

סיכומי נושאים בעיצוב צליל (סאונד)

כפר הנוער קדמה
כתב וערך: עדיאל לוי

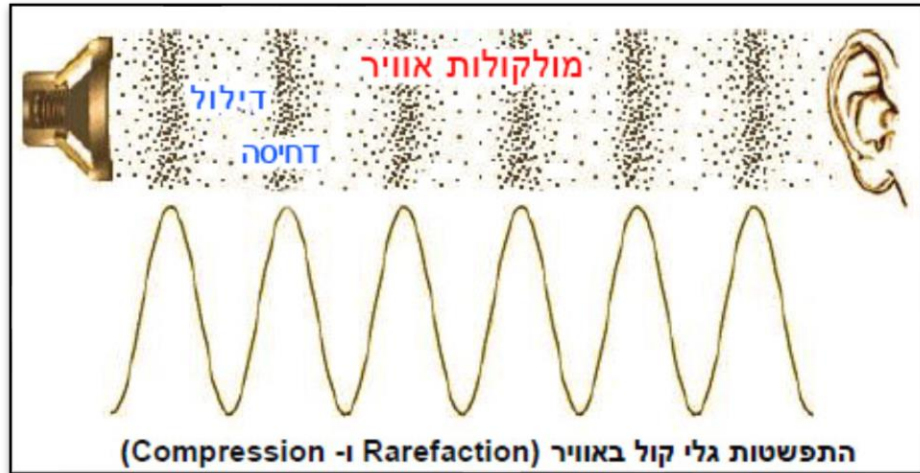


סיכומי נושאים בעיצוב צליל (סאונד)

מבוא לסאונד

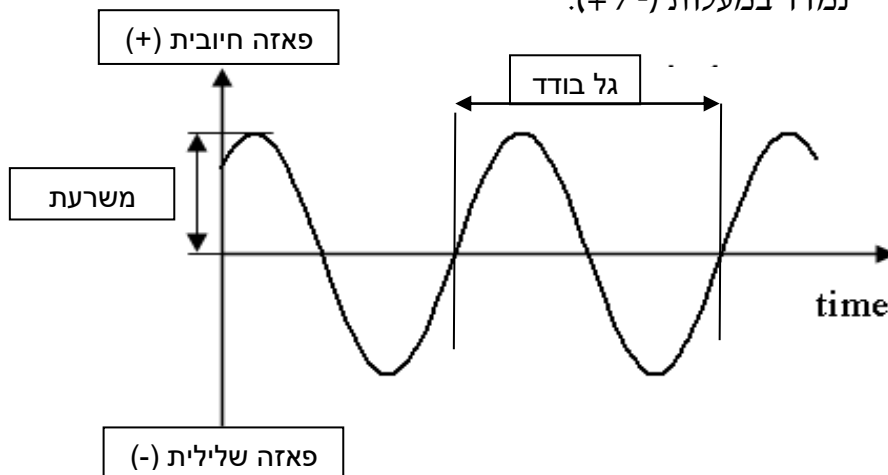
מהו גל קול?

"תנועה מאורגנת של מולקולות אוויר הנגרמת על ידי גוף שמתנווד בתווך חומרי (מוצק, נוזל או גז)".



מבחינה פיזיקלית הקול הוא תופעה גלית, ולכל תופעה גלית יש שלושה מרכיבים:

1. תדירות - מספר מחזורים אותם משלים הגל בשניה אחת, נמדדת ביחידות Hertz (Hz). התדירות קובעת את גובה הצליל.
2. משרעת - כמות האנרגיה של לחץ האוויר, זוהי העוצמה של הקול. נמדדת בצורה לוגריתמית ביחידות דציבל (dB).
3. פאזה - מופע, כיוון לחץ האוויר במחזור הגל (מופע חיובי או שלילי). נמדד במעלות (+ / -).

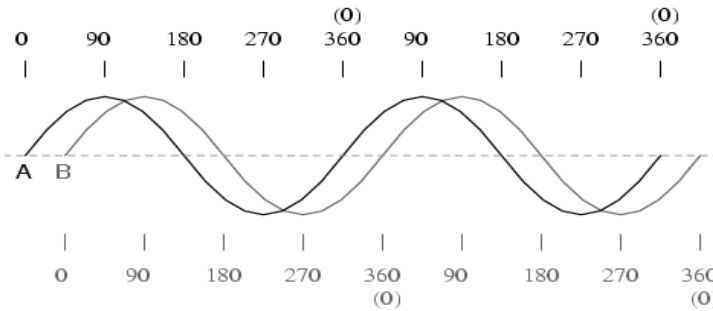


מגמת סאונד כפר הנוער קדמה

תופעת ההתאבכות - (אנטי פאזה):

כאשר עוברים כמה גלים זהים דרך אותה נקודה במרחב, המשרעת של הגל תהיה סכום המשרעת כל הגלים.

אם הפאזות של הגלים שונות או הפוכות- זה יגרום לביטולים והפרעות של תדרים.
אם הפאזות של הגלים דומות- זה יגרום להגברה של תדרים.



מציאת אורך גל:

מציאת אורך גל יכולה לסייע לנו בתכנון של אקוסטיקה או במציאת תדרים שיכולים להיות מוגברים או מבוטלים בחדר בו אנו עובדים.

על מנת למצוא מה האורך במטרים של גל מסוים אנו צריכים לדעת מהי מהירות הקול ומה התדר שעלינו למדוד.

מהירות הקול הממוצעת באוויר היא 344 מטר בשנייה.

כעת נשתמש בנוסחה הבאה:

$\text{מהירות הקול (344 מטר בשנייה)} = \frac{\text{אורך הגל במטרים}}{\text{התדר}}$
--

למשל, אורך הגל של 1Khz (1000hz) הוא 0.344 מטר- כמעט 35 סנטימטר.

$$344:1000 = 0.344$$

- כמובן שאם יש לנו את הנתונים האחרים בנוסחה אנו יכולים למצוא גם את המשתנים האחרים. למשל, כדי למצוא תדר מסוים שיכול להיות בעייתי בחדר (ואותו נצטרך להנחית על ידי בליעה אקוסטית), אנו יכולים למדוד את החדר וזה יהיה "אורך הגל במטרים", כעת נחלק את מהירות הקול (344) באורך הגל ונמצא מהוא הגל הבעייתי.

$$\text{הנוסחאות הנוספות: מהירות הקול : אורך גל = תדר}$$

$$\text{תדר X אורך הגל = מהירות הקול}$$

אקוסטיקה

באקוסטיקה יש כארבעה צורות להתפשטות הגל במרחב.



1. **החזרה (Reflection, ריפלקשן)**- גל הקול פוגע במשטח מסוים וחוזר באותה זווית בא פגע במשטח.

* כלל: זווית הפגיעה היא זווית החזרה

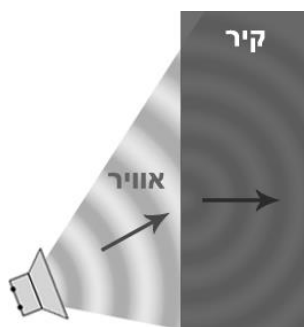
2. **עמעום (Damping, דאמפינג)**- גל הקול פוגע במשטח אשר בולם בצורה משמעותית את ההתפשטות שלו, בדרך כלל חומרים בולמים כאלו יהיו משטחי גומי כבדים.

3. **ספיגה (Absorption, אבזורפשן)**- גל הקול פוגע במשטח ומאבד אנרגיה במעבר דרכו. בדרך כלל חומרים בולעים יהיו ספוגים למיניהם, צמר סלעים, כורסא...

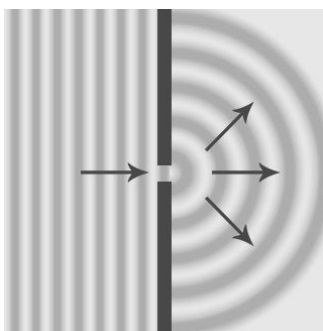


4. **פיזור (Diffusers, דיפיוזר)**- גל הקול פוגע במשטח אשר גורם לתדרים להתפזר בחדר בצורה שונה או מאוזנת. חומרים כאלו נקראים דיפיוזרים והם משמשים לפיזור התדרים בצורה אחידה במרחב החדר.

ישנם צורות נוספות להתפשטות גל קול במרחב:



שבירה (Refraction, רפלקשן)- גל הקול משנה את כיוון התפשטותו.



עקיפה (Diffraction, דיפרקשן)- גל הקול מתגבר על מכשולים או חסמים המונעים את התפשטותו.

מגמת סאונד כפר הנוער קדמה

מקדם ספיגה

לכל חומר באשר הוא יש נתון שנקרא "מקדם ספיגה" (NRC), מקדם הספיגה זהו הערך שמעיד כמה החומר מסוגל לבלוע סאונד או לחלופין להחזיר אותו.

יחידות אלו נמדדות ב-NRC, הערך הנמוך ביותר הוא "0" והגבוה ביותר "1".

NRC = 0 אין ספיגה כלל, הסאונד יפגע בחומר ויחזור.

NRC = 1 יש בליעה מלאה של התדר, למשל, חלון פתוח הוא בעל מקדם ספיגה "1" כי גל הקול עובר דרכו וממשיך עד אין סוף.

ככל שמקדם הספיגה גבוה יותר הוא גורם לקיצור או לביטול זמן ההדהוד של גל התדר.

* כלל: ככל שהתדר נמוך יותר כך קשה יותר לטפל בו אקוסטית.

טבלת מקדם הספיגה של חומרים שונים - NRC (Noise Reduction coefficient)						
(0 = החזר מושלם, 1 = ספיגה מושלמת)						
125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	רצפה
0.01	0.01	0.15	0.02	0.02	0.02	בטון או מרצפות
0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07	רצפת פרקט
0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73	שטיח עם שכבת בידוד
קירות						
0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	לבנים לא מצופות, צבועות
0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08	בטון צבוע
0.14	0.34	0.70	0.98	1.00	1.00	ספוג פיירפלקס מלמין 50 מ"מ
0.20	0.50	0.85	0.90	0.95	0.95	ספוג סונקס 50 מ"מ
0.07	0.12	0.32	0.69	0.97	0.99	ספוג פוליאריטן 50 מ"מ
0.54	0.74	0.89	0.95	0.96	0.96	צמר סלעים בעובי 50 מ"מ
0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04	חלון זכוכית
0.29	0.10	0.06	0.05	0.04	0.04	לוח גבס 12 מ"מ
תקרה						
0.70	0.66	0.72	0.92	0.88	0.75	אריחים אקוסטיים
0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07	תקרת עץ
שוונות						
0.008	0.008	0.013	0.015	0.020	0.025	מים
0.25	0.35	0.42	0.46	0.5	0.5	אדם בוגר

מעטפת צליל (Envelope)

אלו שינויי העוצמה שהצליל עובר לאורך זמן. צורת המשרעת של הצליל ביחס לזמן השמעתו תייצג את המעטפת שלו.

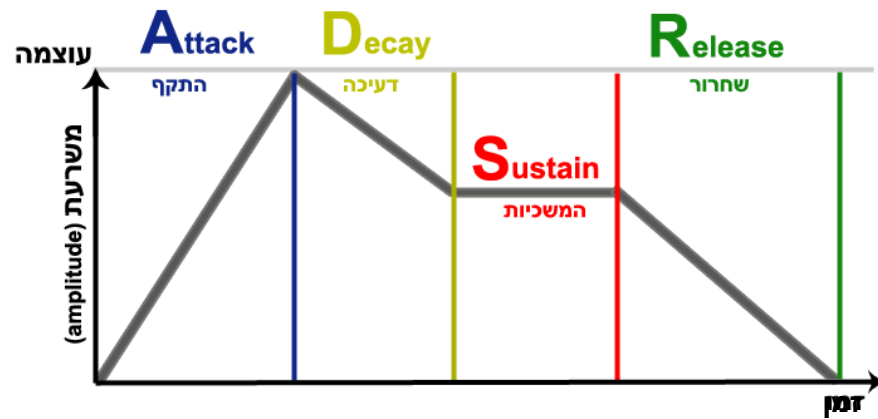
ישנם 4 שלבים למעטפת צליל:

Attack (התקף) - אלו שינויי העוצמה מרגע התחלת הצליל עד לעצירת ההגברה של הצליל.

Decay (דעיכה) - הנמכה קטנה לאחר שיא ההגברה של ההתקף

Sustain (המשכיות) - לאחר הדעיכה מגיע שלב של עוצמה יציבה יחסית

Release (שחרור) - הנמכת עוצמת הצליל עד להשתקה.



הגברה

חלקי מערכת ההגברה

מערכת הגברה מורכבת מארבעה מרכיבים בסיסיים (שלהם ניתן להוסיף עוד אביזרים וחלקים על מנת לשפר את איכות הסאונד על פי הצורך).

ארבעת המרכיבים הבסיסיים הם:

<p>2. מגבר</p> 	<p>1. רמקולים</p> 
<p>4. מיקרופונים</p> 	<p>3. מיקסר</p> 

תפקידי חלקי המערכת על פי סדר ה"Signal Flow" (זרימת האות):

1. **המיקרופון** הופך את גל הקול האקוסטי, שמגיע מהזמר או מכלי הנגינה, לגל חשמלי ומעביר אותו אל המיקסר (המערבל).
2. **המיקסר** מגביר את האות הגברה ראשונית ומעבד אותו, מסכם אותו עם שאר הערוצים לערוץ המאסטר (סטריאו) ושולח את המאסטר ליציאות R / L למגבר.
3. **המגבר** מגביר את האות לרמת עוצמה שמסוגלת להניע את הרמקולים ושולח אותו אל הרמקול.
4. **הרמקול** ממיר את האות החשמלי לאנרגיה אקוסטית על ידי תזוזת הממברנה ויצירת גלי קול במרחב.

סדר ההקמה של מערכת הגברה:

יש לציין שסדר ההקמה הוא הפוך לסדר ה "Signal Flow",

1. ראשית ממקמים את הרמקולים.
2. לאחר מכן ממקמים את המגברים (בד"כ קרוב לרמקולים).
3. קובעים את מיקום המיקסר לעבודה מיטבית של הסאונדמן.
(עדיף באזור הקהל בנקודת האמצע שמול הבמה, אם אין אפשרות אז ממקמים במקום הכי טוב שאפשר).
4. ולבסוף עוסקים בחיבור קווי המיקרופונים וכלי הנגינה.

מיקרופונים

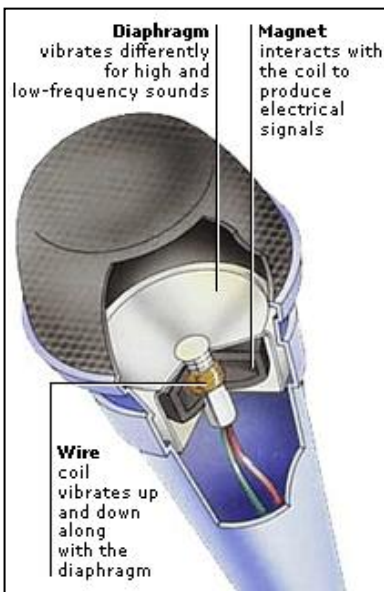
כיום ישנם שלושה סוגי מיקרופונים עיקריים:

1. מיקרופון דינמי (dynamic, סליל נע)
2. מיקרופון קיבולי / קונדנסר (condenser, אלקטרו סטטי)
3. מיקרופון סרט (Ribbon)

מיקרופון דינמי (dynamic, סליל נע)

המכלול במיקרופון דינמי זהה מכנית לרמקול, הוא מכיל סליל שמחובר לדיאפראגמה - (ממברנה דקה המשמשת מעין מפרש שקולט גלי קול). הסליל נמצא בתוך שדה מגנטי של מגנט קבוע. כשגל קול פוגע בממברנה הוא מרעיד אותה, ואיתה את הסליל. כתוצאה מתנועת הסליל בתוך השדה המגנטי מושרה בסליל זרם חשמלי שהוא ייחודי לאותו גל קול. במיקרופון דינמי הממברנה והסליל שבתוך השדה המגנטי הם כבדים יחסית, לכן נדרש שינוי ניכר בלחץ האוויר כדי להזיז את הממברנה (כלומר, הרגישות היא נמוכה יחסית).

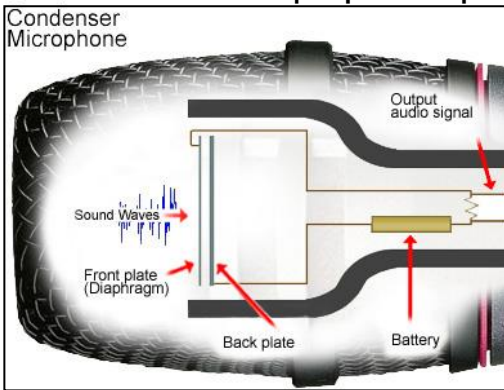
נהוג להשתמש במיקרופון דינמי לשימושים בהם יש צורך לקלוט צלילים



בעוצמה גבוהה וממרחק קרוב, למשל, כלי הקשה או הצבה ישירה מול מגברי גיטרות, קליטת הזמר על במה רועשת ועוד... המיקרופון הדינמי מותאם לעבודה עם עוצמה גבוהה של לחץ הקול (SPL - Sound pressure level), למיקרופון הדינמי מבנה חזק ופשוט, לא רגיש ללחות באוויר, אמינות גבוהה ומחירו זול יחסית לאיכותו. מיקרופון דינמי רגיש פחות למשבי רוח או לאפקט של רוח מן הפה של הקריין או הזמר לכן זהו מיקרופון המשמש בדרך כלל זמרים בהופעות.

מיקרופון קיבולי / קונדנסר (condenser, אלקטרו סטטי)

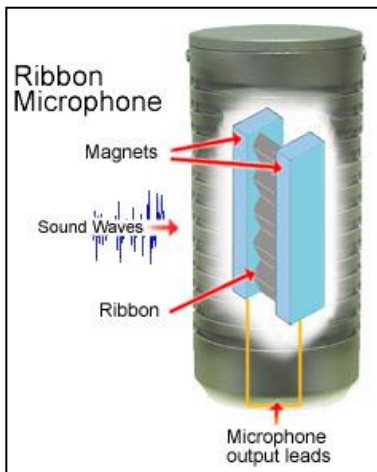
מיקרופון קונדנסר מכיל ממברנה דקה העשויה מפילם פלסטי דק מאוד, שצידו האחד מצופה בזהב או בניקל, והיא מורכבת קרוב מאוד ללוחית אחורית קבועה. לממברנה מסופק מתח 48 Volt (פנטום) על ידי מקור מתח חיצוני (סוללה או פאנטום מהמיקסר או ספק כוח חיצוני). הממברנה והלוחית האחורית, המופרדות על ידי נפח אוויר קטן, יוצרות קבל (קונדנסר). גלי הקול מרעידים את הממברנה וגורמים לשינויים במרווח בין הממברנה ללוחית הסטטית, ככל שהמרחק בין ה"צלחות" גדל, כך קיבוליות הקבל קטנה. כאשר המרחק בין שתי הלוחיות קטן כתוצאה מלחץ קול, ערך המטען בקבל עולה.



שינוי זה מתורגם על ידי הקבל לשינויי מתח. מיקרופון קונדנסר הוא בעל תחום הענות תדר רגישה יותר מאשר מיקרופון דינמי ולכן הוא מתאים להקלטות ולהגברה של כלים כשנרצה רזולוציית איכות יותר טובה, נשתדל פחות להניח אותו בצורה ישירה על כלים בעלי דינמיקה חזקה (כמו תופים...) אלא נמקם אותו כ- Over Head, ובמרחק סביר.

מיקרופון סרט (Ribbon)

גם מיקרופון זה עובד על פי עקרון ההשראה המגנטית. כאן משתמשים בדיאפרגמה דקה ביותר (2 מיקרונים) העשויה מפס אלומיניום המכופף כמה פעמים (בצורת אקורדיון). לצידי הממברנה יש שני מגנטים היוצרים את השדה המגנטי. כאשר תנודות לחץ הקול מניעות את דיאפרגמת



המתכת בתוך השדה המגנטי- נוצר זרם חשמלי. מיקרופון זה אינו דורש ספק כוח (פנטום), שטח הקליטה שלו הוא דו כיווני (בצורת הספרה 8) וההתנגדות שלו מאד נמוכה. החיסרון במיקרופון זה הוא עוצמת היציאה הנמוכה שלו שאף יותר נמוכה ממיקרופון דינמי, מה שאומר שנאלץ להגבירו ולקחת בחשבון היווצרות של רעשים שנובעים מצידוד לא איכותי. יתרונו הוא מהירות התגובה שלו והסאונד ה"חם" שהוא מתאפיין בו.

כיווניות והצבת המיקרופונים

הצבת מיקרופונים בצורה נכונה היא הבסיס לסאונד איכותי וכדאי להשקיע זמן בבחירת המיקרופון המתאים והצבתו במקום המתאים. לאדם יש יכולת לעבד במוח את הצלילים שמגיעים לאוזן ולהחליט מה חשוב ומה לא, אם אדם שעומד קרוב אלינו צועק, ואחר שרחוק מאיתנו מדבר כרגיל, אני יכול לבחור להקשיב דווקא לזה שרחוק, לשמוע אותו ולהבין מה הוא אומר- זה לא אומר שאני לא שומע את מי שקרוב אלי וצועק, תכונה זו נקראת "חלוקת קשב". כאשר אנו משתמשים במיקרופון זה לא כך- הצליל החזק הוא שייקלט טוב יותר ואת החלש לא נצליח לשמוע. על פי כללי עוצמת השמע כששני צלילים נשמעים יחד ואחד חזק ב 10dB יותר ממשנהו- הצליל החזק ישמע והשני כמעט ולא. לכן אנו חייבים להעמיד את המיקרופונים בצורה כזו שייקלטו בעוצמה הטובה ביותר (להיזהר מרוויה / דיסטורשיון) את המקור המוקלט ושייקלטו כמה שפחות זליגות של רעשים אחרים.

ישנם אין ספור סוגים של מיקרופונים, לכל אחד יש תכונות שונות. אחת התכונות היא היכולת לתפוס את הצליל מכיוונים שונים. יש מיקרופונים שתופסים רק מלפנים, יש שתופסים מלפנים ומאחור ויש כאלה שמכל הכיוונים, ישנם גם מיקרופונים עם אפשרות לבחירה של סוג הכיווניות.

אנו נבחר באיזה מיקרופון להשתמש לפי:

1. המקור אותו אנו רוצים לתפוס

2. לפי תנאי האקוסטיקה

ישנם כשבעה סוגים של כיווניות: (ראה בתמונה "סוגי הכיווניות...")

1. **אומני** (Omni directional)- קולט מכל הכיוונים.

2. **סאב קרדיואיד** (Sub cardioids)- קולט מלפנים אך גם קצת מכל הכיוונים.

3. **קרדיואיד** (cardioids)- קולט מלפנים.

4. **סופר קרדיואיד** (Super cardioids)- קולט מלפנים עם קליטה קטנה מאחור.

5. **היפר קרדיואיד** (Hyper cardioids)- קולט מלפנים עם קליטה בינונית מאחור.

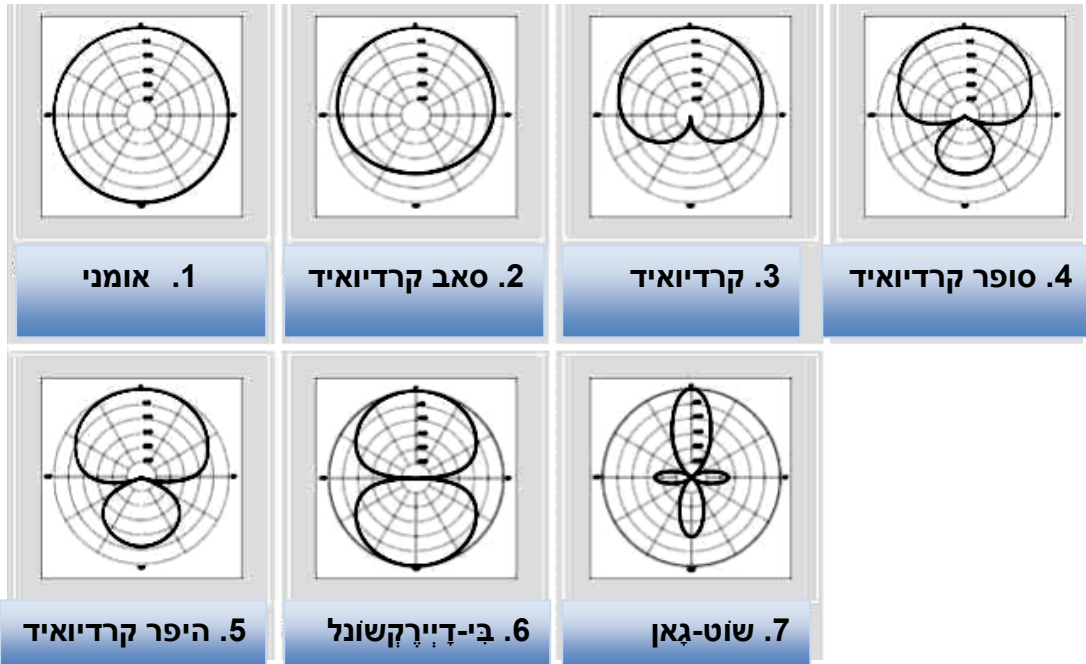
6. **בי-דיירקשונל** (Bi-directional)- קולט מלפנים ומאחור בצורה שווה (צורת האות 8).

7. **שוט-גאן** (Shotgun)- קולט מלפנים בצורה חדה מאוד וקצת מאחור ומהצדדים.

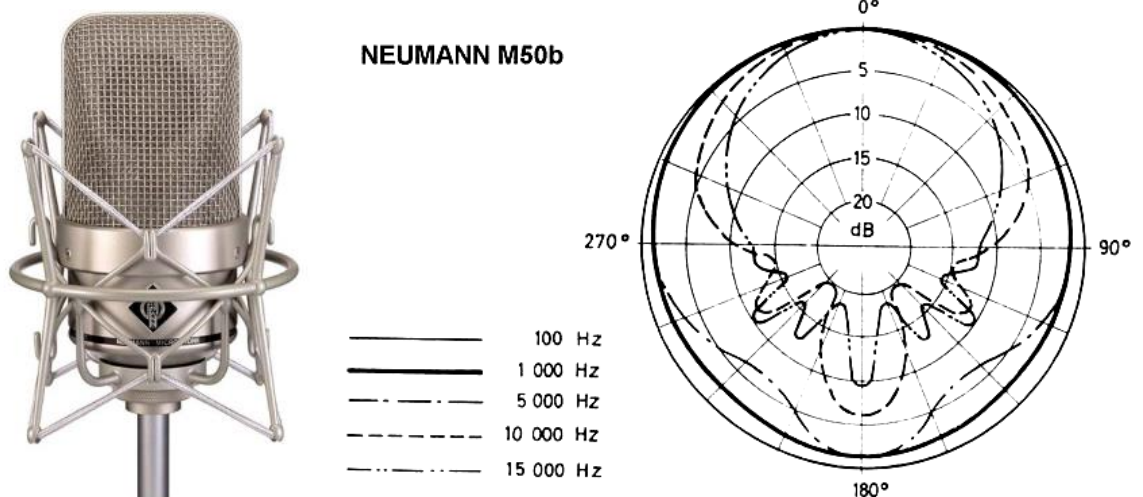
סוג כיווניות של מיקרופון מתייחס לאופן בו רגישותו משתנה בזוויות, ביחס לציר הקדמי של המיקרופון. סוג הכיווניות מסומן על ידי תרשים גראפי בצורת עיגול- המאפיין את המרחב, ונקודה באמצע- המאפיינת את המיקרופון. מהנקודה יוצאת צורה מעוגלת בכל מיני צורות המאפיינת את הקליטה של המיקרופון בתוך המרחב.

תרשים זה ידוע בשם "תגובה פולארית" (polar response) או "תבנית פולארית" (polar pattern) של המיקרופון. הוא ממחיש באופן גרפי את רגישות המיקרופון ביחס לכיווניות ולתדר שלו.

סוגי הכיווניות כמפורט למעלה באמצעות תרשים "תגובה פולארית":



כפי שצינו קודם יש גם תרשים שמתייחס לפולאריות (יכולת הקליטה) של כל תדר בפני עצמו על ידי המיקרופון (כמו כאן בדוגמה של מיקרופון נוימן M50b)



המיקסר

מיקסר- מערבול / קונסולה, מכשיר אשר תפקידו לעבד, לנווט ולסכם את גלי הקול החשמליים (או הדיגיטליים) **ממספר מקורות ליציאה סטריאופונית** (או למספר יציאות) והכנתם לקראת שליחה למגבר, למוניטורים, הקלטה או שידור...

המיקסר מחולק בדרך כלל למספר אזורים:

1. אזור ערוצי הכניסה (Input Section)

אזור זה נמצא, בדרך כלל, בצידו השמאלי של המיקסר, ויתפוס את מרבית שטחו. אל ערוצים אלו נחבר את כל מכשירי האודיו החשמליים שאת האות שלהם נרצה להעביר דרך המיקסר: מיקרופונים, כלי נגינה חשמליים ומכשירי אודיו אחרים. בערוצי הכניסה יימצאו כל הרכיבים האלקטרוניים הדרושים בכדי להגביר ולעצב את אות האודיו הנכנס אל הערוץ: קדם מגבר למיקרופון, אפשרויות EQ, שליחה ליציאות מוניטור (Aux), יחידת ניתוב האות בתוך המיקסר (Group/FX), אפשרויות לשליחת האות אל מחוץ למיקסר (Matrix) ועוד.

חשוב לזכור שערוץ כניסה במיקסר מורכב משלושה רכיבים עיקריים:

- א. **פריאמפ** (קדם מגבר)
- ב. **EQ** (הגברה והנחתה של תחומי תדר)
- ג. **פיידר** (נגד משתנה המווסת את שליחת האות מהערוץ למסטר)

2. אזור ערוצי הגרופים (Group Section) או באסים (BUS Section)

ערוצים אלו יאפשרו לנו לסכם אותות הזורמים דרך מספר ערוצי כניסה שונים למגבר מסכם אחד- הגרופ, אותו נוכל לנתב אל ערוץ המאסטר, או לחברו אל אחת מכניסות מכשיר ההקלטה, לשם הקלטתו. ניתן למשל להשתמש בגרופ סטריאופוני כדי לשלוט על עוצמה של מספר ערוצים דרך פיידר אחד- כגון ערוצי תופים, שכדי להגביר אותם יהיה נוח ומדויק יותר להגביר פיידר אחד מאשר שמונה.

- **באס (BUS)**- זהו קו שעובר בין כל הערוצים, כמו המילה Bus שפרושה "אוטובוס", האוטובוס עובר בין תחנות ואוסף אנשים ולבסוף מוריד את כולם בתחנה מרכזית, כך ה Bus, אוסף מכל ערוץ כמות מתח חשמלי ומוציא את סיכום המתח של כולם ביציאה אחת. ה Bus יכול להיות שליחת אוקס, שליחה לאפקטים, מאסטר, או כל יציאה אחרת.

3. אזור ערוץ המאסטר (Master Section)

זהו מגבר מסכם (Master Bus) סטריאופוני הראשי של המיקסר. אליו ינותבו כל האותות אותם נרצה לשמוע דרך הרמקולים, יציאות המגבר המסכם הראשי תחברנה אל כניסות מגבר ההספק שיתפעל את הרמקולים ואל מכשירי הקלטה חיצוניים.

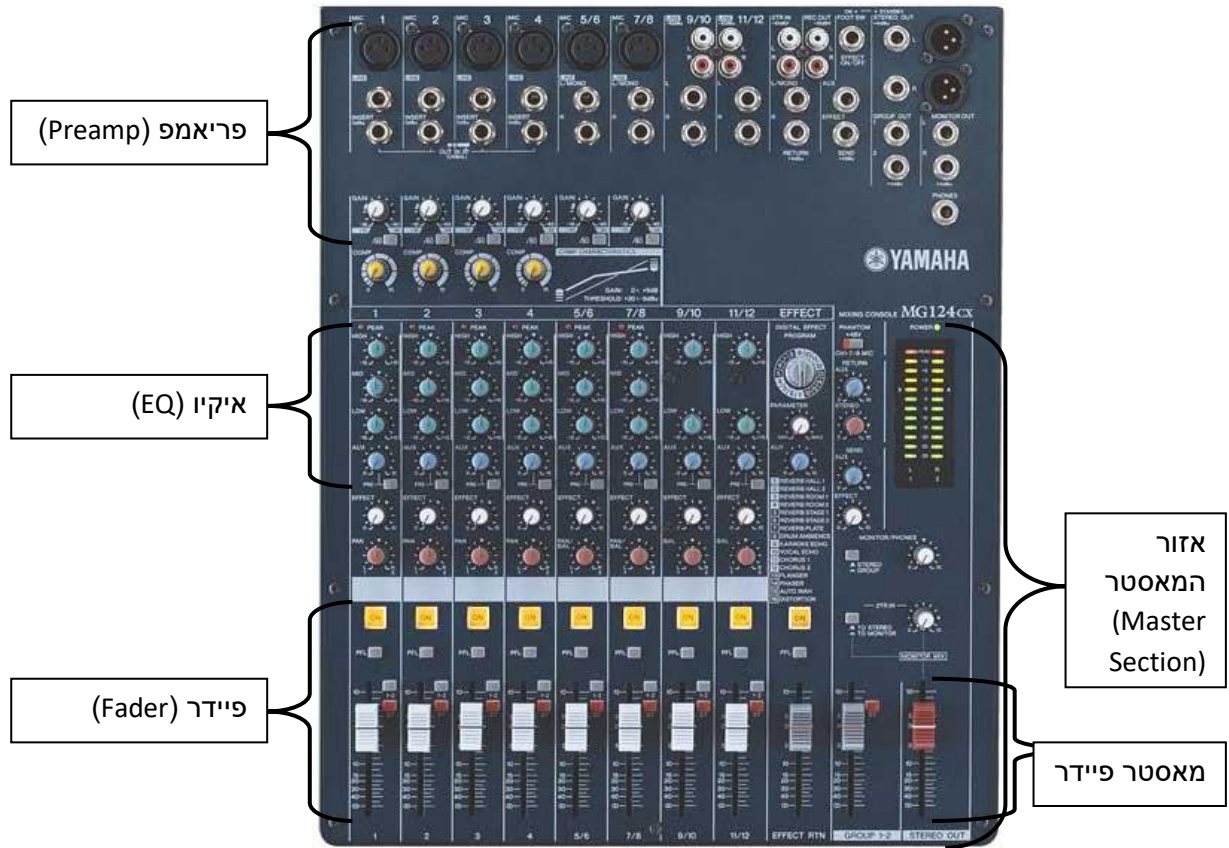
לרוב יימצאו באזור זה:

- א. המאסטר פיידר השולט על עוצמת היציאה מהמיקסר
- ב. שליטה על מיקרופון המיועד לתקשורת עם נגנים הנמצאים בחדר ההקלטות.
- ג. המגברים המסכמים של כל השליחות לאפקטים חיצוניים ולאוזניות הנגנים (Aux).
- ד. לעתים יימצא שם מחולל גל סינוס אשר בעזרתו נוכל לכייל מכשירי הקלטה אנלוגיים.

זרימת האות (Signal Flow) במיקסר

כדי להבין כיצד פועל המיקסר, עלינו להבין כיצד האותות החשמליים מגיעים אליו, זורמים בתוכו, ויוצאים ממנו אל תחנות היעד שלהם.

- המרת גלי הקול לאותות חשמליים מתבצעת על-ידי המיקרופון. לאחר שגלי הקול הומרו לאותות חשמליים, נוכל להעביר אותות אלו אל אחד מערוצי הכניסה של המיקסר, דרך כבל האודיו (כבל XLR) שיחבר בין המיקרופון למיקסר.
- אחרי כניסתו אל ערוץ הכניסה, יזרום האות לאורכו של הערוץ, ויעבור דרך קדם מגבר (פריאמפ) שיגביר את עוצמתו לעוצמת קו (Line) - עוצמת עבודה סטנדרטית בצידוד אודיו.
- קיימות קונסולות המאפשרות שימוש במעבדי צליל נוספים, דוגמת קומפרסורים ואקספנדרים, בכל אחד מערוצי הכניסה שלהם.
- לאחר מכן האות יעבור דרך יחידת EQ מובנית, כאן ניתן לעצב את גוון הצליל על ידי הגברה או הנחתה של תחומי תדר מסוימים.
- אחר כך יש בדרך כלל אפשרויות לשליחת האות לאוקסים, אפקטים או באסים נוספים.
- בסופו של דבר האות מגיע אל הפיידר של הערוץ, הפיידר או בעברית "זחלן" הוא רכיב חשמלי הקרוי "נגד משתנה" הממוקם בתחתית הערוץ ותפקידו הוא לשלוט בעוצמת השליחה של האות אל המאסטר (המגבר המסכם של כל ערוצי המיקסר). כשהפיידר למטה הנגד מפעיל את מלוא ההתנגדות למעבר המתח החשמלי, כשהפיידר למעלה אין התנגדות והמתח ממשיך אל המאסטר.



רכיבי המיקסר

Mic / Line

מייק וליין אלו שני סוגי עוצמות:

עוצמת מייק (Mic): כניסה המיועדת לעוצמת מתח נמוכה, כמו זו שמוציא מיקרופון, לכניסה זו יש בהמשך את ה"פרה-אמפ"- שזהו הקדם- מגבר אשר תפקידו להגביר את הסיגנל הנמוך ולהביאו לפחות לעוצמת ליין (Line).

עוצמת ליין (Line): כניסה המיועדת לעוצמת מתח נומלית, כמו זו שמוציא מחשב, פלאפון, קלידים. כניסה זו לא צריכה "פרה-אמפ" אך אפשר בכל זאת להשתמש בו להגברת הסיגנל, רק בזירות שלא יגיע לרוויה (דיסטורשיון).

כפתור Low cut (לאו קאט) או High pass (היי פאס)

זהו רכיב (פילטר) הממוקם באזור הכניסה של הערוץ, תפקידו הוא לסנן את התדרים הנמוכים ולא לאפשר להם להיכנס לערוץ.

משתמשים בו כאשר אנו מגבירים או מקליטים מקור קול אשר אינו מייצר תדרים נמוכים ולכן כל צליל נמוך שיהיה בסיגנל הוא בעצם רעש שלא קשור לגל הקול, הרעש יכול להיות כתוצאה מרוח, רעש מזגן שפועל, אוטובוס שעובר בקרבת מקום, רוח מפיו של מי שמדבר במיקרופון ועוד...

אקולייזר (Equalizer), בקיצור – EQ

ה-EQ הוא רכיב חשוב ואין הגברה או הפקה מוזיקלית שלא נעשה שימוש בו. תפקיד ה-EQ הוא לאזן, להגביר או להנחית תדרים מסוימים בסיגנל אשר אנו רוצים להדגיש או להנמיך.

במכשיר EQ יש שלושה פרמטרים של השפעה על תדר:

1. תדר (Hz) - בחירת התדר עליו אנו רוצים להשפיע
2. עוצמה (dB) - הגברה או הנמכה של התדר שבחרנו
3. רוחב פס (Q) - מרחב ההשפעה על התדרים הסמוכים לתדר שבחרנו



ישנם כמה סוגי EQ:

1. EQ חצי פרמטרי (Semi parametric EQ)
2. EQ פרמטרי (Parametric EQ)
3. EQ גרפי (Graphic EQ)
4. EQ פאראגרפי (Paragraphic EQ)
5. EQ דינמי (Dynamic EQ)

EQ חצי פרמטרי

ה-EQ שיש לרוב בערוץ במיקסרים אנלוגיים. הוא נקרא "חצי" פרמטרי משום שיש לו פחות אפשרויות מהאיקו הפרמטרי.

למשל:

ב-EQ הזה אנו רואים שהוא מחולק להשפעה על ארבעה תחומי תדר: גבוהים, גבוהים-אמצע, נמוכים-אמצע, ונמוכים.

אפשר לראות מיד שאף אחד מתחומי התדר האלו לא מכיל באופן מלא את שלושת הפרמטרים שהסברנו לעיל: תדר, עוצמה ורוחב פס.

הגבוהים לא מכילים אפשרות לבחירת תדר ולא רוחב פס, רק עוצמה.

הגבוהים-אמצע ונמוכים-אמצע, אכן מכילים בחירת תדר ועוצמה ואפילו רוחב פס, אבל רוחב הפס מוגבל לצר עד בינוני על ידי כפתור הלחיצה הלבן- ואם היה בא לי רוחב פס רחב? את זה אי אפשר לעשות.

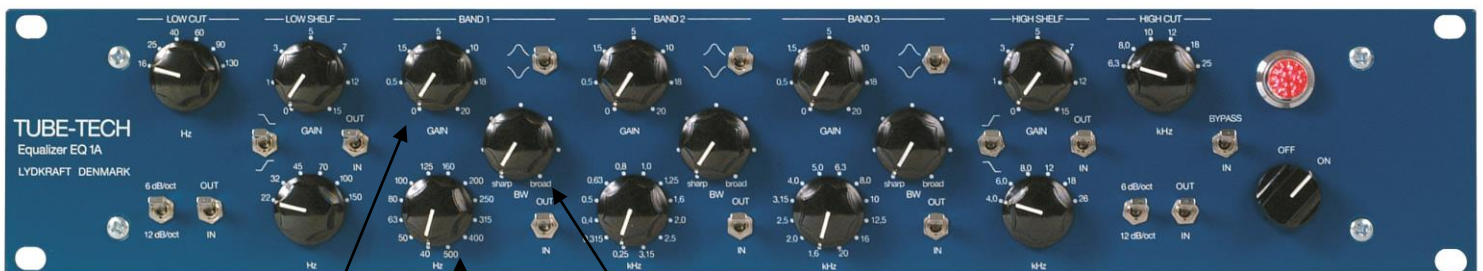
הנמוכים גם כמו הגבוהים ללא אפשרות בחירת תדר ורוחב פס.

לכן זהו EQ חצי פרמטרי, וזה עוד חצי פרמטרי מפורט יותר, רוב החצי פרמטריים שבמיקסרים עם פחות אפשרויות מזה.



EQ פרמטרי

ה-EQ שיש לרוב בתוכנות מחשב, במיקסרים דיגיטליים או במכשירים חיצוניים טובים. הוא נקרא פרמטרי משום שהוא מכיל את כל הפרמטרים.



עוצמה (dB)	תדר (Hz)	רוחב פס (Q)
------------	----------	-------------

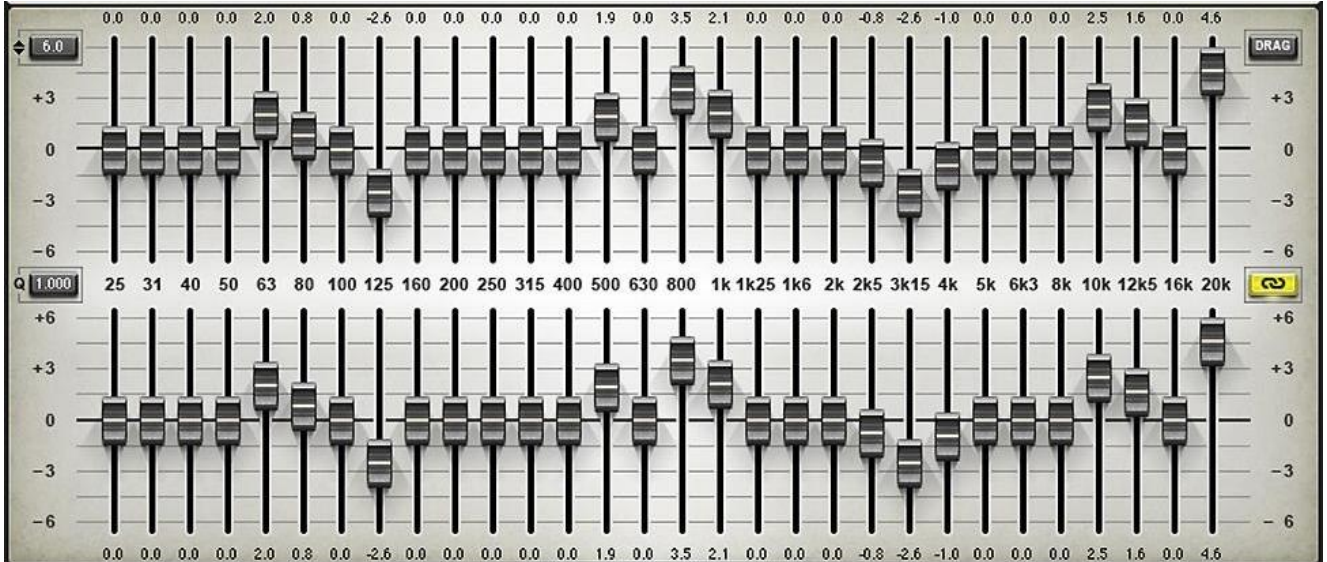
ל-EQ הזה, למשל, יש במרכז שלושה תחומי תדר שבכל אחד מהם ניתן לכוון במדויק את התדר, העוצמה ורוחב הפס.

בצדדים הקיצוניים יש לו אפילו לואו קאט והיי קאט, ולואו שֶׁלֶף והיי שֶׁלֶף.

EQ גרפי

האקולייזר הגרפי מתאפיין בחלוקה לתדרים ורוחב פס קבוע. ניתן בקלות רבה לבחור תדר ולבצע הגברה או הנחתה ולראות בעין את צורת הגרף.

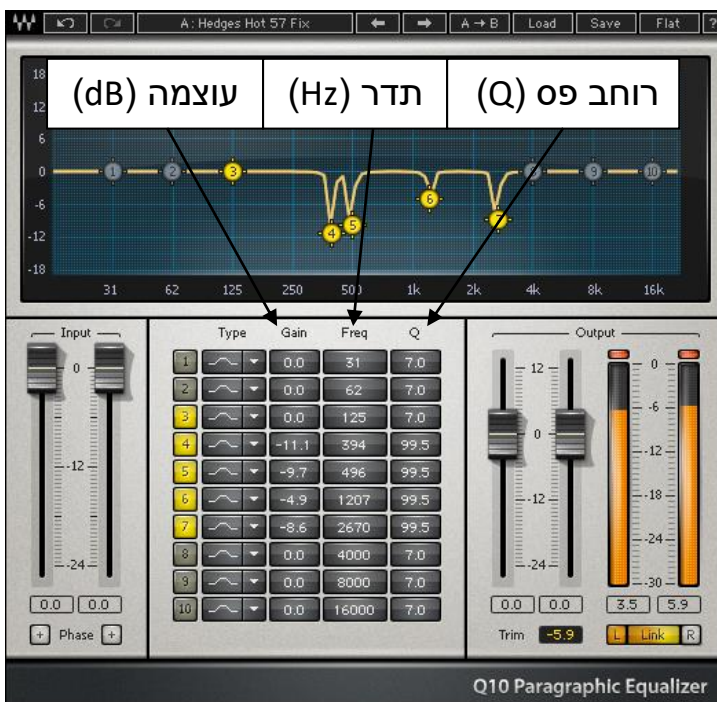
השימוש בו נרחב בהופעות במה אך באופן כללי, הוא פחות שימושי באולפן.



ב- EQ הגרפי אנו נראה שהוא מכיל את כל תחום התדרים (20 Hz – 20Khz) ושהתדרים עולים בכפולות, כלומר, אוקטבות.

יש EQ גרפי שמחולק ל- 15 תחומי תדר, ושמו "EQ גרפי 2/3 אוקטבה".
יש את ה- EQ הסטנדרטי של 30 תחומי תדר, ושמו "EQ גרפי 1/3 אוקטבה".
כמו זה שבתמונה.

EQ פרמטרי



EQ המשלב בין הגראפי לפרמטרי,
ב- EQ כזה יהיו לנו מספר תחומי
תדר (1 – 10 תחומים),
כל אחד מהתחומים יכיל את
שלושת אפשרויות ההשפעה- תדר,
עוצמה, ורוחב פס.

EQ דינמי

זהו ה-EQ המתוחכם ביותר, הוא מכיל גם את אפשרויות ה-EQ הפרגרפי אך יש לו גם מאפיינים של קומפרסור, כלומר, תחום תדר ינמך או יגביר תדר ביחס לסף עבודה (Threshold) שנקבע.

כלומר, לכל תחום תדר ב-EQ כזה יש את שלושת הפרמטרים הרגילים: תדר, עוצמה, ורוחב פס,

אך כאן יש בנוסף גם: סף עבודה (Threshold), מהירות התקף (Attack), ומהירות שיחרור (Release).

בדרך כלל משתמשים במכשיר כזה בשלב העבודה הסופי על שיר (מאסטרנינג).

למשל:

The screenshot displays the Ozone 6 Dynamic EQ interface. At the top, a frequency spectrum shows the audio signal with a dynamic EQ curve overlaid. Below the spectrum, four bands (Band 1 to Band 4) are visible, each with a filter type (Analog or Digital) and various parameters. A 'Threshold' slider is set to -30.0 dB. 'Attack' is set to 10 ms and 'Release' is set to 17 ms. The interface also includes 'Equalizer', 'Imager', 'Maximizer', 'Dynamics', and 'Exciter' sections. A legend at the bottom identifies the parameters: (Q) רוחב פס, (dB) עוצמה, תדר (Hz), סף עבודה, התקף, and שחרור.

BUS , AUX : שליחות

בדרך כלל לאחר רכיב ה-EQ מגיע רכיב השליחה בערוץ. תפקידו הוא לפצל את האות השלוח לפיידר של הערוץ ולשלוח אותו לעוד יציאה אחת או יותר. כמו שלפיידרים של הערוץ יש בסוף פיידר מאסטר שהוא השליחה הראשית לרמקולים, כך גם לשליחות הנוספות (Bus ,Aux) יהיה מאסטר לכל שליחה.

Aux : יציאה או כניסה נוספת הקיימת במכשיר.

Bus : (כמו אוטובוס באנגלית) קו נוסף שעובר בין כל הערוצים וניתן לסכם איתו קבוצה של ערוצים (Group) ולשלוח אותה למאסטר או ליציאה נוספת כמו למשל מוניטורים.

עקרונית, אין הבדל בין Aux ל Bus במבנה הפעולה שלהם וצריך לבדוק בכל מכשיר מה האפשרויות שהשליחה מסוגלת לבצע. בדרך כלל ב Aux משתמשים כדי לשלוח סיגנל לאפקטים ולמוניטורים, ו-Bus משמש ליצירת קבוצות ערוצים (Group) על מנת לשלוט עליהם מפיידר אחד (במונו) או שניים (בסטריאו), למשל, 8 ערוצי תופים יכולים להיות מסוכמים לקבוצת Bus סטריאופונית וכך נוכל להגביר או להנמיך, לבצע שינויי EQ, ולשלוח לאפקטים שיפיעו על כל הקבוצה בקלות.

PRE / POST

PRE fader : לפני

POST fader : אחרי

בשליחות מסוימות ישנה אפשרות של בחירה Pre/Post, בחירה זו מאפשרת לנו לקבוע מאיזו נקודה במיקסר לפצל את האות אל השליחה (למוניטור או לאפקטים). **פְּרֵה (PRE)** שפרושו הוא "לפני"- קובע שהאות יתפצל לפני הפיידר של הערוץ. זה אומר שהשליחה מושפעת רק מהפוטנציומטר (כפתור סיבובי) של השליחה, כלומר גם אם הפיידר בערוץ יהיה מונמך לגמרי עדיין יתקבל האות בשליחה לפי העוצמה של הפוטנציומטר.

פּוֹסְט (POST) שפרושו הוא "אחרי"- קובע שהאות יתפצל אחרי הפיידר של הערוץ. זה אומר שגם אם הגברנו את הפוטנציומטר (כפתור סיבובי) של השליחה, קבלת האות בשליחה עדיין תלוייה בפיידר של הערוץ והאות ישלח בהתאם למצב הפיידר, אם הוא מוגבר אז האות יהיה גבוה אם הוא מונמך לגמרי- לא יתקבל האות בשליחה.

מתי משתמשים בפרה, ומתי בפוסט?

פרה פיידר - בשליחה למוניטור

בדרך כלל כשנרצה לשלוח את הערוץ גם למוניטור נשתמש בפרה פיידר, מכיוון שהקהל שומע את הערוץ המושפע מהפיידר שלו, והאומן שומע את המוניטור המושפע מהשליחה, אם באמצע הופעה הסאונדמן מחליט שאותו ערוץ נשמע חזק מידי והוא רוצה להנמיך אותו ברמקולים של הקהל, אם הוא יעשה את זה במצב "פוסט פיידר" אז גם המוניטור של האומן יונמך והוא ישמע את עצמו פחות טוב, לכן אני אעדיף לשלוח למוניטור ב"פרה פיידר" ואז אהיה חופשי לשנות עוצמות במיקס שהולך לקהל.

פוסט פיידר - שליחה לאפקטים, שליחת מוזיקה מ- CD למוניטור
במקרה של שליחת ערוץ של זמר לאפקטים או נרצה שהאות ישלח לאפקטים **באותו יחס של הפיידר** שלו בערוץ, זאת מכיוון שאם אני מנמיך את הזמר אני לא רוצה שפתאום האפקט שלו ישמע חזק מידי, האפקט צריך להיות בעוצמה מתאימה לעוצמה של הזמר ואת העוצמה של הזמר אני קובע עם הפיידר של הערוץ, לכן נשלח את האות לאפקט אחרי הפיידר - פוסט פיידר.



מעבדי צליל (אפקטים) מבוססי דינמיקה ומבוססי זמן

אפקטים מבוססי דינמיקה

דינמיקה = שינויי עוצמה

אפקטים אלו ישפיעו על העוצמה של הערוץ או יושפעו ממנה. באפקטים אלו נכללים:

- קומפרסור (Compressor)
- לימיטר (Limiter)
- דיאייסר (De-esser)
- אקספנדר (Expander)
- גייט (Gate)

קומפרסור (Compressor)

הקומפרסור (בעברית- מְדַחֵס) הוא מכשיר המצמצם טווח דינמי, הוא עושה זאת על ידי הנמכה אוטומטית של אותות העוברים רף עוצמה מסויים ועל פי הפרמטרים במכשיר.

פרמטרים בקומפרסור:

טְרֶשׁוֹלַד (Threshold) - סף העבודה בו תיכנס הנחתת הקומפרסור לפעולה. כל עוד האות לא יעבור את סף הטרשולד הקומפרסור יעביר את האות ללא השפעה, אם העוצמה תעבור את הסף- הקומפרסור ינמיך את האות בהתאם לפרמטרים הנוספים. הטרשולד נמדד ב dB

רְשִׁיּוֹ (Ratio) - היחס בו הקומפרסור ינמיך את האות בהתאם לרמת העוצמה שעוברת את הטרשולד. הרשיו נמדד לפי יחס (2: 1). למשל, אם קבענו רשיו של 2: 1 אז רמת העוצמה שמעל הטרשולד תתחלק ל-2, ואז הקומפרסור ינמיך חצי מהעוצמה שמעל הטרשולד. אם הרשיו 4: 1, הקומפרסור יחלק את העוצמה שמעל הטרשולד ל-4 וישמיע רק 1/4 אחד כש- 3/4 הוא ינמיך. רשיו גבוה במיוחד יכול לתפקד כ- "לימיטר" (הסבר על לימיטר בהמשך).

אָטָאק (Attack) - תקיפה, מהירות הכניסה של הקומפרסור לפעולה. נמדד באלפיות השניה (mili secons).

רְלִיס (Release) - שחרור, המהירות בה חוזר הקומפרסור ממצב של הנחתה למצב רגיל (של חוסר פעולה). נמדד באלפיות השניה (mili secons).

נִי (Knee) - בְּרֶךְ, כדי למתן את ההנמכה החדה של הקומפרסור הוסיפו אופציה השולטת על הטרשולד והרשיו ומשנה אותם במקצת בהתחלה כך שהקומפרסור יתחיל להנמיך קצת מוקדם מהטרשולד המקורי וברשיו נמוך יותר, ככל שהעוצמה מתחזקת כך גם הרשיו יעלה והקומפרסור ינמיך יותר. דבר זה גורם להנמכה פחות מורגשת.



- יש לציין כי אותם הפרמטרים חוזרים גם במכשירי אפקטים אחרים המבצעים פעולות דומות או שונות.

לימיטר (Limiter)

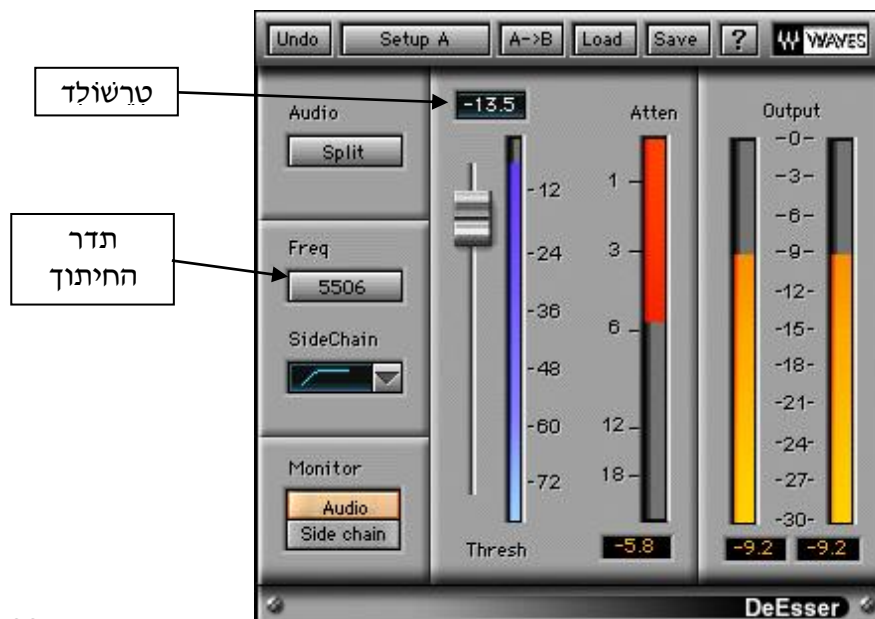
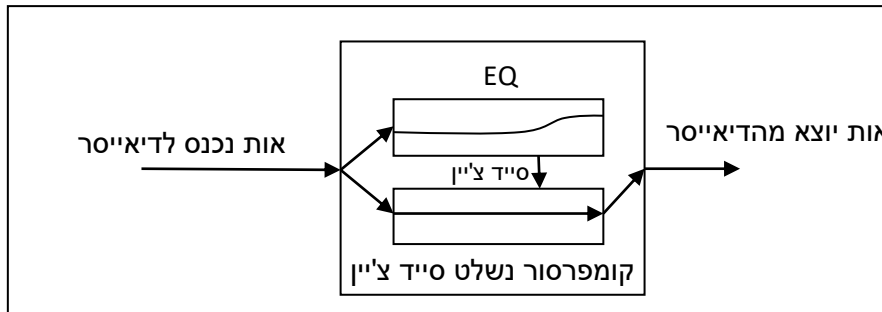
הלימיטר הוא מכשיר המגביל כמעט לחלוטין את העוצמות הגבוהות של האות מעל הטרשולד, הוא עובד ביחס קיצוני מאוד (10:1 עד 60:1) והתקיפה והשחרור שלו מהירים. כך הוא שומר שהאות לא יעבור סף עוצמה מסויים.

בדרך כלל משתמשים בלימיטר בשלב המסטרינג כשרוצים שהעוצמה המירבית לא תעבור את ה-0 עד -0.2dB.

דיאייסר (De-esser)

דיאייסר הוא מכשיר אשר נועד להנמיך עיצורים שורקים (כמו: ש,ס,צ) ובכלל צלילים עם תדרים גבוהים שעלולים לגרום למאזין אי נוחות או כאב. זהו בעצם קומפרסור אשר במערכת הסייד ציין (Side chain) שלו יש EQ אשר מוגבר בתחום התדרים הגבוהים וכך הם עוברים את הטרשולד כל פעם כשיש עיצור שורק, הסייד ציין מכניס את הקומפרסור לפעולה ואז העיצור השורק מונמד.

- סייד ציין (Side chain)- זוהי כניסה של אות אשר שולט על אופן הפעולה של המכשיר, אך המכשיר משפיע על אות אחר אשר נכנס בכניסה הרגילה.



אקספנדר (Expander)

אקספנדר הוא מכשיר המרחיב טווח דינמי (גורם לטווח יותר רחב בין הצלילים החזקים לחלשים - בדיוק ההפך מקומפרסור).

יש שני סוגי עבודה של אקספנדרים: כאלו המנמיכים את הצליל החלש וכאלו המגבירים את הצליל החזק. אנו נתמקד בסוג שמנמיך את הצליל החלש משום שהוא לא גורם לאות להכנס לדיסטורשן ולכן יותר נפוץ בעבודה.

הפרמטרים באקספנדר (מעט שונים מאלו שבקומפרסור):

טְרִשׁוּלָד (Threshold) - סף העבודה בו תיכנס הנחתת האקספנדר לפעולה. כל עוד האות לא יעבור את סף הטרשולד האקספנדר ינמיך את האות. אם העוצמה תעבור את הסף- האקספנדר לא יבצע פעולה. הטרשולד נמדד ב dB.

רֵיִינְג' (Range) - כמות העוצמה ב dB בה האקפנדר ינמיך את האות שלא עבר את הטרשולד.

רָשִׁי (Ratio) - בחלק מהאקספנדרים במקום הרנ'ג' יש להם רשיו (כמו בקומפרסור), זהו היחס בו האקפנדר ינמיך את האות בהתאם לרמת העוצמה שמתחת לטרשולד. הרשיו נמדד לפי יחס (2:1). למשל: ברשיו של 2:1 אם האות נמוך ב 1 dB מהטרשולד האקספנדר ינמיך אותו ב 2 dB.

אָטַק (Attack) - תקיפה, באקספנדר האטק יכתיב את מהירות היציאה של הקומפרסור מפעולת ההנמכה. נמדד באלפיות השניה (mili secons).

הוֹלָד (Hold) - השהייה, מאפשר להשהות את הכניסה של האקספנדר לעבודה לפרק זמן שנקבע, נמדד במילישניות (אלפיות השניה).

רְלִיס (Release) - שחרור, מכתוב את מהירות הכניסה לעבודה. (הוא נקרא כך כי הוא משפיע על תחום הרליס במעטפת של הצליל- הרליס במעטפת הוא הזמן בו מונמך האות ומשום שתפקיד האקספנדר להנמיך את האות הרליס אחראי על כניסתו לעבודה). נמדד באלפיות השניה (mili secons).

מצב דָאָקֵר (Ducker) - זהו מצב עבודה בו האקספנדר מנמיך את האות שעובר את הטרשולד (ולא שמתחתיו). אז מה הוא שונה מקומפרסור? הוא שונה בכך שההנמכה תבצע בהתאם לרֵיִינְג' טווח עוצמה שקבענו מראש, ולא לפי רשיו- היחס של האות שעבר את הטרשולד. כלומר, ברגע שהאות עובר אפילו קצת את הטרשולד הוא מייך יונמך בכמות העוצמה שקבענו ברֵיִינְג'.

לִישָׁן (Listen): השמעה, כפתור זה מאפשר לנו לשמוע את האות הזורם בסייד ציין של המכשיר וכך נוכל לכוון את הפילטרים השונים שישפיעו על פעולת המכשיר.



גייט (Gate) - שער

הגייט הוא מכשיר המבצע בקיצוניות אץ פעולת האקספנדר (כמו הלימיטר שהוא קומפרסור קיצוני).

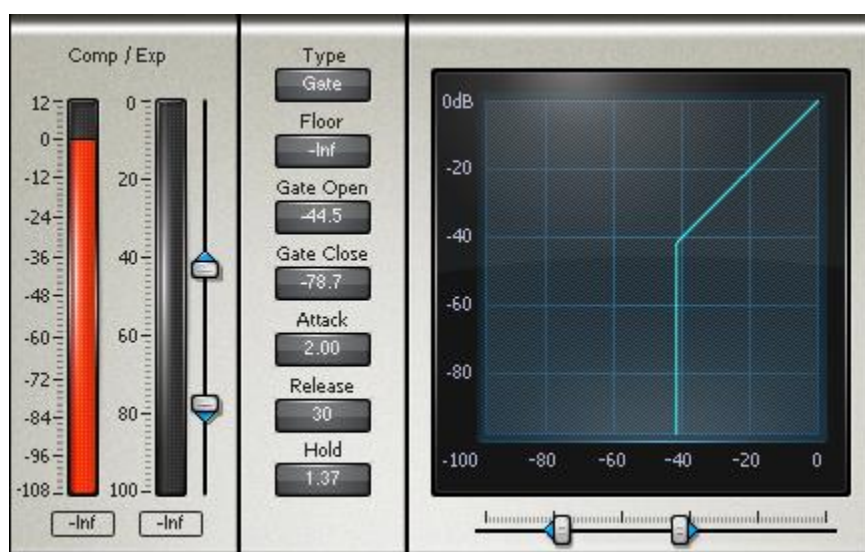
כלומר- כל מה שמתחת לטרשולד יושק ורק מה שיעבור את הטרשולד יושמע. לכן הוא נקרא גייט, שער- על יד אות חזק מהטרשולד השער נפתח והאות יכול להמשיך לזרום, אם האות חלש אין באפשרותו לפתוח את השער.

לפעמים יהיו לנו שני נקודות טרשולד :

באחד נקבע היכן המכשיר יפתח ויתן לאות להישמע.

בשני נקבע היכן המכשיר יתחיל להנמיך את האות- לסגור את השער.

גם במכשיר זה יכולים להיות לנו הפרמטרים: הולד, אטאק ורליס.



מכשיר המאפשר לבחור גייט, אקספנדר או אקספנדר במצב דאקר :



אפקטים מבוססי זמן (מכשירי הידהוד)

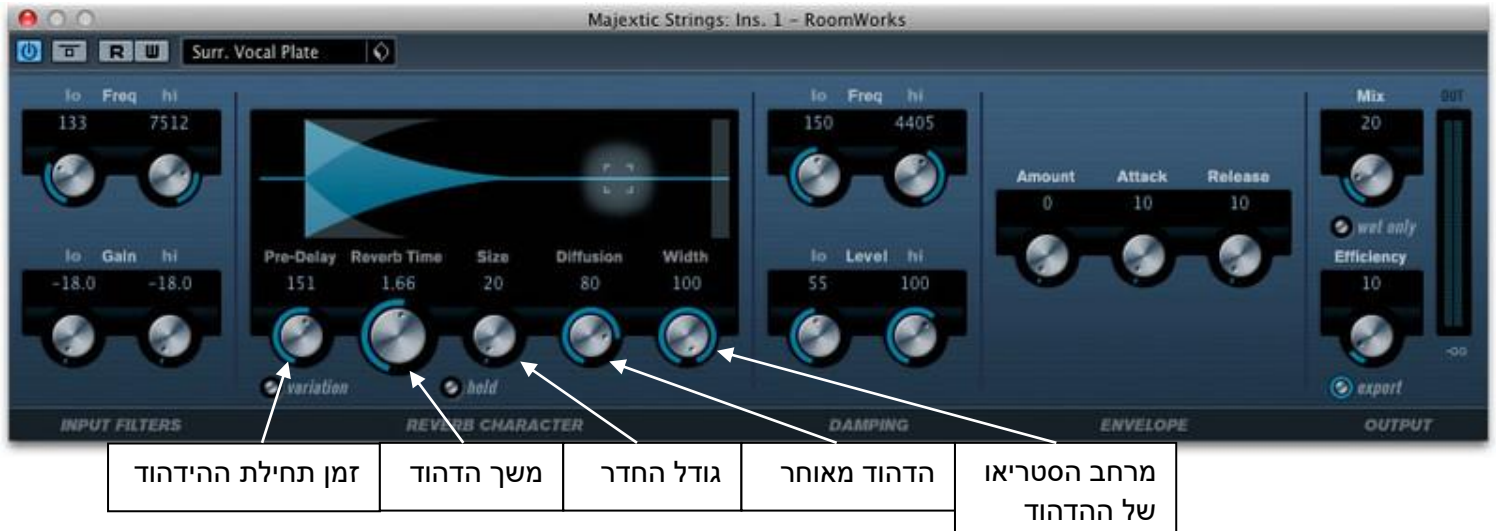
כשגל הקול יוצא ממקור כלשהו הוא פוגע בעצמים מסויימים במרחב ויוצר החזרים, הצליל שאנו שומעים מורכב מהצליל המקורי וגם מההחזרים השונים. ההחזרים יכולים להגיע אלינו מהקירות, מהריצפה, מהתיקרה, משולחן הבקרה ועוד...

הצליל וההחזרים מחולקים לקבוצות:

1. אות ישיר (Direct Signal) - אלו גלי הקול שמגיעים ישירות לאוזנינו בלי שפגעו בעצמים מחזירים, נקרא גם "אות יבש".
2. השהיה ראשונית (Initial Time Delay Gap) - השלב בו יגיע ההחזר הראשון של הצליל.
3. החזרים מוקדמים (Early Reflections) - ההחזרים הראשונים אשר יגיעו מחלל החדר.
4. הדהוד מאוחר (Reverberation) - החזרים מאוחרים המתערבבים ויוצרים צליל ארוך וממושך יותר.

ריוורב (Reverb)

מכשירי הריוורב מאפשרים לנו לכוון את ההחזרים הראשונים והמאוחרים, כמו כן ניתן לכוון את גודל החדר, משך זמן ההדהוד ועוצמת האפקט- יבש או רטוב.



דיליי (Delay)

דיליי הוא אפקט הגורם לצליל המקורי לחזור על עצמו ולהשמע מספר פעמים. במכשיר הדיליי ניתן לכוון כמה חזרות יהיו על הצליל, לאורך כמה זמן ישמעו החזרות, את העוצמה של האפקט לעומת הצליל המקורי ועוד...



המגבר



ישנם כמה סוגים של מגברים וישנם סוגי מגברים הבנויים לשימושים מאוד מסויימים. למשל- יש את ה"קדם מגבר" שזהו המגבר הראשוני ביחידת הכניסה במיקסר. על מנת להבין לעומק את פעולת המגברים יש גם צורך בהבנה של עקרונות החשמל, כאן נביא רק מידע כללי להבנה פשוטה לגבי התחום שנקרא "מגברים".

אנו נעסוק בסוג מגבר הנקרא "מגבר הספק". זוהי יחידת ההגברה האחרונה לפני הרמקול, תפקידו של מגבר זה הוא להגדיל את המתח של אות בעוצמת קו (Line) לעוצמה גבוהה יותר ולהפיק זרם מתאים להנעת רמקולים בגדלים שונים, החל ממגברים קטנים המתאימים לאוזניות ועד למגברים המתאימים לרמקולים בהופעות גדולות ורמקולי סאב וופר.

מהו "הספק"?

המושג "הספק" מגיע מתחום החשמל ופרושה הוא: כמות האנרגיה החשמלית המושקעת בזמן מסויים, יחידת המידה למדידת הספק היא וואט (Watt), במקרה שלנו האנרגיה החשמלית יוצרת הנעה של הרמקולים וככל שההנעה תהיה גדולה יותר כך תתחזק עוצמת הרעש מהרמקולים.

עוצמה של מגבר נקבעת על פי ההספק, כלומר- כמות הוואט, אבל ישנם כמה סוגי וואט שמתייחסים להספק של מגבר (לכן חשוב לדעת לאיזה סוג וואט התכוון היצרן במגבר או ברמקול אקטיבי):

Watt Peak - זוהי העוצמה הגבוהה ביותר אליה מסוגל המגבר להגיע, המונח Peak מתייחס לרגעים קצרים מאוד בהן העוצמה של קטע האודיו חזקה ביותר. חשוב מאוד להבין שמערכת השמע של האדם איטית מכדי לקלוט שינויי Peak, אנו שומעים את העוצמה הממוצעת של קטע האודיו, ולכן גם אם במגבר כתובה עוצמת וואט פיק גבוהה- אנו נשמע עוצמה נמוכה יחסית משום שהעוצמה שכתובה על המגבר מתייחסת לפיקים.

Watt RMS - זוהי מידת העוצמה הממוצעת אליה מגיע הרמקול בעיוות של עד אחוז אחד מהגל המקורי. יחידת מידה כזו תהיה יותר אמינה בשביל מערכת שמע האדם משום שעל המגבר תהיה העוצמה הממוצעת כפי שאדם שומע עוצמה ממוצעת.

- בכלל במגברים, רמקולים אקטיביים ובידוריות, לא כדאי לסמוך ללא בדיקה על העוצמות הרשומות על המוצרים, כדאי לבדוק, להגיע להדגמות ולקבל המלצות ממי שרכש מוצרים כאלו.

איכות המגבר

ישנם כמה גורמים שישפיעו על איכות המגבר וכמובן שעל המחיר שלו:

1. **עוצמת היציאה (Output Power) - "הספק",** כפי שהסברנו קודם.
2. **היענות תדר (Frequency Response) - טווח התדרים בתחום השמע ואף מעבר לכך שהמגבר מסוגל להשפיע עליהם** והיכולת שלו לבצע הגברה או הנמכה בצורה שווה באופן יחסי לתחום רחב ככל האפשר של התדרים.
3. **יחס אות לרעש (Signal to Noise Ratio) - הטווח שבין עוצמת העבודה של המגבר לבין הרעש שהמעגלים החשמליים שלו מייצרים.** לכל מעגל חשמלי יש רעש מסוים שהוא מייצר (בכרטיסי קול, בערוץ במיקסר וגם במגברים) יחס אות לרעש הוא היחס בין העוצמה הגבוהה ביותר שבה אמור לעבוד המכשיר לבין רעש הרקע שנוצר במכשיר מעצם פעולתו גם אם לא נכנס אליו שום סיגנל, הרעש העצמי של המכשיר נקרא "רצפת הרעש", ככל שהיחס אות לרעש יהיה גבוה יותר – המכשיר יחשב שקט יותר.
יחידת המידה לערך זה תהיה dBu - שזוהי מידה למדידת עוצמה חשמלית (ווליום).
4. **מהירות תגובה (Slew Rate) - היכולת של המגבר להגיב במהירות לשינויי עוצמה חדים,** חשוב בעיקר בתחום התדרים הגבוהים (16,000hz – 20,000hz), ככל שהמגבר יהיה מהיר יותר בתגובתו כך הוא יהיה מדויק יותר בהשמעת התדרים הגבוהים.
ערך זה נמדד ביחידות וולט למיקרו שנייה (V/μS).
5. **דאמפינג פאקטור (Damping Factor) - היכולת של המגבר לבטל תנועות מיותרות של הרמקול,** כמו למשל: אם הרמקול ביצע תנועה חזקה ומהירה (כמו של תוף בס) ותנועה זו גורמת לו להמשיך "להתנדנד" בגלל התנופה החזקה קדימה (עיקרון ההתמדה) ואז הרמקול בעצם מייצר תדרים מדומים שלא נמצאים באות האודיו שנשלחה אליו.
6. **מונו ברידג' (Mono Bridge) - אפשרות במגבר סטריאופוני לאחד את שתי יחידות ההגברה ליחידה אחת מונופוניית אשר מכפילה את עוצמת היציאה ואת העכבה המותאמת לעבודה עם המגבר.**

למשל: במגבר סטריאופוני עם עוצמת יציאה של 600 וואט ועם התאמה לעכבה של 4Ω , המגבר יהפוך למונופוני עם עוצמת יציאה של 1200 וואט ומתאים לעכבה של 8Ω .
יש להיזהר- אם נחבר רמקול בעל עכבה נמוכה ממה שצריך הרמקול עלול להינזק.

רמקולים

הרמקולים הם היחידה האחרונה בשרשרת מערכת ההגברה ותפקידם להמיר אותות חשמליים לגלים אקוסטיים על מנת שישמע צליל.

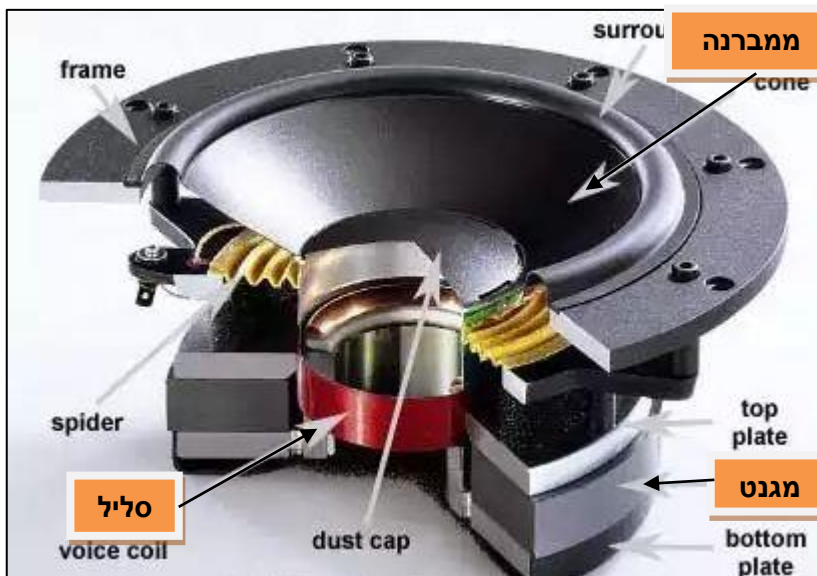
בהסבר על המגברים הוזכר המושג "עכבה"- במילים פשוטות, עכבה היא רמת ההתנגדות החשמלית של מכשיר מסויים, ככל שההתנגדות יותר גבוהה כך יש צורך בזרם חזק יותר על מנת לקבל הספק מסויים. ברמקולים, ככל שהעכבה גבוהה יותר כך עוצמת השמע תהיה נמוכה יותר ונצטרך להגביר יותר את עוצמת מגבר ההספק.
יחידת המידה לעכבה היא "אוהם" שצורתה - Ω .
לרוב רמקולים ינועו בין 4Ω ל- 8Ω .

מבנה הרמקול

ישנם כמה סוגים של רמקולים,

אנו נתמקד בסוג הבסיסי והנפוץ שנקרא "רמקול סליל נע".
רמקול מסוג זה מורכב משני חלקים בסיסיים:

1. דרייבר – ממברנה המחוברת לסליל הממוקם במרכזו של מגנט עגול.
2. תיבה – קופסה אשר משמשת כתיבת תהודה בה מותקנים הדרייברים.



* כמו במיקרופון הדינמי גם הדרייבר ברמקול זה מורכב מסליל המורכב במרכזו של מגנט ושאליו מחוברת הממברנה, רק שברמקול הסליל מקבל מתח חשמלי ויוצר תנודות אחורה וקדימה על פי הזרם.

הפקת הגל האקוסטי מתבצעת על ידי תנודות הדרייבר אחורה וקדימה, בתנועה קדימה הוא דוחף מולקולות אוויר ובתנועה אחורה הוא מושך (שואב) מולקולות אוויר, כמובן שאופן התנודות אמור להיות קבוע על פי הזרם חילופין אשר מגיע מהמגבר, זהו בעצם ה"תדר" שמשדר המגבר לרמקול. רק כאשר הרמקול ינוע בתדר לפי תחום השמע שלנו, כלומר, 20 תנודות (אחורה וקדימה) בשנייה ועד 20,000 תנודות בשנייה – נוכל לשמוע צליל.

סוגי רמקולים (או דרייברים) לפי תחום תדר

אנו כבני אדם יכולים לקלוט מגוון תדרים בעת ובעונה אחת, כלומר, אנו שומעים גם תדרים גבוהים וגם תדרי אמצע, בס, וסאב באותו זמן. כדי שנשמע כמה תדרים יחד, יש צורך שהדרייבר ינוע בצורת גל מורכב אשר מכיל את התדרים האלו.

לרוב רמקול גדול וכבד מתקשה לנוע במהירות המספקת על מנת להפיק תדרים גבוהים, ומאידך רמקול קטן או שבנוי להפקת תדרי אמצע יתקשה להפיק תדרים של בס וסאב.

לכן מייצרים רמקולים אשר מיועדים להפיק תחום תדרים מסויים,

רמקולים אלה מתחלקים לפי תדרים- גבוהים, אמצע, בס, וסאב.

רמקול לתדרים גבוהים נקרא: טוויטר (Twitter)

רמקול תדרים אמצע נקרא: מיד (Mid)

רמקול התדרים הנמוכים: בס (Bass)

רמקול התדרים המאוד נמוכים: סאב וופר (Subwoofer)

את סוגי הרמקולים האלו ניתן להתקין יחד בתוך קופסא משותפת, או כרמקולים בודדים שלכל אחד קופסא משלו.

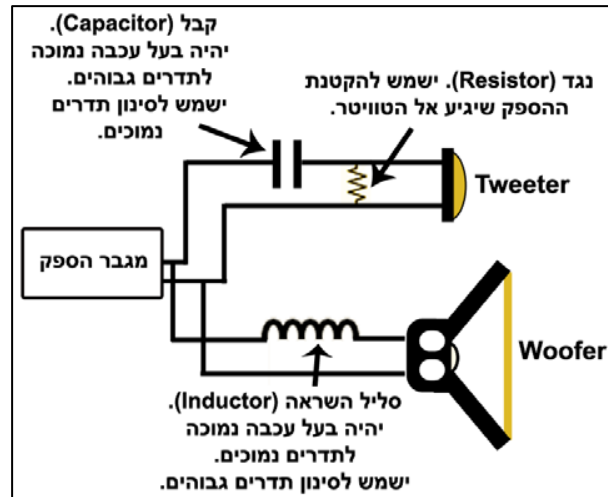
המטרה היא שכל תחום תדר יופק על ידי הרמקול המתאים לו, טוויטר הוא קטן וקל ולכן יכול לנוע מהר ולהפיק את התדרים הגבוהים ביותר, לסאב וופר יש מגנט גדול וממברנה גדולה והוא יכול לבצע תנועה יותר רחבה וכך לדחוף יותר אוויר בעוצמה חזקה על מנת שיחושו בתדרים הנמוכים ביותר.



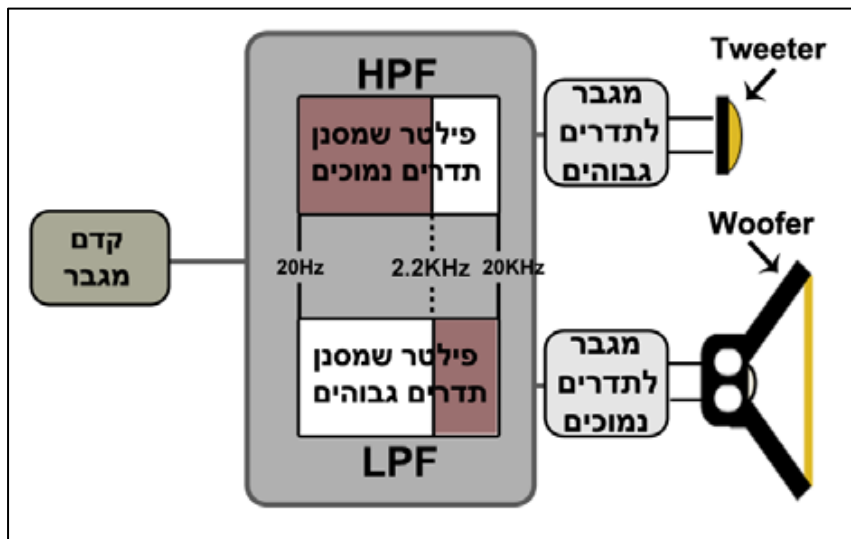
על מנת שכל תחום תדרים יגיע לרמקול המתאים לו – משתמשים ברכיב שנקרא קרוסאובר (Crossover), רכיב זה מכיל פילטרים והוא אחראי לחתוך את התדרים שאינם מתאימים להפקת הרמקול, למשל שתדרי הבס לא יגיעו לטוויטר, ושתדרים גבוהים לא יגיעו לסאב כי ממילא הוא לא יכול להפיקם בגלל המשקל והגודל שלו.

קרוסאובר (Crossover)

ישנם שני סוגי קרוסאברים, אקטיבי ופאסיבי, שניהם מכילים פילטרים ואמורים לבצע אותה פעולה של חיתוך תדרים וההבדל בניהם הוא שהקרוסאובר האקטיבי מכיל רכיבי הגברה וזקוק למתח חשמלי על מנת לפעול.



קרוסאובר פאסיבי:



קרוסאובר אקטיבי:

לכל קרוסאובר, פאסיבי או אקטיבי יש נקודות חיתוך שנקבעות על ידי הייצרן (נקודת חיתוך: מאיזה תדר הגל יישלח לטוויטר ומאיזה תדר הגל ישלח למיד),

ישנם קרוסאברים הניתנים להגדרת נקודות החיתוך על ידי המשתמש, קרוסאברים הניתנים להגדרה נפוצים התחום ההגברה.



חיווט ומחברים

כבל מאוזן ובלתי מאוזן (Balanced & Unbalanced)

כבל בלתי מאוזן Unbalanced

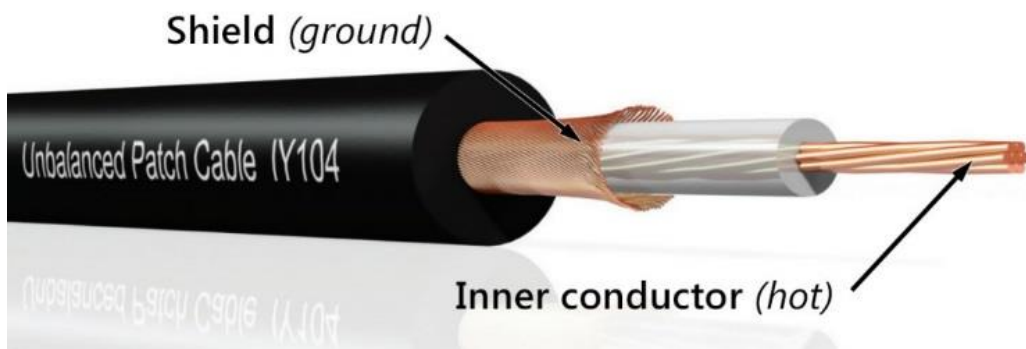
כבל הסאונד מורכב מלפחות שני גידים אשר אחד מהם מעביר את אות האודיו והגיד השני משמש לסיכוך (מוליך חשמלי אשר מלוכף סביב הגיד המרכזי), שני הגידים מבודדים זה מזה על ידי חומר פלסטי שעוטף אותם. הסיכוך נועד על מנת למנוע מהפרעות אלקטרומגנטיות הנמצאות באוויר לחדור אל הגיד המרכזי ולהתווסף לאות החשמלי המועבר דרכו. הפרעות אלו נובעות בדרך כלל מכבלי מתח קרובים, טלפונים סלולריים, משדרי רדיו ועוד...

בדרך כלל הפרעות שהסיכוך יצליח למנוע יהיו תדרים גבוהים, להפרעות בתדרים נמוכים לא תמיד יהיה הסיכוך יעיל ולכן יש עוד אמצעי הגנה שמשמש בעיקרון ה"הארקה".

"ההארקה" הוא גוף מוליך אשר מחובר ישירות לקרקע כדור הארץ, על פי חוקי החשמל, כדור הארץ בעל פוטנציאל חשמלי נמוך ולכן האלקטרונים ישאפו להגיע לשם כמו מים ששואפים לזרום ממקום גבוה למקום נמוך ולהיות מאוזנים. ההפרעות החשמליות אשר נקלטות בקו ההארקה נשלחות לקרקע כדור הארץ ומתפרקות שם. כמו כן, המטרה העיקרית של ההארקה הוא להגן על חיי אדם ולמנוע התחשמלות- במקום שזרם לא רצוי יזרום דרך גוף האדם הזרם יורד לקרקעית כדור הארץ. את הסיכוך של הגיד שולחים בדרך כלל להארקה.

כבל בעל שני גידים במבנה של גיד מרכזי וסיכוך (שמגיע להארקה) נקרא – כבל לא מאוזן.

Unbalanced cable



כבל מאוזן Balanced

ישנה דרך נוספת למניעת ההפרעות, דרך זו נעשית על ידי שימוש בכבל של שלושה גידים.

1. גיד מרכזי – מעביר את אות השמע.

2. גיד נוסף – מעביר את אותו אות שמע בפאזה הפוכה.

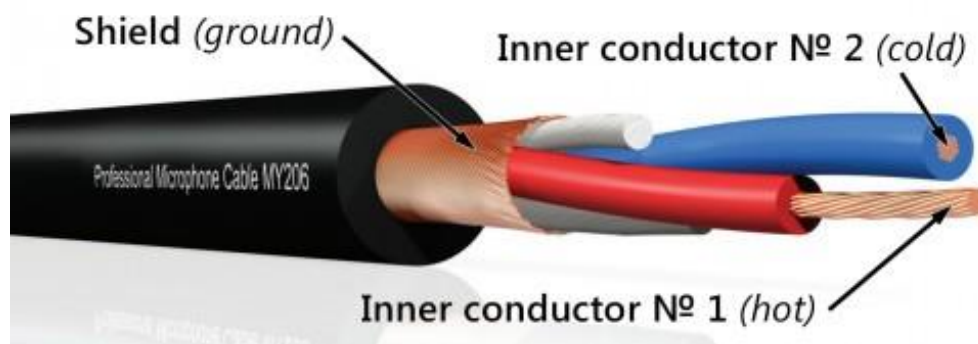
3. גיד הארקה – מקבל הפרעות ושולח אותן לקרקע.

במכשירים אשר בנויים לקבל כבל מאוזן (כמו מיקרופונים מקצועיים) ישנו מעגל אשר שולח את האות לשני גידים בפאזות הפוכות.

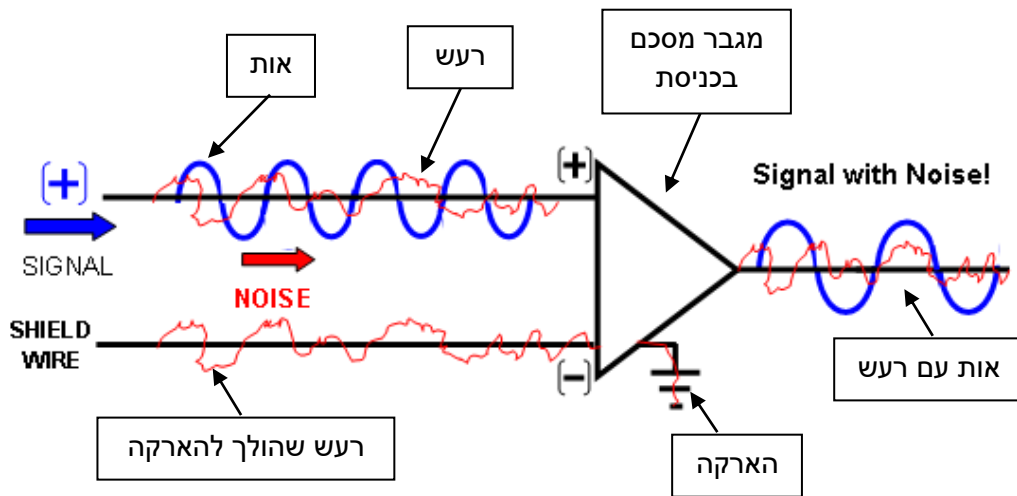
ההפרעות אשר מתקבלות על הכבל נקלטות בשני המוליכים באותה פאזה, ואז במכשיר שאליו נכנס הכבל יש מעגל אשר מסכם את שני גידי אות השמע והופך את הפאזה של הגיד השני אשר מוליך את האות, דבר זה יוצר השוואה בין הפאזות של אות השמע ולכן הוא גם מוגבר פי שניים (6 dB), והפאזות של ההפרעות אשר היו שוות בהתחלה נהפכות ולכן מבטלות אחת את השניה. כך אנו מקבלים אות שמע נקי מהפרעות וחזק יותר.

כבל בעל שלושה גידים במבנה של גיד +, גיד -, וסיכוך (שמגיע להארקה) נקרא – כבל מאוזן.

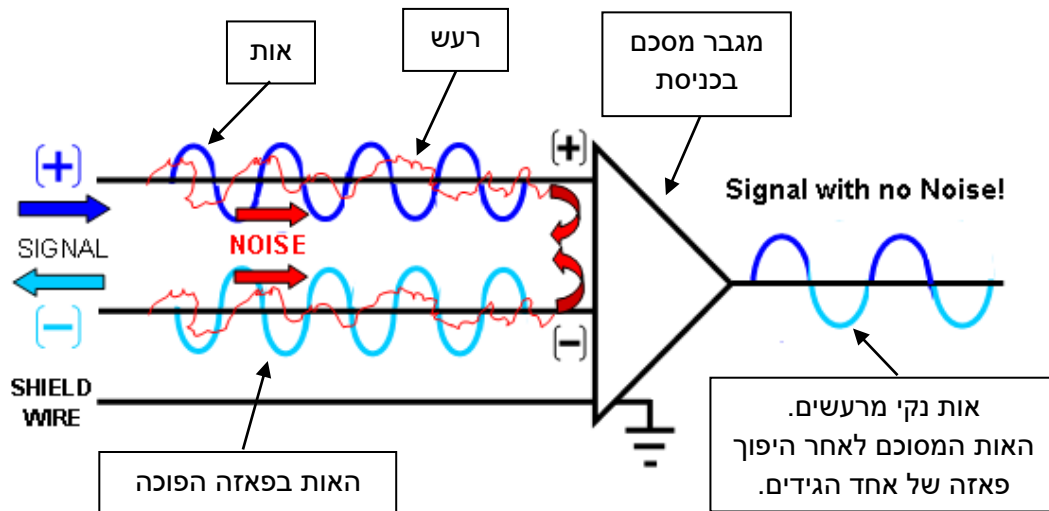
Balanced cable



תרשים פעולת כבל בלתי מאוזן:



תרשים פעולת כבל מאוזן:



לכבל מאוזן יש שימוש נוסף- העברת מתח פאנטום (Phantom Power). לשם הפעלת מיקרופונים מסוג קונדנסר. מתח DC של 48 וולט נשלח מהמכשיר אליו מחברים את המיקרופון (מיקסר או כרטיס קול), הערך החיובי של מתח הפאנטום מוזן דרך שני הגידים המרכזיים והערך השלילי מוזן לגיד הסיכור.

סוגי מחברים

ישנם כמה סוגי מחברים נפוצים לשימושי אודיו, יש לשים לב האם המחברים מאוזנים או בלתי מאוזנים לפי צורך העבודה שלנו.

הערה חשובה: חיבור וניתוק כבלים יש לבצע תמיד על ידי אחיזה ומשיכה במחבר ולא במשיכת הכבל, דבר זה ימנע ניתוקים של הלחמות הכבלים וישמור עליהם תקינים. ברבים מהמחברים יש לחצני אבטחה, הם נועדו למנוע ניתוק לא רצוי באמצע עבודה, לכן בעת חיבור וניתוק המחבר יש להיות מודע להם ולהשתמש בהם בצורה נכונה.

– XLR

מחבר נפוץ לכבל מאוזן, משתמשים בו בעיקר לחיבור מיקרופונים ובין מיקסרים לרמקולים אקטיביים. למחבר ה XLR יש שני דגמים- זכר ונקבה אשר מולחמים בקצה הכבל, כך ניתן גם "לשרשר" כבלים כאשר כבל בודד קצר מהאורך הנצרך לעבודה.

מחבר נקבי ישמש תמיד לכניסה (קבלה של האות).

מחבר זכרי ישמש תמיד ליציאה (שליחה של האות).

במחבר זה ישנם שלושה פינים אשר מחוברים אל שלושת הגידים של הכבל המאוזן, ליד כל פין כתוב בדרך כלל מספר:

פין מספר 1: מתחבר לסיכוך (Sleeve) (בדרך כלל החוט השחור).

פין מספר 2: מתחבר אל המוליך החיובי (Tip) (בדרך כלל החוט האדום).

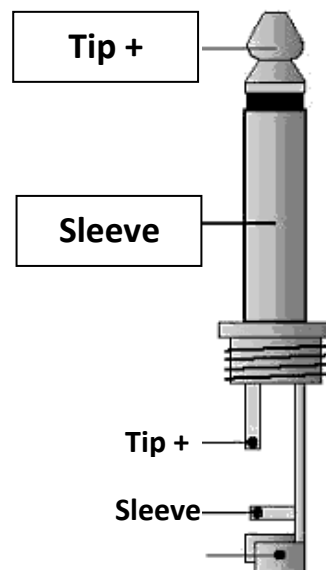
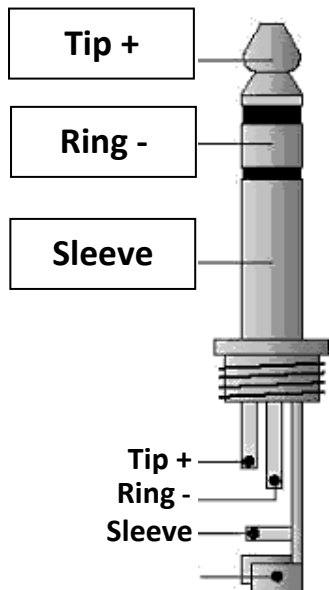
פין מספר 3: מתחבר אל המוליך השלילי (Ring) (בדרך כלל החוט הכחול).



TRS – I – TS (נקרא גם "PL גדול") –

מחבר אשר משמש לרוב לחיבור בין מכשירי אודיו חשמליים, כלי נגינה ועוד...
 TRS- זהו דגם המחבר אשר מותאם לשלושה גידים (כבל מאוזן).
 TS- זהו דגם המחבר אשר נועד לשני גידים (בלתי מאוזן).
 גם למחבר זה יש דגם זכרי ודגם נקבי, אבל כמעט תמיד בשני קצוות הכבל יהיה מחבר זכרי. המחבר הנקבי יהיה בדרך כלל בכניסות או יציאות מכשיר חשמלי או כלי נגינה.

במחבר זה גם משתמשים לחיבורי אוזניות, באוזניות המחבר עצמו הוא מאוזן אך הוא מתפצל לשניים- אוזניה ימין, ואוזניה שמאל.
 - החוט השחור (סיכוך) מתפצל לשני האוזניות.
 - החוט האדום (מוליך אות שמע LEFT) מתחבר לאוזניה שמאל.
 - החוט הכחול או לבן (מוליך אות שמע RIGHT) מתחבר לאוזניה ימין.
 לכן האוזניות עצמן מקבלות אות שמע בלתי מאוזנת, כי כאן אין את מנגנון שליחת האות בפאזה הפוכה והיפוך הפאזה במעגל הכניסה של האות.



– RCA

מחבר אשר משמש בעיקר חיבור מערכות אודיו ווידאו.
זהו מחבר שאינו מאוזן. גם כאן כמעט כל הכבלים בעלי מחברי RCA הם בעלי מחברים זכריים בשני הקצוות, המחברים הנקביים נמצאים על גבי כניסות או יציאות מכשירי האודיו והוידאו.
הגיד המרכזי (Tip) מתחבר אל הפין שבמרכז המחבר.
גיד הסיכוך (Sleeve) מתחבר אל הטבעת המקיפה את הפין המרכזי.



RCA נקבה

Speakon (ספיקון)

ספיקון הוא מחבר המשמש לחיבור בין מגברים לרמקולים פאסיביים וגם לשירשורים בין רמקול לרמקול. בדרך כלל כבל בעל מחבר כזה יהיה יחסית עבה (לעומת כבל XLR) כדי לעמוד בעומס המתח של מגברים חזקים במיוחד. מכיוון שברמקול בדרך כלל יש כמה אלמנטים שמחולקים לפי תחומי תדר (וופר לתדרי הבס, וופר לתדרי המיד וטוויטרים לתדרים הגבוהים) יכולים להיות לנו בתוך כבל ספיקון כמה זוגות גידים שכל זוג שולח תחום תדר מסויים אל האלמנט המתאים לו ברמקול.

לכן, ישנם כמה סוגים של מחברי ספיקון:

- ספיקון 2: מכיל שני גידים (פלוס ומינוס), מיועד לשליחת כל תחומי התדרים אותו דבר לכל האלמנטים).
 - ספיקון 4: מכיל ארבעה גידים (מיועד לשלוח שני תחומי תדר לשני אלמנטים בנפרד).
 - ספיקון 8: מכיל שמונה גידים (מיועד לשליחה לארבעה תחומי תדר ולארבעה אלמנטים בנפרד)
- הספיקון מתחבר על ידי הכנסת המחבר וכרבע סיבוב ימינה, בהוצאתו מסובבים כרבע סיבוב שמאלה ומשושכים החוצה. ניתן לומר שמחבר הספיקון 4 וספיקון 8 משמשים כמו מולטי כבל.



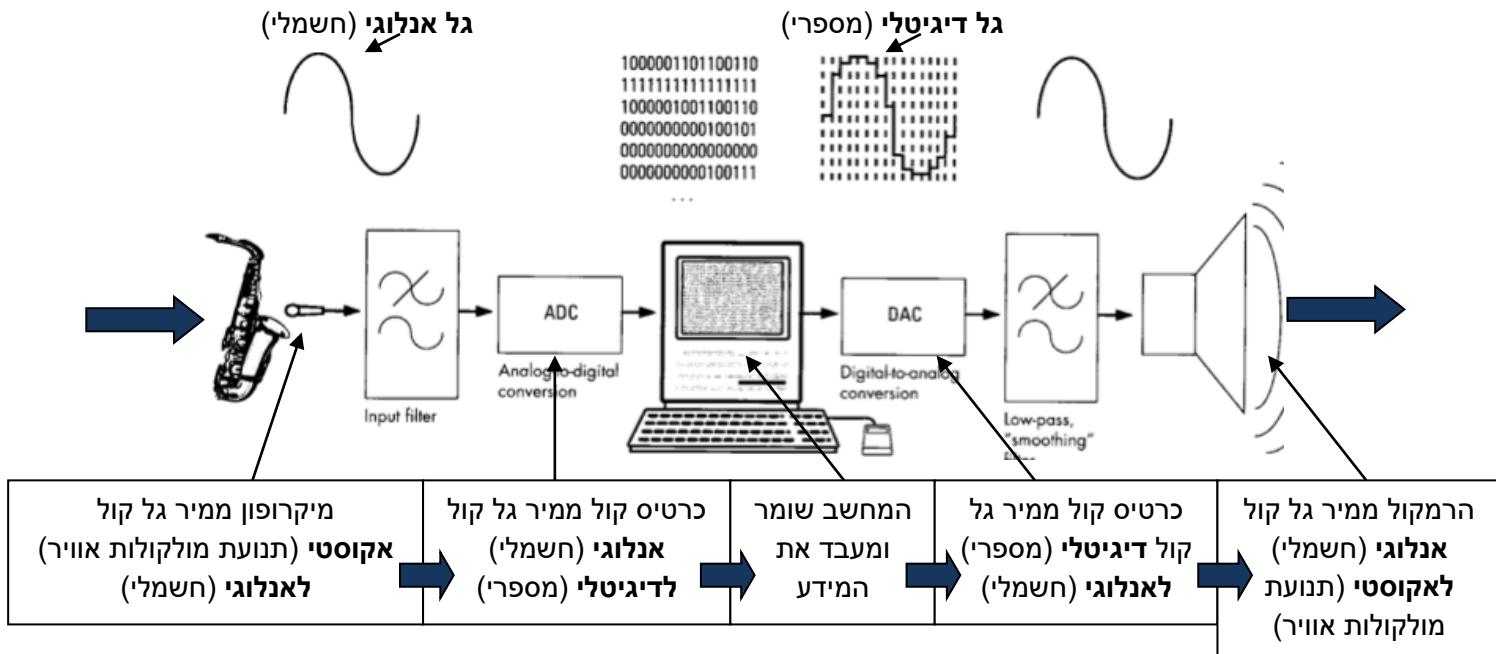
אודיו דיגיטלי

זוהי שיטה לדגימה (הקלטה / שמירה) ושחזור האות החשמלי בצורה מספרית (בשיטה הבינארית).

ישנם שני שיטות לדגימה ושחזור אודיו וגם תמונה ווידאו:

1. אנלוגי – חשמלי
(מדיה בשיטה אנלוגית: תקליטים, קלטות, קלטת וידאו, פילים למצלמה)
2. דיגיטלי – מספרי
(מדיה בשיטה הדיגיטלית: דיסקים, מכשירי MP3, דיסק-און-קי)

שרשרת הדגימה:



על פי מה שכתבנו במבוא בעניין מרכיבי גל הקול (גם האקוסטי וגם החשמלי), ישנם שלושה מרכיבים:

1. תדירות - מספר גלים בשניה
2. משרעת - עוצמה
3. פאזה – כיוון הזרימה (קדימה או אחורה, דחיפה או משיכה)

על מנת לדגום את הגל בשיטה הדיגיטלית צריך שתהיה אפשרות לשמור כל אחד משלושת המרכיבים.

תדר דגימה (Sample rate)

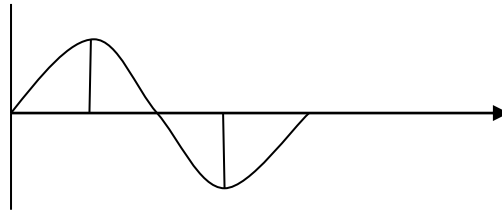
תדר דגימה הוא מספר הפעמים בשניה בו המחשב מצלם ושומר את הערך של המתח החשמלי והפאזה של הגל האנלוגי. כלומר, זה שומר את התדירות והפאזה. כמו כל תדר, המרכיב הזה נמדד ב- הרץ (Hz). ככל שנצלם את הגל יותר פעמים בשניה כך הגל הדיגיטלי שיווצר במחשב יהיה דומה יותר למקור.

תדרי הדגימה הנהוגים כיום הם:

- 44,100 Hz (44 אלף ומאה דגימות בשנייה, הפורמט של דיסק שמע)
- 48,000 Hz
- 96,000 Hz
- 192,000 Hz

מדוע התדר הנמוך ביותר הוא 44,100 Hz?

משום שטווח התדרים שאדם שומע הוא מ- 20 Hz עד 20,000 Hz, כדי להצליח לדגום את כל התדרים של תחום השמע- כל גל צריך לפחות שני צילומים, אחד לפאזה החיובית ואחד לפאזה השלילית.



לכן כדי להצליח לדגום את התדר הגבוה ביותר, שהוא 20,000 Hz נצטרך שני צילומים לכל גל שזה אומר $40,000 = 2 \times 20,000$, כך המהנדסים של השיטה מצאו פורמט שכבר עבד בכמה מכשירים בתדר של 44,100 Hz וזה התאים להם לדגימה של התדר הגבוה ביותר ולכן הם החליטו להשתמש בתדר זה להמרת אנלוג לדיגיטל ובייצור של דיסקים לשמע.

כמובן שככל שנרבה בכמות הצילומים לשנייה כך נוכל גם בתדרים הגבוהים לצלם יותר פעמים והשחזור שלהם יהיה יותר נאמן למקור.

ערך הביט (סיבית / עומק סיביות) (Bit rate)

ביט / סיבית- "binary digit" - סיפרה בינארית, יחידת הנתונים הקטנה ביותר בה משתמש המחשב, מייצגת ערך בודד של הסיפרה 0 או 1 (1- יש זרם, 0- אין זרם). באמצעות הערכים הבינאריים המחשב מייצג מספרים על ידי הספרות 0 ו-1 בלבד, למשל- הסיפרה "15" תיוצג במחשב כ "1111", כל ספרה בנארית היא ביט, כלומר- במספר "1111" המחשב משתמש ב 4 ביטים.

אם כל ביט יכול להיות 0 או 1, זה אומר שהוא יכול לייצג 2 ערכים, 2 ערכים אלו בחזקת מספר הביטים הפועלים במחשב יתנו לנו את כמות מדרגות העוצמה שתהיה לנו בכל דגימה. למשל:

אם פועלים 4 ביטים, אז- $2^4 = 16$, כלומר, 16 מדרגות עוצמה. בדיסק שמע משתמשים ב 16 ביטים, כלומר- $2^{16} = 65,536$, כלומר, עשרות אלפי מדרגות עוצמה, וכך הם מתרבים עם עבודה בכמות ביטים גבוהה יותר.

- כל ביט מוסיף 6 dB לטווח הדינאמי (dB = מידת עוצמה).
לכן דיסק CD יהיה בעל טווח דינמי של 96 dB (6X16), בעוד שפרוייקט בעל ערך של 24 bit יהיה 144 dB (6X24).
(הטווח הדינמי של האוזן האנושית הוא כ 120 dB-dBspl אקוסטי)

יחידות הנתונים במחשב:

טרה בייט -TB	ג'יגה בייט -GB	מגה בייט -MB	קילו בייט -KByte	בייט -Byte	ביט - Bit
GB 1000	MB 1000	KByte 1000	byte 1000	8 ביטים	היחידה הקטנה ביותר

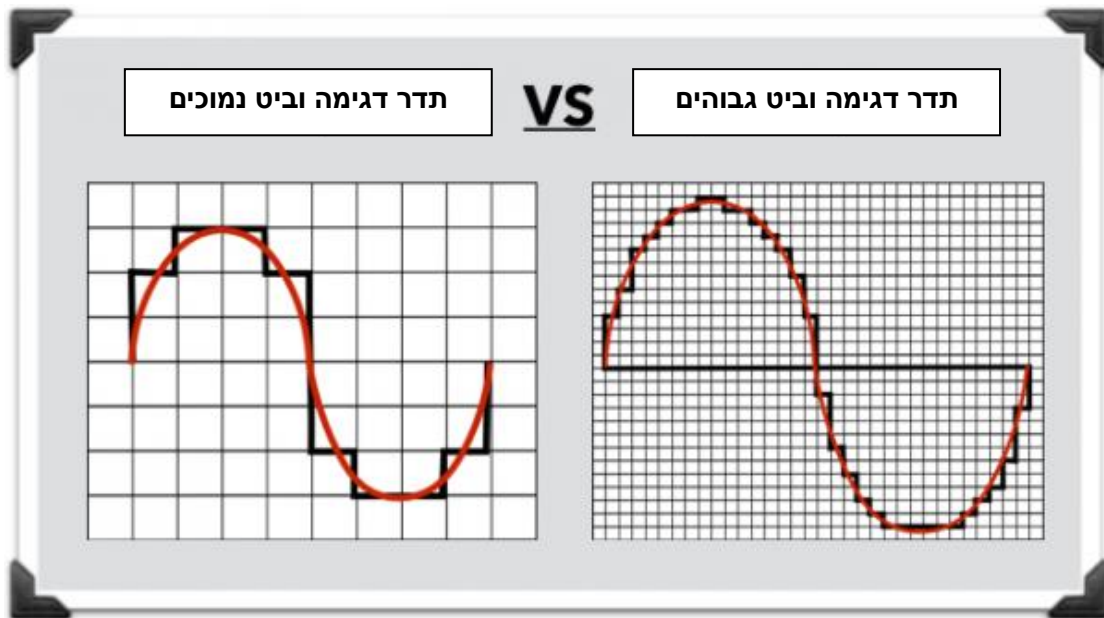
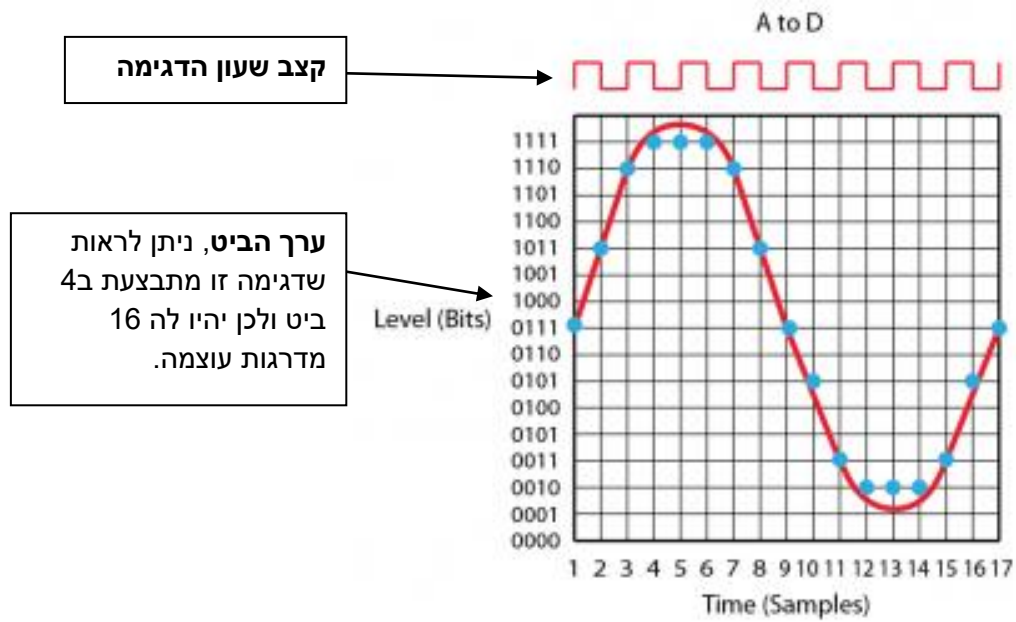
נאמר כבר שתדר הדגימה מייצג את כמות הצילומים בשנייה ושינויי הפאזה של האות האנלוגי (כלומר- תדר ופאזה).

הערך של עוצמת האות נדגם על ידי כמות הביטים.

כל צילום של תדר הדגימה מכיל גם כמות של ביטים (מדרגות עוצמה), האות הנדגם מעוגל לערך העוצמה הקרוב אליו. לכן, ככל שיהיו לנו יותר ביטים כך העוצמה של האות (שהיא הווליום) תהיה יותר נאמנה למקור שהוקלט.

ערכי הביט הנהוגים כיום:

- Bit 16 (הפורמט של דיסק שמע)
- Bit 24 (הפורמט המשמש להקלטות ועבודות הגברה דיגיטליות)
- Bit 48
- Bit 88
- Bit 192



- ניתן לראות שבתדר דגימה וביט גבוהים הגל שיתקבל יהיה יותר דומה למקור.

פורמטים דיגיטליים של אודיו

- **PCM - Pulse Code Modulation**, זהו לא פורמט אלא שיטת קידוד לקובץ דיגיטלי לא דחוס בו משתמשים סוגי הקבצים Wave ו- AIFF.
 - **Wave**- פורמט פופולארי, מקודד בשיטת ה- PCM, אינו דחוס.
 - **AIFF**- פורמט של חברת Apple, מקודד בשיטת ה- PCM, אינו דחוס.
 - **CDA**- פורמט של קומפקט דיסק (דומה ל-Wave) מקודד בשיטת ה- PCM.
 - **MP3**- פורמט לקידוד ודחיסת המידע הדיגיטלי, זהו פורמט אשר מאבד נתונים של קבצי האודיו.
- פורמט זה משתמש בחוקים פסיכו-אקוסטיים, מנצל את חולשות מערכת השמע של האדם, משתמש בכמות הֶבִּיטִים (Byte) בצורה המשתנה במהלך קטע האודיו ועוד...- כך הוא גורם להפחתת מידע מקובץ האודיו וגם להפחתת נפח הקובץ לעומת קבצים אחרים שאינם דחוסים.
- עם זאת יש מספר איכויות בהן ניתן לקודד את קובץ ה-MP3 על מנת שיהיה כמה שיותר דומה למקור, איכות זו נמדדת בכמות הקילו-ביט לשנייה (Kbps). איכות סבירה מתחילה מ- 128 Kbps ועד האיכות המומלצת 320 Kbps.

הגדרות בסיסיות בתאוריה של המוסיקה

מבנה המקלדת ושמות הצלילים:

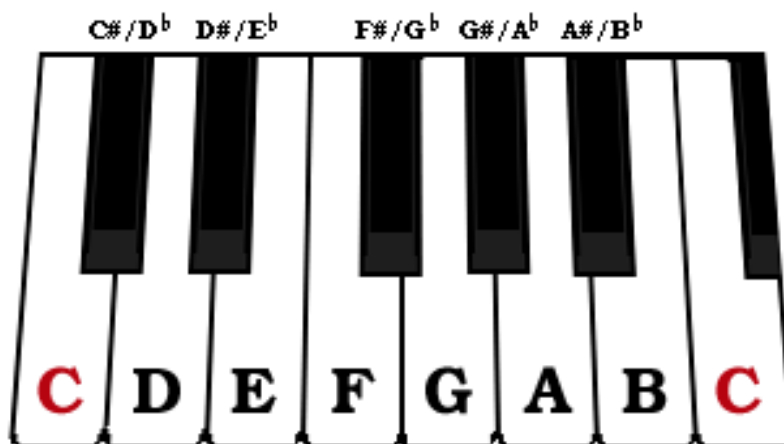
המקלדת בנויה מרצף של קלידים המסודרים במרווחים קבועים וקובעים את גובה הצליל. המרווח בין כל קליד למשנהו (כולל הקלידים השחורים) הוא חצי טון, לכן, המרווח בין שני קלידים לבנים שבניהם יש קליד שחור יהיה טון אחד (ראה בתרשים).

← למטה
→ למעלה

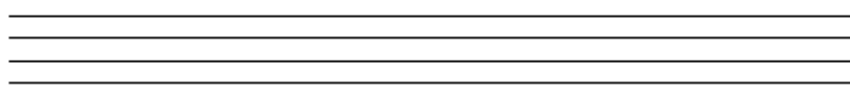
דו# רה♭	רה# מי♭	פה# סול♭	סול# לה♭	לה# סי♭	דו# רה♭	רה# מי♭	פה# סול♭	סול# לה♭	לה# סי♭				
דו	רה	מי	פה	סול	לה	סי	דו	רה	מי	פה	סול	לה	סי

שמות הצלילים באותיות באנגלית

במוסיקה המערבית יש שבעה צלילים קבועים, רצף של שבעת הצלילים על המקלדת כולל הצליל השמיני נקרא "אוקטבה", כל צליל משבעת הצלילים שבאוקטבה חוזר על עצמו באוקטבות אחרות רק בגובה כפול מקודמו (לכן יש מקלדות של אוקטבה, שתי אוקטבות וכולי...).
 לכל צליל על המקלדת יש שם (דו, רה, מי...) וגם אות באנגלית המסמלת אותו, האותיות באנגלית משמשות גם לסימון אקורדים על שם צליל הבסיס שלהם.



החמשה: חמש שורות אשר עליהן רושמים את התווים, סולם, סימני היתק ועוד. הוראות במוסיקה.



מרווחים מוזיקליים

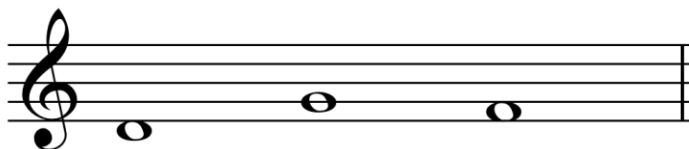
מרווח - מרחק בין שני צלילים, המרווח נמדד בטונים (ראה בתרשים הראשון).

מרווח יכול להיות מלודי או הרמוני.

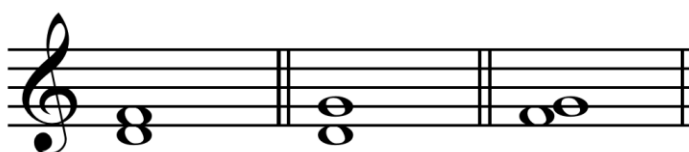
מלודי - כששני צלילים ומעלה מושמעים זה אחר זה.

הרמוני - כששני הצלילים ומעלה מושמעים יחד בו זמנית.

מלודי



הרמוני



מרחק בטונים		ערך מספרי	שם המרווח
0	זכה	1	פרימה
0.5	קטנה	2	סקונדה
1	גדולה		
1.5	קטנה	3	טרצה
2	גדולה		
2.5	קטנה	4	קוורטה
3	גדולה		
3.5	זכה	5	קווינטה
4	קטנה	6	סקסטה
4.5	גדולה		
5	קטנה	7	ספטימה
5.5	גדולה		
6	זכה	8	אוקטבה

סימני היתק

סימני היתק הם סימנים הנכתבים על החמשה מימין למפתח (מהו מפתח- ראה בהמשך...) או משמל לתו הכתוב על החמשה.



סימנים אלו מורים על הזזה (היתק) של התו למיקום שונה על פי כללים אלו:



דיאז # - משנה את הצליל בחצי טון למעלה.
 במול b - משנה את הצליל בחצי טון למטה.
 בקור - מבטל את סימן ההיתק.

ישנו סדר לכתיבת הדיאזים והבמולים מימין למפתח, כפי התרשים הבא:

סדר הדיאזים: פה חז סול רה לה מי סי



סדר הבמולים: סי מי לה רה סול חז פה



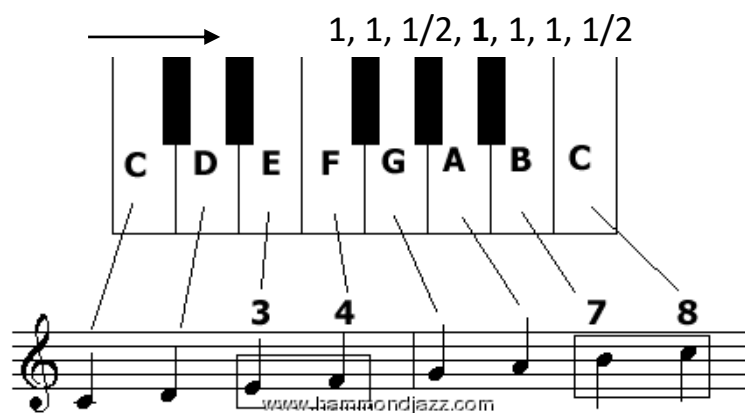
סולמות ומפתחות

סולם (Scale) - רצף של צלילים עולה או יורד ביחס מסויים התחום באוקטבה אחת (אוקטבה תכיל 12 תווים- כולל הקלידים השחורים). הסולם הוא מחסן הצלילים של היצירה המוסיקלית.
 צליל דיאטוני- שייך לסולם.
 צליל כרומטי- זרות לסולם.
 אנהרמוניה- רישום שונה על גבי החמשה לאותו צליל (ראה תרשים)

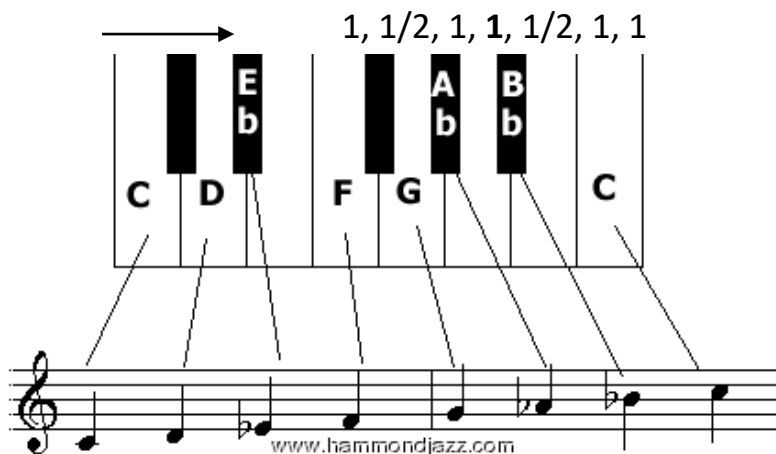


ישנם שני סוגי סולמות עיקריים- סולם "מאז'ורי" וסולם "מינורי", ההבדל הוא ביחס המרווחים שלהם:

סולם מז'ורי (Major)- יחס המרווחים הוא (משמאל לימין)



סולם מינורי (Minor)- יחס המרווחים הוא (משמאל לימין)



שם הסולם נקרא על שם הצליל הפותח והמסיים (האוקטבה) שלו, וכן אם הוא מז'ורי או מינורי על פי יחס המרווחים בין צלילי הסולם (הצלילים הדיאטוניים). למשל, סולם המתחיל ונגמר ב"דו" ויחס המרווחים בו הוא מאז'ורי יקרא- "דו מאז'ור". כמו כן, סולם המתחיל ונגמר ב"פה" ויחס המרווחים בו הוא מינורי יקרא- "פה מינור".

מפתח

מפתח- סימן להבנת גובה הצליל בתחום השמע על החמשה.



- הערה- יש לשים לב שהתווים שבמפתח סול אינם כתובים באותו מיקום במפתח פה, למשל- במפתח סול התו "דו" כתוב על קו מתחת לקו הראשון של החמשה, במפתח פה אותו תו יהיה "מי".

אקורדים

אקורד - שלושה צלילים או יותר המושמעים בו זמנית (מרווח הרמוני) ומסודרים ברצף של טרצות.
(טרצה - מרווח של 3 תווים, ראה בטבלת מרווחים בעמוד 2).

גם באקורדים יש שני סוגים בסיסיים - אקורד מז'ורי ואקורד מינורי.

צלילי האקורד המשולש:

1. צליל יסודי (או שורש האקורד) - צליל הבסיס של האקורד המשולש. על שמו נקרא האקורד כולו והוא מסומן באות באנגלית על פי שמות הצלילים (ראה עמוד 1).
2. צליל הטרצה: הצליל הנמצא במרווח טרצה מעל לצליל היסודי. צליל זה קובע האם האקורד המשולש הוא מז'ורי (טרצה גדולה) או מינורי (טרצה קטנה) ועל כן גם את שם האקורד ואת 'צבעו'.
3. צליל הקווינטה: הצליל הנמצא במרווח קווינטה מעל לצליל היסודי.

מדרגה - ההרמוניה המסורתית בונה את האקורדים שלה בתחום הסולם המז'ורי או הסולם המינורי. כל אחד מן הסולמות מכיל 7 צלילים ואלה נקראים בשם "מדרגות". בסולם דו מז'ור, למשל, דו הוא המדרגה הראשונה, רה השנייה וכו'. כל מדרגה של סולם מז'ורי או מינורי יכולה לשמש כצליל יסודי של אקורד משולש, ולכן בכל סולם קיימים שבעה אקורדים משולשים.

שמות האקורדים - אקורדים מסומנים גם כן באותיות באנגלית ($G - A$), הם נקראים על שם צליל הבסיס שממנו הם מורכבים.
אקורד מז'ורי יהיה מסומן באות אנגלית גדולה. למשל, "C" (שזה "דו").
אקורד מינורי יהיה מסומן באות אנגלית גדולה עם תוספת "m" קטנה.
ה-"m" הוא קיצור של המילה Minor שפירושה מאנגלית - שולי, משני.
למשל, "Cm" (שזה "דו" ועליו יש לבנות אקורד על פי מרווחי המינור).

נוסחאות הבנייה של האקורד

- כדי לבנות אקורד (הרמוני) שילווה צליל **מלודי** מסוים עלינו לבצע:
1. מציאת צליל הבסיס המתאים לאותו צליל או קבוצת צלילים מלודיים, צלילים אלו הם לרוב חלק מצלילי האקורד שיבנה.
 2. לבנות מעל צליל הבסיס את הטרצה והקווינטה המתאימים לפי אופי המלודיה והסולם- מאז'ור או מינור.

מרווחי האקורד המז'ורי יהיו:

טרצה גדולה ואחר כך טרצה קטנה.
כלומר- (משמאל לימין) 1.5, 2 טון.

למשל, אם מצאתי **שצליל הבסיס** הוא "דו", והאופי של המנגינה הוא "שמח" כך שיתאים לו **אקורד מאזורי**, אני מתחיל מ"דו" ו**סופר כלפי מעלה 2 טון**- זה מביא אותי לצליל "מי", אחר כך מהצליל "מי" אני **סופר עוד 1.5 טון**- וזה מביא אותי לצליל "סול".
כלומר, צלילי האקורד שלי הם- **דו, מי, סול**.
שמו של האקורד יהיה- "C", על שם צליל הבסיס "דו" ששמו באנגלית הוא "C".

מרווחי האקורד המינורי יהיו:

טרצה קטנה ואחר כך טרצה גדולה.
כלומר- (משמאל לימין) 1.5, 2 טון.

למשל, אם מצאתי **שצליל הבסיס** הוא "דו", והאופי של המנגינה הוא "עצוב" כך שיתאים לו **אקורד מינורי**, אני מתחיל מ"דו" ו**סופר כלפי מעלה 1.5 טון**- זה מביא אותי לצליל "מי בִּמֹּזֶל", אחר כך מהצליל "מי" אני **סופר עוד 2 טון**- וזה מביא אותי לצליל "סול".
כלומר, צלילי האקורד שלי הם- **דו, מי בִּמֹּזֶל, סול**.
שמו של האקורד יהיה- "Cm", על שם צליל הבסיס "דו" ששמו באנגלית הוא "C" ובתוספת "m" קטנה לציון המינור.