

ראשי | אודות | מאמרים | גלריה | צור קשר | איך מגיעים | English

ראשי | חזרה למאמרים

טיסנאות חשמלית - הלכה למעשה - חלק ב'

אוהד ורטש, 03/09/2007

חלק א'

הקדמה

כפי שהוזכר בחלק הקודם, התאמת מערכת חשמלית לטיסן איננה דבר פשוט ולעתים נדרשים חישובים מקדימים או ניסוי וטעייה, על מנת להגיע למערכת החשמלית היעילה והמתאימה ביותר לטיסן שלנו. מאמר זה מציע דרך אפשרית לתהליך של בחירת מערכת חשמלית לטיסן, תוך ניסיון ככל האפשר לשמור על עיקרון ה"הלכה למעשה". הדוגמאות מובאות כאן לצורכי המחשה בלבד ואין בהן משום המלצה או מסקנה כללית לגבי מוצר של יצרן כזה או אחר.

בחירת פרופלור

כמו במנועי בוכנה, גם במנועים חשמליים, לפרופלור שאנחנו בוחרים יש השפעה ישירה על ביצועי המערכת. ככלל, יש לבחור בפרופ' אשר קודם כל יגרום למנוע לספק את צריכת הזרם (אמפר) הדרושה לנו, ובנוסף גם יתאים ליעוד הטיסן (D3, דאון וכד'). את בחירת הפרופ' המתאים ביותר ניתן לעשות על ידי מדידה עצמית (ניסוי וטעייה) או על ידי שימוש בטבלאות. כל ספק מנועים שמכבד את עצמו מפרסם טבלאות נתוני יצרן או מדידות של המנוע שהוא משווק (וואט, אמפר, יעילות וכד'), ועל ווריאציות של המנוע עם פרופים וסוללות שונים. לצערנו, חלק גדול מהטבלאות הקיימות לא מספיק מפורטות.

דוגמא מוצעת לדרך בחירת מערכת חשמלית, "הלכה למעשה"

בואו נניח שיש לנו טיסן D3 / F3A ששוקל כ-1.1 ק"ג (כולל בקר המהירות, הסרבואים והמקלט). מוטת הכנף שלו כ-1.20 מ', שטח הכנף כ-45 דצימטר רבוע (dm2) והמשקל המקסימלי המומלץ עבורו 1.6 ק"ג (כלומר, עומס כנף של כ-35 גר/דצמ"ר). בואו נניח גם שנרצה לפחות 7 דקות של ביצועים טובים במקסימום כוח. במקרה שלנו מדובר בטיסן D3 והיחס המוצע במאמר ליעוד זה מדבר על 200 עד 250 וואט/ק"ג, אנחנו נבחר לצורך החישובים ביחס של 230 וואט/ק"ג.

כעת אנחנו נדרשים לבחור את המערכת החשמלית שתענה על דרישותינו באופן המתאים ביותר. נבדוק מס' מערכות חשמליות שונות ונראה עד כמה נצליח לדייק בהתאמה.

הנוסחאות בהן נשתמש יהיו:

- עומס כנף בגר/דצמ"ר = שטח הכנף (בדצמ"ר) / משקל הטיסן (בגר)
- סה"כ וואט "פנימה" = מתח (וולט) X זרם (אמפר)
- ובהצבה שונה: זרם (אמפר) = מתח (וולט) / סה"כ וואט "פנימה"
- משך הטיסה = זרם (אמפר) / (1000 / קיבולת ב- 60 mAh)

חלופה ראשונה:

מנוע AXI 2826 עם סוללת 3S2P 4200 mAh של Thunder Power:





המנוע שוקל 180 גר' והסוללה שוקלת עוד 260 גר', יחד משקל המערכת כ- 440 גר'. כעת יש בידנו מספיק מידע כדי לחשב את משקל הטיסה (AUW) ועומס הכנף של הטיסן שלנו.

$$\text{משקל הטיסן} = 1,540 \text{ גר}' = 1,100 + 440$$

$$\text{עומס הכנף} = 34 \text{ גר}' / \text{דצמ}''\text{ר} = 45 \text{ דצמ}''\text{ר} / 1,540 \text{ גר}'$$

בכדי לחשב את משך זמן הטיסה, אנו צריכים לדעת כמה אמפרים של זרם ימשוך המנוע. לחילופין, אנחנו יכולים למצוא כמה אמפרים אנחנו צריכים שהמנוע ימשוך, על ידי שימוש ביחס וואט/ק"ג שבחרנו עבור הטיסן שלנו. כעת נחשב את כמות הוואטים הדרושה לטיסן שלנו:

$$\text{סה"כ וואטים} = \text{יחס וואט/ק"ג} \times \text{משקל הטיסן בק"ג}$$

$$\text{ולכן במקרה שלנו: } 354 \text{ וואט} = 230 \text{ וואט/ק"ג} \times 1.54 \text{ ק"ג}.$$

$$\text{זרם (אמפר)} = \text{מתח (וולט)} / \text{סה"כ וואטים}$$

בסוללות Li-Po ניתן לסמוך תחת עומס על כ-3.35V, כלומר בסוללת S3 ניתן לסמוך תחת עומס על 10.1V בלבד ולכן במקרה שלנו:

$$35.1 \text{ A} = 10.1 \text{ V} / 354 \text{ וואט}$$

חשוב! – אם התוצאה שהתקבלה בשלב הזה באמפרים אינה מציאותית, צריך לעצור ולבחור מנוע אחר. במקרה הפרטי שלנו אין כל מניעה להמשיך, לדגם AXI זה יש יעילות הגבוהה מ-70% בצריכת אמפר' בסדר גודל הזה. כעת שיש לנו את צריכת האמפרים נוכל לחשב את משך הטיסה:

$$\text{משך הטיסה} = \text{זרם באמפר} / (1000 / \text{קיבולת ב-} 60 \text{ mAH})$$

$$\text{ולכן במקרה שלנו: } 7.18 \text{ דקות} = 35.1 / (4200 / 1000) \times 60$$

מצאנו שה-AXI 2826 עם סוללת 4200 mAh 3S2P, יטיס את הטיסן שלנו ששוקל 1.54 ק"ג ובעומס כנף של 34 גר'/דצמ"ר, ב-230 וואט לק"ג במשך כ-7 דקות ו-10 שניות. מצאנו שהמערכת הזו עונה על כל הדרישות שלנו. בואו ננסה לבדוק חלופות נוספות.

חלופה שנייה:

מנוע HYPERION Z-3025 עם סוללת 3100mAh של Poly-Quest:





מנוע שוקל 186 גר' והסוללה שוקלת עוד 210 גר', יחד משקל המערכת כ- 396 גר'. ניגש לחישוב משקל הטיסה ועומס הכנף:

$$\text{משקל הטיסן} = 1,496 \text{ גר}' = 396 + 1,100$$

$$\text{עומס הכנף} = 33 \text{ גר}'/\text{דצמ}''\text{ר} = 45 \text{ דצמ}''\text{ר} / 1,496 \text{ גר}'$$

נחשב כמה אמפרים אנחנו צריכים שהמנוע ימשוך על ידי שימוש ביחס של 230 וואט/ק"ג שהחלטנו עבור טיסת D3, ואת כמות הוואטים הדרושה לנו:

$$\text{סה"כ וואטים} = \text{יחס וואט/ק"ג} \times \text{משקל הטיסן בק"ג}$$

$$\text{ולכן במקרה שלנו: } 343 \text{ וואט} = 230 \text{ וואט/ק"ג} \times 1.49 \text{ ק"ג}$$

$$\text{זרם באמפר} = \text{מתח} / \text{סה"כ וואטים}$$

$$\text{ולכן במקרה שלנו: } 343 / 10.1 \text{ V} = 34 \text{ A וואט}$$

אנחנו רואים שאין כל מניעה מלהמשיך בחישובים כי גם לדגם HYPERION הנ"ל יש יעילות הגבוהה מ-70% בצריכת אמפרים בסדר גודל הזה. כעת שיש לנו את צריכת האמפרים נוכל להמשיך ולחשב את משך הטיסה:

$$\text{משך הטיסה} = \text{זרם (אמפר)} / (1000 / \text{קיבולת ב- } 60 \text{ mAh})$$

$$\text{ולכן במקרה שלנו: } 5.47 \text{ דקות} = 34 / (1000 / 3100) \times 60$$

מצאנו שה-HYPERION Z-3025 עם סוללת 3100mAh של Poly-Quest, יטיס את הטיסן שלנו ששוקל 1.49 ק"ג ובעומס כנף של 33 גר'/דצמ"ר, ב-230 וואט לק"ג במשך כ-5 דקות ו-25 שניות בלבד. המערכת הזו אינה עונה על כל הדרישות שלנו בגלל זמן הטיסה הקצר, אך לפני שנעבור הלאה בואו ננסה לבדוק אותה שוב, הפעם עם סוללת 4000mAh של Poly-Quest:



המנוע עדיין שוקל 186 גר' והסוללה החדשה שוקלת עוד 264 גר', יחד משקל המערכת כ- 450 גר'. ניגש לחישוב משקל הטיסה ועומס הכנף:

$$\text{משקל הטיסן} = 1,550 \text{ גר}' = 450 + 1,100$$

$$\text{עומס הכנף} = 34 \text{ גר}'/\text{דצמ}''\text{ר} = 45 \text{ דצמ}''\text{ר} / 1,550 \text{ גר}'$$

נחשב כמה אמפרים אנחנו צריכים שהמנוע ימשוך על ידי שימוש ביחס של 230 וואט/ק"ג, ואת כמות הוואטים הדרושה לנו:

$$357 \text{ וואט} = 1.55 \text{ ק"ג} \times 230 \text{ וואט/ק"ג}$$

$$A\ 35.3 = V\ 10.1 / 357$$

נחשב את משך הטיסה: $6.79\text{ דקות} = 35.3 / (4000 / 1000) \times 60$

מצאנו שה-HYPERION Z-3025, עם סוללת 4000mAh של Poly-Quest, יטיס את הטיסן שלנו ששוקל 1.55 ק"ג ובעומס כנף של 34 גר"/דצמ"ר, ב-200 וואט לק"ג במשך כ-6 דקות ו-50 שניות. גם לאחר החלפת הסוללה אנו רואים כי המערכת הזו אינה עונה על כל הדרישות שלנו בגלל זמן הטיסה הקצר מ-7 דקות. ננסה לבדוק חלופה נוספת.

חלופה שלישית:

Jeti "Phasor" 45/3 עם סוללת 3S2P 4200 mAh של Thunder Power:



המנוע שוקל 304 גר' והסוללה שוקלת עוד 260 גר', יחד משקל המערכת כ-564 גר'. ניגש לחישוב משקל הטיסה ועומס הכנף:

$$1,100 + 564 = \text{גר'}\ 1,664 = \text{משקל הטיסן}$$

$$\text{עומס הכנף} = 37\text{ גר'}/\text{דצמ"ר} = 45\text{ דצמ"ר} / 1,664\text{ גר'}$$

נחשב כמה אמפרים אנחנו צריכים שהמנוע ימשוך על ידי שימוש ביחס של 200 וואט/ק"ג, ואת כמות הוואטים הדרושה לנו:

$$382\text{ וואט} = 1.66\text{ ק"ג} \times 230\text{ וואט/ק"ג}$$

$$\text{ואת הזרם באמפרים: } A\ 37.8 = V\ 10.1 / 382$$

$$\text{נחשב את משך הטיסה: } 6.7\text{ דקות} = 37.8 / (4200 / 1000) \times 60$$

מצאנו שה-Jeti "Phasor" 45/3, עם סוללת Li-Po 3S2P 4200 mAh של Thunder Power, יטיס את הטיסן שלנו ששוקל 1.66 ק"ג ובעומס כנף של 37 גר"/דצמ"ר, ב-200 וואט לק"ג במשך כ-6 דקות ו-45 שניות. גם המערכת הזו אינה עונה על הדרישות שלנו בגלל זמן הטיסה הקצר, וגם בגלל המשקל (עומס הכנף) אשר עובר את מגבלת המקסימום המומלצת של 1.6 ק"ג.

סיכום:

מבין החלופות שבדקנו, מצאנו כי במקרה פרטי זה, ה-AXI 2826/10 עם סוללת 3S2P 4200 mAh, הינה המערכת החשמלית המתאימה לנו ביותר. מערכת זו אמורה לספק לנו לפחות 7 דקות של ביצועים טובים, במקסימום הכוח הנדרש לטיסן שלנו.

כל יחסי הוואט/ק"ג שמובאים במאמר הינם ב"וואט פנימה". אם נתוני היצרן/ספק ניתנים ב"וואט החוצה" ("Watts to prop"), ניתן להשתמש בכופל המוצע בחלק הקודם של המאמר, על פיו אומדן כללי ל"וואטים החוצה" יהיה כ-75% מ"וואטים פנימה".

עכשיו, אחרי שהבנו את הרעיון הכללי של התהליך, אנחנו יודעים מספיק כדי לבדוק ולחשב בעצמנו איך לבחור את המערכת החשמלית הטובה והמתאימה ביותר לטיסן שלנו. בהצלחה.

אוהד ורטש,

יוני 2005.

הערות והארות יתקבלו בברכה ב- ohadvr@hotmail.co.il.

קישור ישיר למאמר: http://www.aeroclub.co.il/sections/articles/view_article.php?id=8

כל הזכויות שמורות © 2007-2010 | Design by Roei Hodara | וויקי | ראשי | אודות | מאמרים | גלריה | צור קשר | איך מגיעים | קישורים