.

מכאן, שהקטנת המהירות ב-15% תקטין את הרעש ביותר מ-50%.

ניתן לשלוט על מהירות המשאבה בעזרת בקר מהירות.

רעש נוסף ואפילו מטריד יותר הוא רעש כתוצאה מהלם המים המוזכר בפסקה הקודמת.

### בקרה בחוג פתוח ובחוג סגור

במערכת הפועלת בחוג פתוח, המשאבה פועלת תמיד במהירות קבועה מקסימאלית. אין שום התייחסות לחץ הדרוש או לחץ הנוכחי. האפשרות היחידה לשנות את הלחץ היא "להפריע" לפעולה תקינה של המשאבה ע"י הגדלת ההתנגדות בקו או, העברת חלק מהנוזל אל הכניסה בחזרה או אל מקום אחר.

המערכת חייבת להיות מתוכננת למקסימום ספיקה, אך בזמן שהספיקה איננה במקסימום, ההספק המועבר אל המשאבה מתבזבז על חימום המים, מה שמסוכן למשאבה.

למצבים אלה מוסיפים אז מפסק לחץ שישמור מפני לחץ גבוה מדי וינתק את המשאבה. פריט נוסף שמשתמשים בו הוא מיכל התפשטות ע"מ לשכך שינויי לחץ ולשמש מיכל אגירה מקומי זמני, וזאת כדי שהמשאבה לא תפעל כל כמה שניות.

מערכת הפועלת בחוג סגור היא בעלת משוב לחץ, מתמר לחץ הופך את הלחץ לאות חשמלי, כאשר האות החשמלי נמוך מפעילים את המשאבה במהירות נומינלית, וכאשר הלחץ בתחום הנבחר מורידים את מהירות המשאבה, כמובן שהתהליך חייב להתבצע בדיוק וקצב גבוה, ע"י בקר אלקטרוני מתוחכם, אחרת, מהירות המשאבה תעלה ותרד בצורה קיצונית.

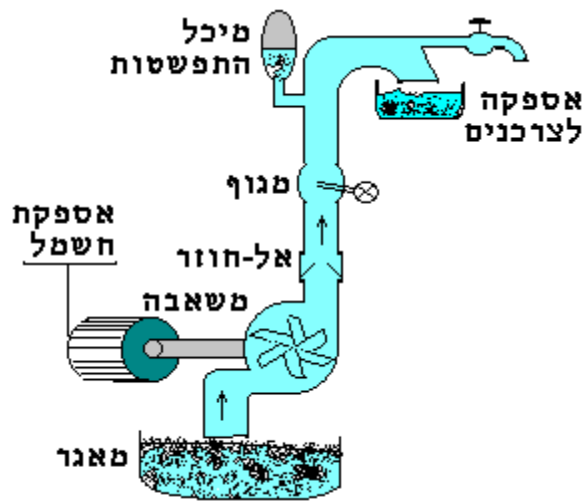
## שיטות בקרה לשמירת לחץ מים בעזרת משאבות

1. הפעלת המשאבה בלחץ נמוך והפסקת המשאבה בלחץ גבוה.

השיטה נקראת גם START/STOP

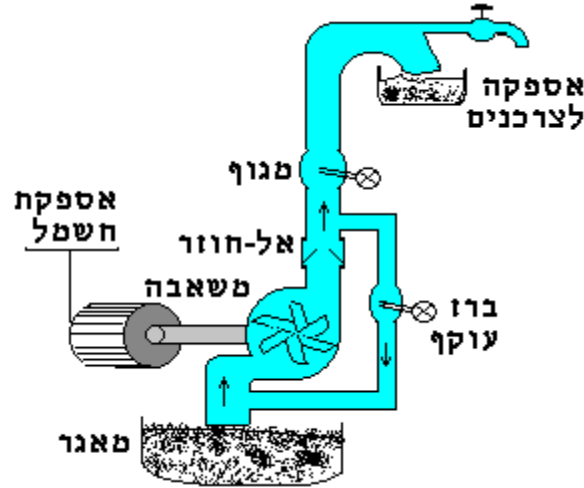
שיטה זו היא שיטת הבקרה הגרועה ביותר. אורך החיים של המשאבות והצנרת הוא הקצר ביותר. חיבור המשאבה וניתוקה המידי גורם הלם מים חזק ביותר, רעש ולחץ מים לא קבוע, מה שגורם אי נוחות רבה למשתמש. אורך החיים של מערכת כזו הינו קצר ביותר.

ע"מ לשכך מעט את שינויי הלחץ משתמשים במיכל התפשטות, אך גם הוא דורש תחזוקה שוטפת ומתקלקל בתדירות גבוהה.



2. החזרת חלק מהזרימה מהסניקה אל היניקה. *BYPASS*

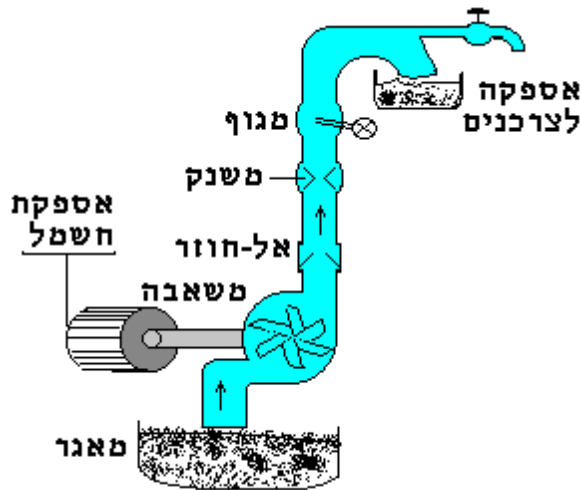
יצירת מעקף גורמת לשינוי הלחץ במוצא ע"י בקרה על הברז העוקף, המשאבה פועלת במלוא המהירות ללא קשר לצריכה, נצילות המערכת נמוכה מאד.



תמונה 3

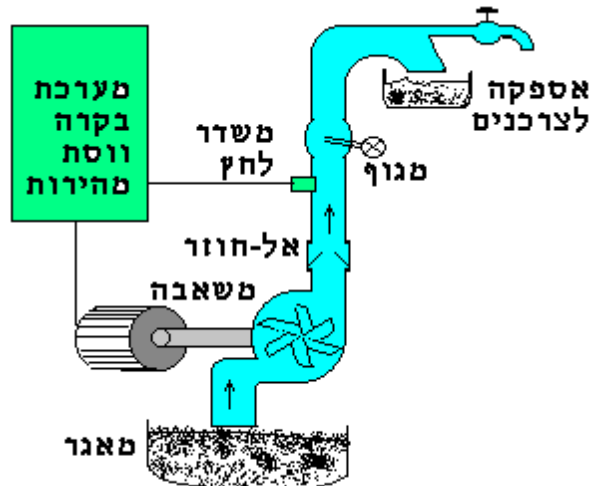
3. הצרה או הרחבת פתח הזרימה THROTTLE REGULATION

כאן רואים פעולת משנק מבוקר ע"י הלחץ, הבקרה גורמת למפל לחץ על המשנק, זה גורם להפסדי הספק גדולים, לכן נצילות המערכת נמוכה. כלומר עלויות תפעול גבוהות.



תמונה 4

## 4. ויסות מהירות המשאבה ע"י וסת מהירות אלקטרוני.



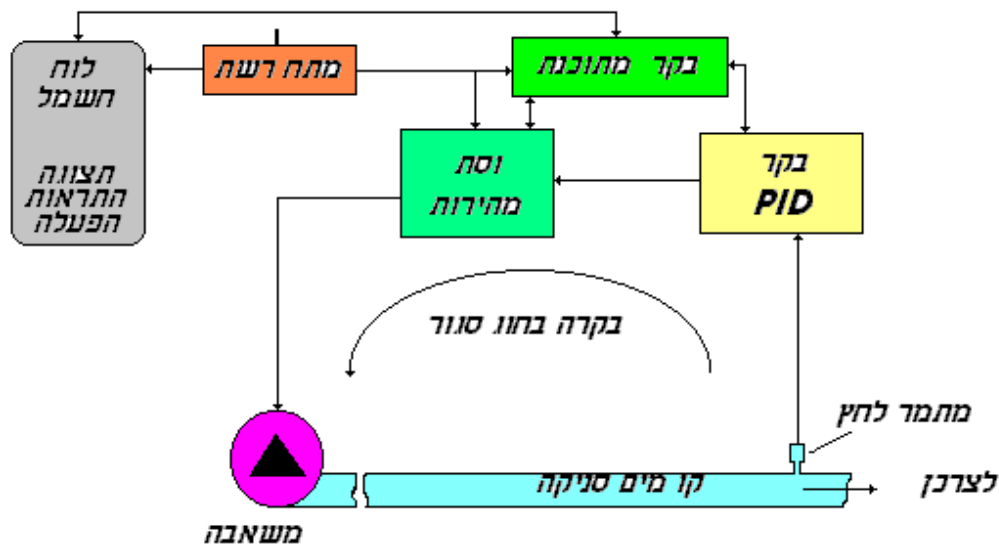
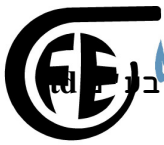
תמונה 5

הלחץ בקו הסניקה של המשאבה נמדד ע"י מתמר לחץ אלקטרוני. השינויים בלחץ מתורגמים ע"י מנגנון הבקרה, לאותות בקרה שמפעילים וסת מהירות, אשר משנה את מהירות סיבוב המשאבות לקבלת הלחץ הנדרש.

## 6 ראה סכימה מלבנית תמונה 6

אם הלחץ נמוך מדי, המשאבה מסתובבת מהר יותר, במידה והלחץ הושג, מהירות המשאבה יורדת עד לעצירה מוחלטת. הדגש על עצירה מוחלטת הוא לא מקרי, המשאבה, כאשר פועלת ב 50% ממהירותה הנומינאלית אינה תורמת ליצירת לחץ נוסף ולכן כאשר התרומה זניחה עדיף לעצור את המשאבה ולהמתין לירידת לחץ נוספת. משנה המהירות מבצע עצירות והתנועות של המנוע בצורה הדרגתית ורכה כך שאין צורך באספקת חשמל מיותרת וכן בחלקי חשמל יקרים להתנעה. התנעה ועצירה רכים מונעים רעש ומכות של שסתום אל-חוזר אשר נמצא בסניקת המשאבה.

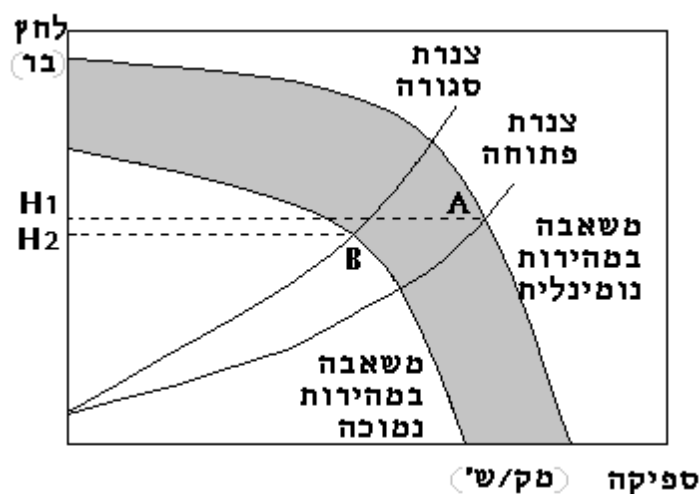




תמונה 6

סכימה מלבנית פעולת מערכת בקרת לחץ מים.

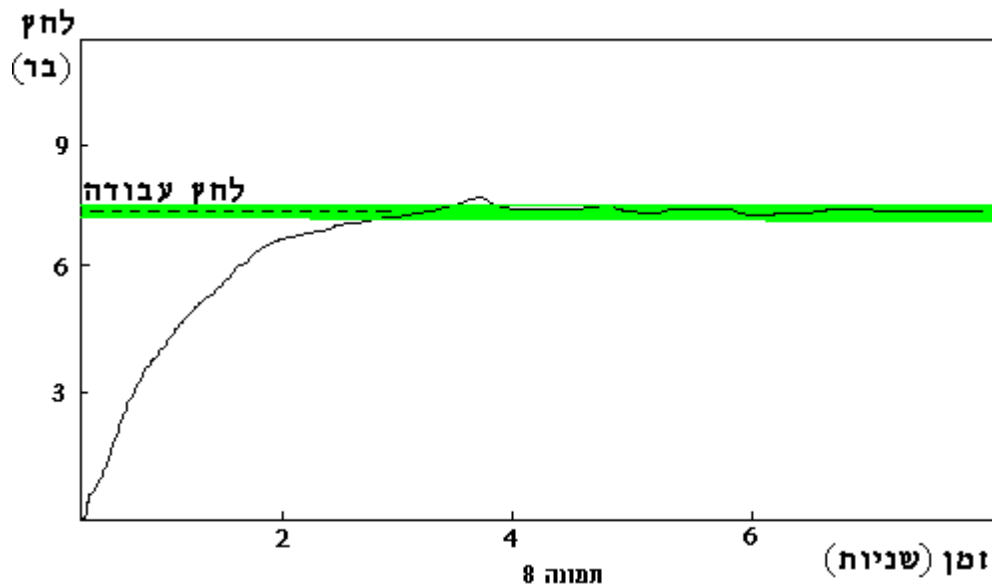
בגרף שבתמונה 7 ניתן לראות את תלות לחץ המוצא בספיקת המשאבה, כאשר הצרכן במצב צנרת פתוחה, דהיינו צורך יותר מים, המשאבה פועלת המהירות גבוהה יותר (נקודת עבודה A), וכאשר הצרכן סוגר את הברז, מהירות המשאבה יורדת, הספיקה יורדת (נקודת העבודה B), לחץ המים נשאר קבוע, ההבדל בין H1 ל H2 תלוי בקבועי מערכת הבקרה.



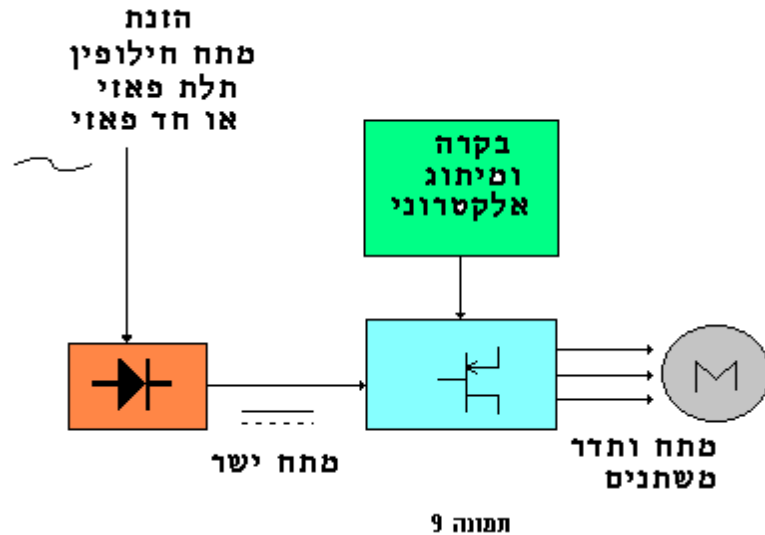
תמונה 7



תופעת הלם מים ורעש בעבודה עם וסת מהירות לא קיימת, בגרף שלפנינו רואים התנעת משאבה והגעה ללחץ עבודה באופן אופטימלי. שינויי הלחץ לא קיימים. זמן הגעה ללחץ עבודה תלוי בקבועי מערכת הבקרה וניתן לשליטה.



## וסת המהירות האלקטרוני



אופן פעולה

וסת המהירות האלקטרוני החל תופס את מקומו כבר בשנות השבעים ואולם, רכיבי האלקטרוניקה המהירים והיצור הפשוט יותר, וכן השימוש הנרחב ברובוטים בתעשייה הביאו ליצור ושימוש נרחב ביותר בוסתי מהירות.

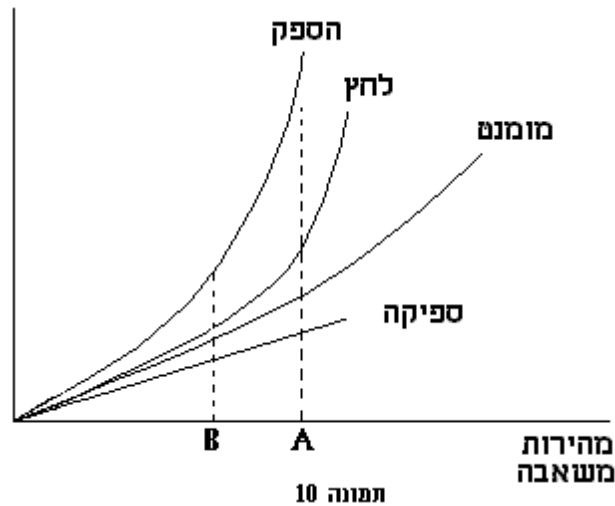
החסכון המשמעותי באנרגיה תרם גם הוא לעבור לשיטה של אספקה מדויקת ולא מבזבזת.

וסת המהירות האלקטרוני הוא התקן הממיר תחילה את מתח הרשת (שהוא מתח חילופין בעל מתח ותדר קבועים) למתח ישר, ואת המתח הישר הוא שוב הופך למתח חילופין, אך בעל מתח ותדר משתנים, מתח זה מסופק למנוע תוך בקרה על הזרם, ניתוק במקרה של תקלות עומס יתר, זרם יתר, קצר ועוד. לוסת המהירות יש אפשרות תצוגה עצמאית של מהירות המנוע, תקלות, הנחיות למפעיל ועוד.

האנרגיה הנחסכת בעבודה עם משנה מהירות תלויה באופי צרכן, בגודל המשאבה, מספר שעות הפעולה ביום. החזר ההשקעה הוא בין שנה לשנתיים מבחינת חסכון בחשמל, תיקונים, בלאי כמובן נוחות המשתמשים.

בכדי להעלות את לחץ המוצא, יש להגדיל את מהירות המנוע המסובב את המשאבה ובכך לשלוט בלחץ ובספיקה. הורדת המהירות מורידה משמעותית את מומנט המנוע ואת ההספק הנצרך מהרשת (ראה גרף).

בעבודה במהירות מנוע גבוהה (נקודה A) ההספק הנצרך גבוה מאוד, אולם במהירות נמוכה (נקודה B) ההספק יורד בצורה משמעותית.



### תכונות ויתרונות המערכת

1. בקרה רציפה ומדויקת מאד ללא קפיצות ושינויים בלחץ. מאפשר אספקת מים קבועה ויציבה.
2. תחכום המערכת מאפשר שימוש במרכיבים הידראוליים בסיסיים ופשוטים ולא יקרים.
3. הפעלה של כל משאבה ע"י בקר מהירות בנפרד, מבטיח עליה וירידה רציפה של הלחץ ומונע שינויים פתאומיים כמו הלם מים.
4. שימוש במרכיבים מפסגת הטכנולוגיה מאפשר אחריות לזמן ממושך.
5. מרכיבי המערכת תקינים, ולכן האחזקה אפשרית ע"י כל טכנאי, ללא קושי בהשגת חלקי חילוף.
6. מקדמי הביטחון גדולים, כך שהמערכת פועלת בעומס נמוך להגדלת אמינות.
7. קיימת הגנה על המשאבות כנגד תקלות חשמל ורכיבי צנרת.
8. לאחר הפסקת חשמל המערכת חוזרת לפעולה בצורה אוטומטית.
9. במקרה תקלה באחד ממרכיבי המערכת, המערכת תשנה את מצב עבודה לאופן "חירום" תוך המשך אספקת לחץ מים ומתן התראת תקלה.
10. המשאבות פועלות בסבב תורנות להשוואת בלאי.

11. התראת תקלה מוצגת על הלוח הסינופטי ומגע יבש לנקודה מרוחקת.

### מבנה המערכת

1. לוח הבקרה אטום ממתכת, בעל עמידות להתזת מים וכולל תרשים סינופטי מלא, להבנת פעולת המערכת ולנוחות המשתמש / מתחזק.
2. צג לחץ דיגיטלי בעל תצוגה גדולה וברורה מוצב בפנל הלוח.
3. מפסקים להפעלה ידני / אוטומטי / כיבוי לכל משאבה.

### אחזקה ושירות

1. אמינות המערכת מאפשרת מתן אחריות לטווח ארוך.
2. לחברת "הנדסת ספיקה בע"מ" טכנאי שטח, אשר מספקים תמיכה זמינה ומהירה למגוון תקלות אינסטלציה, חשמל ואלקטרוניקה.
3. חברת "הנדסת ספיקה בע"מ" פועלת בשיתוף עם ספקי ומתקיני משאבות לטובת הלקוח

### סוגי המערכות

מאחר ודרישות הצרכנים שונות בכמות אספקת המים, חברת " הנדסת ספיקה בע"מ" מייצרת בהתאם לדרישות הצרכנים הרכבים שונים של מערכות לשמירת לחץ.

להלן הרכב המערכות השונות, כל מערכת ניתן לספק עבור מספר משאבות בגדלים שונים.

FE-R

מערכת המתוכננת למשאבה אחת מופעלת ע"י וסת מהירות עם תדר משתנה. המשאבה תפעל במהירויות שונות כך שהלחץ ישמר בקפדנות. במערכת זו טווח שינויי הספיקות הנדרשים ע"י הצרכן קטן יחסית ומשאבה אחת תהייה מסוגלת לספק את טווח הספיקות שהצרכן דורש.

### אופן פעולה

מערכת הבקרה היא לב המערכת ומורכבת מבקר PID הפועל בחוג בקרה סגור. הכניסה לבקר מגיעה ממתמר לחץ הנמצא במוצא המשאבה ומודד את לחץ הסניקה. יציאת הבקר קובעת את התדר במוצא וסת המהירות.

### **FE-RR**

מערכת המתוכננת להפעיל מספר משאבות שכל אחת מהן מופעלת ע"י וסת מהירות. המערכת מיועדת לספק דרישות ספיקה בטווח רחב יותר, מאשר יכולת אספקה של משאבה אחת. עבור יישום הדורש אמינות גבוהה באספקת לחץ מים, שבמקרה של כשל באחת המשאבות או בוסת המהירות תהיה משאבה אחרת שתמלא את מקומה. מספר המשאבות נקבע ע"מ לכסות את טווח הספיקה הנדרש.

### אופן פעולה

מערכת הבקרה היא לב המערכת ומורכבת מבקר PID הפועל בחוג בקרה סגור. הכניסה לבקר מגיעה ממתמר לחץ, הנמצא במוצא המשאבה ומודד את לחץ הסניקה. יציאת הבקר קובעת את התדר במוצא וסת המהירות.

מערכת הבקרה מפעילה וסתי מהירות המחוברים אל מנועי המשאבות, במידה וסת המהירות מפעיל את משאבה מס' 1 במהירות מקסימאלית והלחץ עדיין נמוך, תוכנס לפעולה משאבה מס' 2. במידה ווסת המהירות של משאבה מס' 2 נמצא במינימום מהירות והלחץ מספיק גבוה, מערכת הבקרה תוריד את מהירות משאבה מס' 1. באותה שיטה מופעלות המשאבות הנוספות.

יתרונה של מערכת זו הוא שכל משאבה מופעלת ע"י וסת מהירות, זה מבטיח התנעה וכיבוי הדרגתי של כל משאבה ומונע קפיצות עומס ברשת החשמל.

### אופציית סבב

מערכת הבקרה יכולה לקיים סבב תורנות בין המשאבות להשוואת עומס העבודה ביניהן.

### **FE-RC**

מערכת המתוכננת להפעיל מספר משאבות. משאבה אחת מופעלת ע"י וסת מהירות והשאר ע"י מגענים.

המערכת מיועדת לספק דרישות ספיקה בטווח רחב יותר, מאשר יכולת אספקה של משאבה אחת.

עבור יישום הדורש אמינות גבוהה באספקת לחץ מים, שבמקרה של כשל באחת המשאבות, תהיה משאבה אחרת שתמלא את מקומה.

מספר המשאבות נקבע ע"מ לכסות את טווח הספיקה הנדרש.

### אופן פעולה

מערכת הבקרה היא לב המערכת ומורכבת מבקר PID הפועל בחוג בקרה סגור. הכניסה לבקר מגיעה ממתמר לחץ הנמצא במוצא המשאבה ומודד את לחץ הסניקה. יציאת הבקר קובעת את התדר במוצא וסת המהירות.

מערכת הבקרה מפעילה וסת מהירות המחובר אל אחת המשאבות, במידה ווסת המהירות מפעיל את המשאבה במהירות מקסימאלית והלחץ עדיין נמוך, תוכנס לפעולה משאבה נוספת ע"י חיבור מגען, המשאבה הראשונה תישאר מבוקרת ע"י וסת המהירות. במידה וסת המהירות מפעיל את המשאבה במינימום מהירות והלחץ עדיין גבוה, תנותק המשאבה הנוספת מהמגען, המשאבה הראשונה תישאר מבוקרת ע"י וסת המהירות.

### אופציית סבב

מערכת הבקרה יכולה לקיים סבב תורנות בין המשאבות להשוואת עומס העבודה ביניהן.

### שינויים לפי דרישה

כל שינוי או תוספת במערכת הבקרה ניתנים למימוש בחברת "הנדסת ספיקה בע"מ"  
ע"י מתכנני המערכת.