

מדידות מפלס אולטרה סוניות (גיא נחום – מגטרון בע"מ)

טכנולוגית השידור האולטרסוני התגלתה ב 1880 ע"י המדען פייר קורי. פייר קורי מצא שגבישים קריסטלים כמו קוורץ מייצרים מטען חשמלי כאשר מופעל עליהם כוח מכני. וכך גם להפך- ע"י שימוש במתנד (Oscillator) ואספקת מתח לגביש – הוא מייצר תנודות מכניות וגורם לשליחת גלים על קוליים בטווח (אוויר \ גזים \ נוזלים).

אחד השימושים הראשונים עבור השידור האולטרסוני היה במלחמת העולם ה 2 – ע"י חיל הים האמריקאי בגילוי צוללות אויב ע"י המערכת הידועה בשם SONAR (Sound Navigation Ranging)

שיטת מדידת מפלס אולטרסונית הפכה בשנים האחרונות לנפוצה והפופולרית ביותר עקב האמינות והגמישות הרבה שהיא מאפשרת למשתמש.

השימושים העיקריים: מדידות בתעשייה, במערכות רפואיות ועד בדיקות אל הרס וכדומה. יש לשיטה גם מגבלות כגון: יישום בוואקום, טמפרטורות ולחץ גבוהים, קצף ברמה גבוהה מאד וכו'.. עיקרון המדידה מבוסס על שידור גל אולטרסוני ומדידת הזמן עד לחזרתו לגשש.

התקדמות העיבוד האות החוזר:

ההתקדמות של המדידה האולטרסונית התקדמה במקביל עם התקדמות האלקטרוניקה ועם כניסת המיקרו-מעבדים וטכנולוגית עיבוד האותות החשמליים (DSP).

המערכות הראשונות היו מערכות אנאלוגיות-דהיינו היה סף מסוים (Threshold) שנקבע וע"י שימוש בקומפרטורים (מעגלים משוים) נבדקו ההחזרים שהיו מעל לסף זה וההחזר הגדול נקבע כמפלס הנכון.

ברור, שמכשיר כזה היה חסר יכולת להבחין בין ההחזר הנכון להחזרים השגויים שמקורם בהפרעות על דפנות המיכל, להבי מערב, סולמות וכדומה.

במערכות כיום עם המיקרו-מעבדים מתבצעת המרה מהאות האנלוגי למידע דיגיטלי וגרף ההחזר נשמר בזיכרון ועל ידי שימוש באלגוריתמים מתקדמים מתבצע ניתוח הגרף ומציאת ההחזר האמיתי.

סינון דיגיטלי:

כניסת המיקרו-מעבדים הביאה לטכניקות של "סינון דיגיטלי" שתפקידו "לנקות" את ההחזר מרעשים חשמליים הקיימים בסביבה תעשייתית.

רעשים אלה נוצרים כתוצאה מפעולה של מנועים חשמליים, משני מהירות, מתנעים וכדומה.

הפתרון הוא סינון ע"י "Spike Filter" שמבטל את הרעשים ודואג להחזר "נקי מרעשים".

באפליקציות עם הרבה אבק \ רעש אקוסטי מתבצע סינון נוסף לסינון אותם הפרעות .

התקדמות והתפתחות באלגוריתמים למציאת ההחזר הנכון:

השיטה הראשונה בעידן המיקרו-מעבדים היתה שיטת מיפוי המיכל כשהמיכל ריק. (Bin Mapping)

בשיטה זו המכשיר "מצלם" את המיכל הריק עם כל הפרעות האופייניות לו ומשתמש במפת המיכל למציאת ההחזר הנכון אשר יבלוט על הפרופיל שהתקבל.

החסרון העיקרי של שיטה זו שבמשך הזמן, היערמות חומר על דפנות המיכל ולא על סולמות או כל שינוי במיכל כמו הכנסת חומר ממקום אחר וכדומה גרמו ל"תמונת המיכל" להיות שונה מזו השמורה בזיכרון ועקב כך יתקבלו קריאות שגויות.

השיטה השנייה שפותחה ע"י חברה קנדית בודקת למעשה את כל ההחזרים שעצמתם גבוהה מהסף שנקבע ומשתמשת באלגוריתמים הבאים:

1) AREA - בחר את ההחזר בעל הרוחב הגדול ביותר

2) LARGEST - בחר את ההחזר הגדול ביותר

3) FIRST - בחר את ההחזר הראשון

4) BEST - בחר את הטוב ביותר בין ההחזר הגדול לבין ההחזר הראשון

החסרון של השיטה הוא בכך שבמידה והגשש האולטרסוני מותקן קרוב לדופן המיכל או מול סולם וכדומה- ההחזר הראשון (FIRST) שיתקבל יגיע מהדופן \ מהסולם וברוב המקרים יהיה זה גם ההחזר הגדול ביותר (LARGEST) וכך למעשה אנו מקבלים מדידת מפלס לא נכונה.

כמו כן בשיטה זו יש צורך בשינוי האלגוריתם עבור נוזלים ועבור מוצקים.

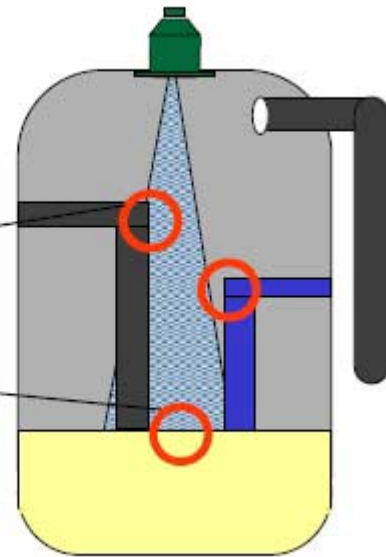
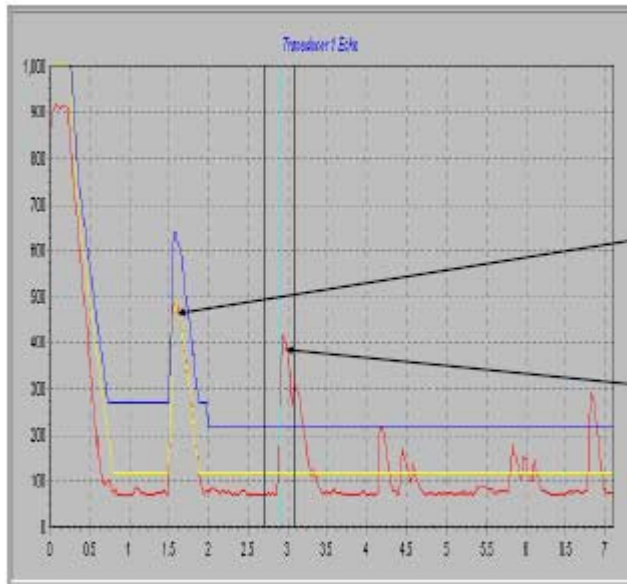
השיטה העדכנית פותחה ע"י חברה מפורסמת מאנגליה עם הרבה מאוד ניסיון בתחום והיא כיום השיטה האמינה ביותר אשר משתמשת בעקרונות הנ"ל אבל עם שיפורים רבים.

המערכות פותחו מחדש (בסוף שנות התשעים) מתוך כוונה לייצר את הציד הטוב ביותר מבלי להיות קשורים לשיטות הקשר בין הגשש והאלקטרוניקה, מאפייני הגשש וכו'.

כך נולדה תוכנת ה, (Digital Adaptive Tracking of Echo Movement) - DATEM

התוכנה מאפשרת ניתוח ואנליזה של פרופילי ההד החוזר בדיוק רב , תוך התגברות על הפרעות ומכשולים. טכנולוגיה זאת מאפשרת למערכת להינעל על ההד האמיתי גם כשיש הפרעות רבות במסלול האקוסטי ומהווה פריצת דרך מדהימה ביישומים מורכבים ובעיתים. בניגוד למערכות אחרות ניתן להתקין את הגשש קרוב לדופן או למקור הפרעה אחר והמערכת תתעלם מההחזרים המתקבלים מהם.

בשיטה זו מתבצע מעקב תמידי (TRACKING) של המפלס לאורך הזמן תוך פתיחת מעין "שער" (GATE) רק על איזור המפלס ותוך התעלמות קבועה מהפרעות למיניהם כמו דפנות המיכל \ משאבות \ סולמות וכדומה.



התקדמות והתפתחות הגששים האולטראסוניים:

מבנה הגשש:

בעבר הגשש כלל בתוכו רק את גביש שידור עם שנאי להתאמת עכבות) אימפדנס). לאחר מכן החלו לכלול רכיבי אלקטרוניקה נוספים בגשש והיום הגשש כולל מעגלים אלקטרוניים שמבצעים את השידור בהתאם לאות שמתקבל מהיחידה האלקטרונית.

יכולת שידור:

כיום פולס השידור של הגששים הוא 3000 וולט לעומת 300 וולט שיא \ שיא בגששים אחרים. שידור חזק עובר דרך הפרעות כמו אבק או אדים ובעל יכולת לקרוא קצף בכמות גבוהה. כמו כן שידור חזק מתגבר בקלות על רעשים חשמליים. כיוול תדר השידור מתבצע במפעל לפני יציקתו, אינדיבידואלית לכל גשש, כך שמתקבלת תוצאה אופטימלית ולא ערכים ממוצעים.

חיבור הגשש:

היות ואות המוצא מהגשש המשופר מגיע לוולטים לעומת מיליוולטים בגששים הישנים החיבור בין הגשש ליחידה האלקטרונית הוא ע"י כבל מכשור מסוכך רגיל בעל 3 גידים ולא כבל קואקס (החשוף לרעשים והפרעות של מתנעים רכים ומשני תדר) המערכת חסינה לרעשים.

שידור לצדדים:

הגששים הישנים למרות שזווית השידור דומה לחדשים יש להם בעיה של אונות צידיות (side lobes) שהגשש משדר. אונות אלה מהוות את הבעיה בהחזרים לא רצויים מדפנות המיכל. כיום בטכנולוגית הייצור של הגששים מגבילים את השידור לצדדים, כך שמקבלים שידור מאוד ממורכז וללא אונות צידיות, מה שנותן אפשרות למקם את הגשש קרוב מאוד לדופן או למקור הפרעה אחר והמערכת עדיין תבחר את ההחזר הנכון. ההשוואה יכולה להיות בדרך מעשית ז"א לקחת שתי מערכות לקרב את הגשש לדופן ולראות איזו מהם קולטת הפרעות ואיזה מתעלמת מהן.

טווחי גששים \חומרי מבנה ואישורים:

כיום קיים לראשונה גשש לטווח של 3 מ' עם "אזור מת" של 12 ס"מ בלבד לעומת 30 ס"מ בגששים אחרים, כמו כן יש גששים עד לטווח מדידה של 40 מ'. חידוש נוסף בתחום הינו גשש בתקן S.I. לגששים יש אישור להתקנה באווירה נפיצה ודרגת אטימות לפי IP 68. את הגששים ניתן לקבל כמובן עם אוגנים וציפויים מטפלון או מבנה PVDF וגם גששים סניטריים לתעשיית המזון והתרופות.



המערכות האלקטרוניות:

מערכות האלקטרוניקה מאפשרות גמישות רבה בהתאם ליישומים החל ממערכת בעלת אות אנלוגי של 4-20mA ו-2 מגעים, תקשורת MODBUS ו PROFIBUS- דרך מערכות עם 3 מגעים או עם 5 מגעים, המסוגלות לבצע יישומים של מדידת זרימה בתעלות פתוחות, מדידת מפלס הפרשי, חישוב נפח שעובר בבור המדידה. מתחי ההזנה: VAC220/110 כולל נתיך וחיבורים לכניסות כבל מקוריים. כל המערכות ניתן להזין במתח של VDC24 מערכות מסוימות מוזנות במתח של VDC28-10 וניתן להתחבר למצברים של V12 או V24.

במערכת כפולה כל ערוץ יכול להיות מתוכנת ליישום רצוי (מפלס או זרימה) והאות האנלוגי יכול עצמאי לכל ערוץ או לתת אפשרות של חישוב סכום זרימות, הפרש, ממוצע של גבהים ועוד.. לכל המערכות יש תקע לחיבור למחשב עבור ניתוח האות בעזרת תוכנה מיוחדת המאפשרת במקרים בעייתיים במיוחד לראות את הבעיה ולפתור אותה בעזרת הפרמטרים המיוחדים. התכנות מתבצע בדרך של דו שיח ידידותי בין המערכת והמשתמש שבו הוא נדרש לתת הגדרות לנתונים הרצויים לו ולא מספרי פרמטרים ללא משמעות.



לסיכום:

בבחירת המכשור לבקרת מפלס רציפה, בשיטה האולטרסונית יש לקחת בחשבון את כל המרכיבים בבחירת הפתרון הטוב ביותר לאפליקציה הן מבחינת יתרונות, מחיר, אחזקה שוטפת, מגבלות, אמינות ועד לחישוב יחס מחיר-תועלת-ביצועים עבור מכשור זה. בד"כ כאשר אין מגבלת יישום: ואקום, טמפ., אדים בריכוז משתנה וכ"ו השיטה האולטרסונית היא הבחירה המועדפת