

ОТНОСНО ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ТУРБИНЕН ГЕНЕРАТОР ЗА ЗАХРАНВАНЕ НА НЯКОИ СИСТЕМИ ЗА БЛИЗКА РАДИОЛОКАЦИЯ

Петър Генов, Стоян Танев, Пламен Трендафилов

Институт за космически изследвания - Българска академия на науките
e-mail: spsbyte@space.bas.bg

Ключови думи: Турбинен генератор, близка радиолокация

Абстракт: Разгледани са режимите на работа на турбинен генератор по време на полет, осигуряващ захранване на система за близка радиолокация и възможностите да бъде използван като датчик за определяне на скоростта и траекторията на движение.

ON THE USE OF TURBINE POWER-SUPPLY GENERATOR FOR A CLASS OF PROXIMITY RADIOLOCATION SYSTEMS

Petar Genov, Stoyan Tanev, Plamen Trendafilov

Space Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: spsbyte@space.bas.bg

Keywords: proximity radiolocation, turbine generator

Abstract: The paper describes the flight regimes of a turbine power-supply generator for proximity radiolocation systems. The advantages of the generator when as a sensor to determine the speed and stages of flight trajectory are considered.

Системите за близка радиолокация /СБРЛ/ намират широко приложение за откриване на близкоразположени обекти /цели/. Определен клас такива системи работи на борда на носител, който се движи в атмосферата по балистична траектория, като негова цел е земната повърхност. В този случай за енергиен източник може да се използва турбинен алтернатор, който произвежда електроенергия от завъртане на турбина вследствие на насрещния въздушен поток. Този вид захранване има някои предимства пред широко използваните литиеви батерии, от които най-съществени са работоспособност при ниски температури на околната среда /под минус 20°C/ и практически неограничен срок за складово съхранение. В същото време турбинният алтернатор има работни характеристики, които от една страна дават нови предимства, а от друга страна водят до усложняване на системата.

На Фиг.1 е изобразена балистична траектория на движението на носителя. Прието е, че той излита под ъгъл към хоризонта θ с начална скорост v_0 , чиято хоризонтална компонента е v_{0X} , а вертикалната компонента е v_{0Y} . Без отчитане на аеродинамичното съпротивление са в сила зависимостите :

$$v^2 = v_{0X}^2 + (v_{0Y} - gt)^2 \text{ за } 0 \leq t \leq T, \\ v^2 = v_{0X}^2 + g^2 (t - T)^2 \text{ за } T \leq t \leq 2T,$$

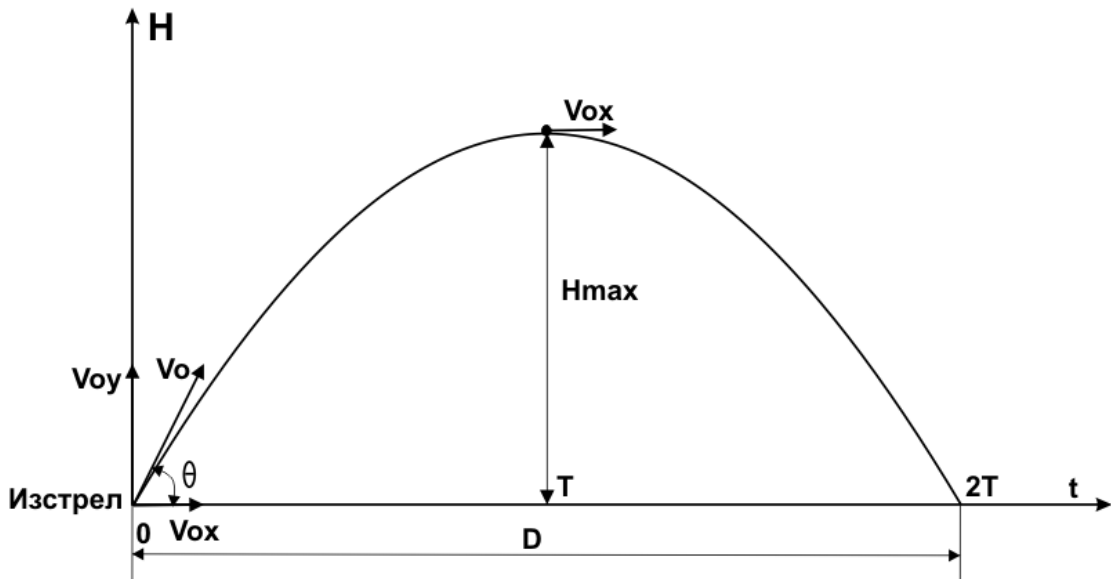
като

$$v_{0X} = v_0 \cos \theta, \quad v_{0Y} = v_0 \sin \theta,$$

g - земно ускорение .

Моментът, в който носителът се намира в апогея на траекторията, е обозначен с

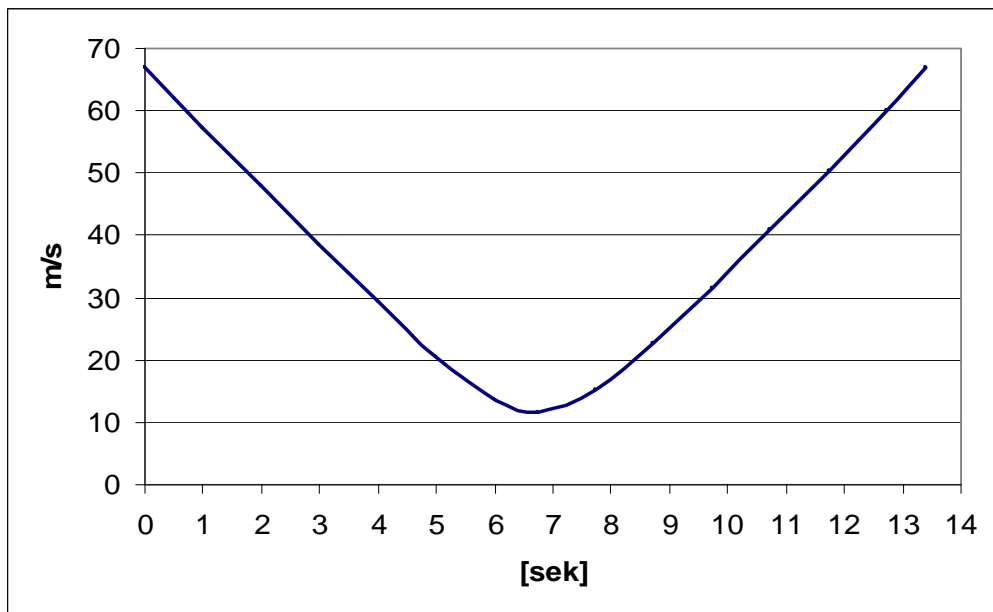
$$T = (v_0/g) \sin \theta .$$



Фиг. 1

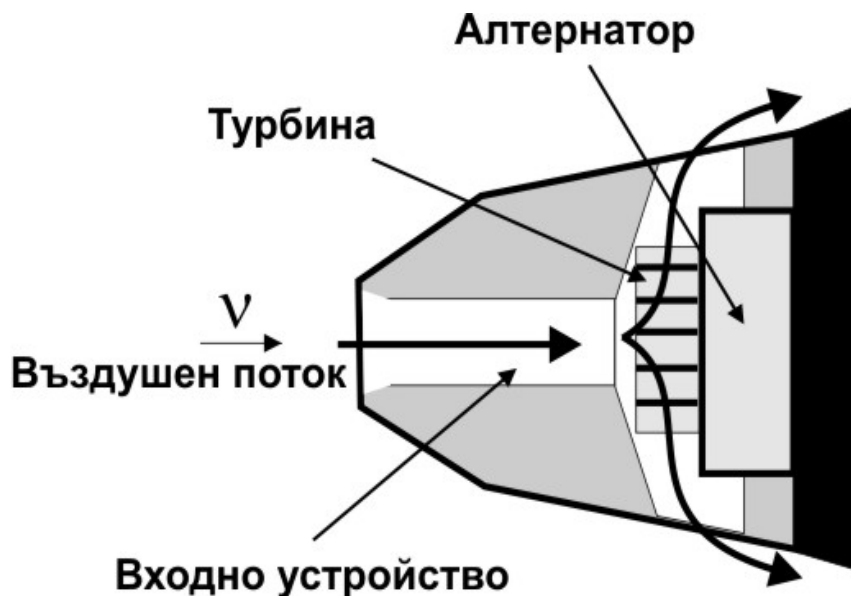
Реално /на практика/ е възможно v_0 да има стойности от няколко десетки метра в секунда до такива, които надвишават хиляда метра в секунда. Съответно θ може да има максимална стойност около 80° , а минималната дори да е под 45° . Следователно както v , така и $v_{\min} = v_0 \cos \theta$, могат да приемат стойности, лежащи в твърде широки граници.

На Фиг. 2 е показана крива, изобразяваща зависимостта $v(t)$ при $\theta = 80^\circ$ и $v_0 = 67 \text{ m/s}$. Това е един граничен случай в практиката, когато v_{\min} приема най-малка стойност.



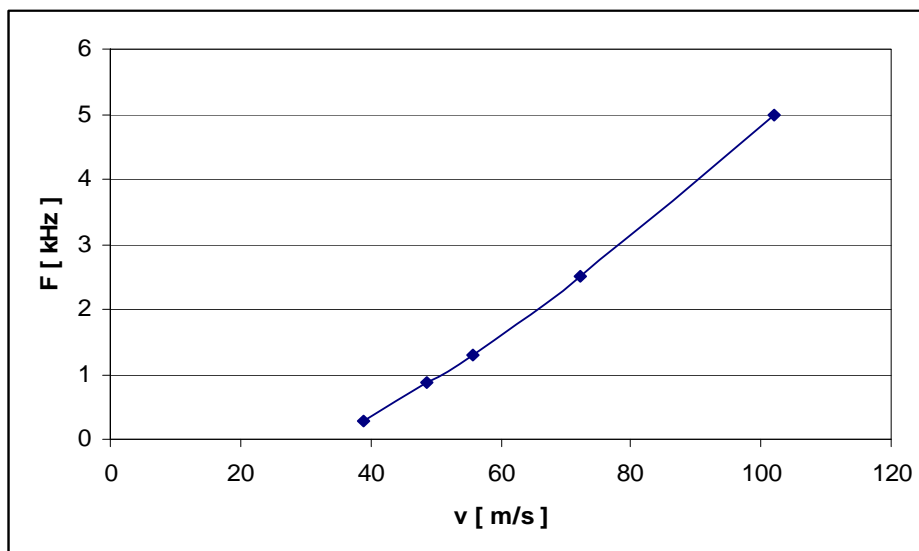
Фиг. 2

На Фиг.3 е представена структурната схема на обсъждания вид турбинен алтернатор.



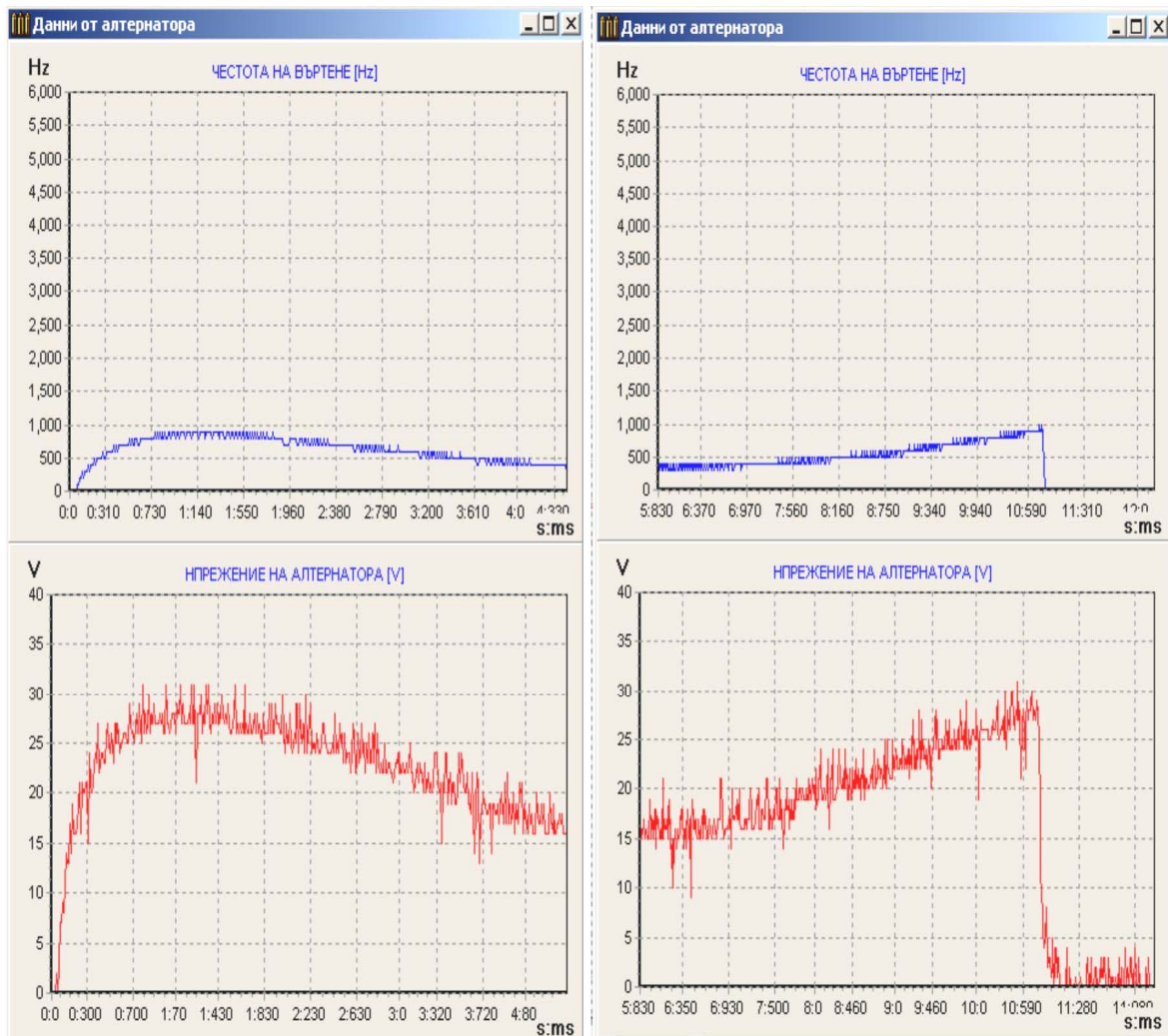
Фиг. 3

Турбината се завърта от преминалия през входното устройство въздушен поток. Принципно /съгласно закона на Фарадей/ при липса на насищане в магнитопровода алтернаторът генерира променливо електродвижещо напрежение, чиито амплитуда U и честота F са пропорционални на скоростта на въртене /оборотите/ на турбината. От своя страна въртенето на турбината зависи от скоростта на въздушния поток, т.е. от скоростта на движение на носителя. На Фиг. 4 е показана експериментално снета зависимост между скоростта на носителя и честотата на генерираното от реален турбинен алтернатор електродвижещо напрежение. Практическата линейност на $F(v)$ от фигурата показва, че входното устройство и турбината в конкретния скоростен диапазон също се държат като почти линейни звена. С увеличаване на v вследствие на характерни аеродинамични процеси, както входното устройство, така и турбината могат да се държат като нелинейни звена и F да започне по-слабо да зависи от v .



Фиг. 4

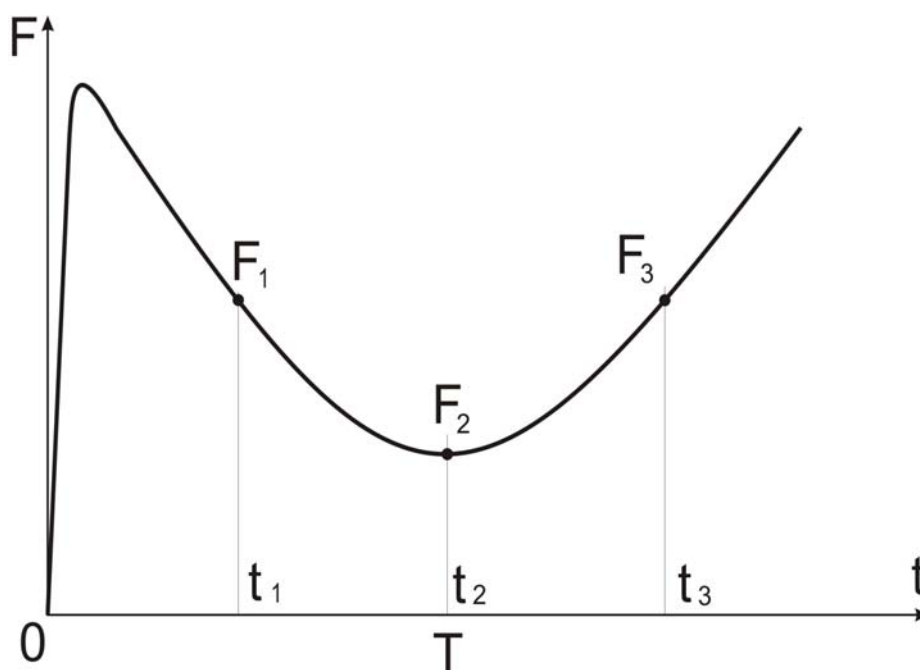
На Фиг. 5 е показан запис, направен при реален полет при $\theta = 45^\circ$ и $v_0 = 67$ m/s. Записът прекъсва в момента на включване на радиосензора.



Фиг. 5

Ясно е, че като източник на електроенергия алтернаторът се характеризира със силна зависимост от скоростта на носителя. Така в определени условия той може да не е в състояние да осигури номинално захранване на СБРЛ, при което основният консуматор на енергия – радиосензорът няма да може да работи. Това може да се случи преди всичко около апогея на траекторията при големи стойности на θ . Тъй като радиосензорът трябва задължително да работи в близост до целта, липсата на захранване в указаната област на траекторията не е фатално. Нещо повече – по съображения за електромагнитна защита се препоръчва радиосензорът да се включва едва в непосредствена близост до целта. Все пак, т.к. други звена от структурата на СБРЛ е нужно да работят по време на целия полет, трябва да се вземат съответни хардуерни и софтуерни мерки за осигуряване на нормалното действие на системата при условие, че захранващото напрежение падне под номиналната стойност или дори изчезне.

Осигуряването на включването на радиосензора колкото е възможно по-близо до целта е важна задача, която системата обикновено трябва да реши. Това може да стане ако по някакъв начин системата успее да оцени кога носителят приближава края на траекторията. Принципно има два подхода : 1). Да се открие моментът на преминаване през апогея и по измереното време $t_2 = T$ да се предвиди кога ще настъпи търсената близост ; 2). Да се измери честотата F_1 на генерираното захранващо напрежение след определен временен интервал t_1 от началото на полета и след непрекъснато следене на F да се предвиди кога ще настъпи търсената близост. На Фиг.6 върху една примерна траекторна зависимост $F(t)$ са илюстрирани двата подхода. При първия подход времето за включване на радиосензора $t_3 = t_{VRF} = (1 + m) t_2$, а при втория t_{VRF} съответства на $F_3 = k F_1$. Числата m и k се избират по целесъобразност.



Фиг. 6

Първият подход изисква използване на микроконтролер и обезателно спазване на условието работата на алтернатора да не прекъсва по цялата траектория. Както бе установено, последното не винаги е изпълнимо. Освен това при малки стойности на θ билото на траекторията е почти плоско и намирането на T чрез оценка на $F(t)$ става с недостатъчна точност. По втория подход задачата може да се реши както аналогово, така и цифрово. Освен това той работи и при наличие на прекъсване на захранването, възможно при работа с малки начални скорости на носителя и по-големи стойности на ъгъла на излитане.

Изводи:

1. Като източник на електроенергия алтернаторът се характеризира със силна зависимост от скоростта на носителя и трябва да се вземат съответни хардуерни и софтуерни мерки за осигуряване на нормалното действие на системата при условие, че захранващото напрежение падне под номиналната стойност или дори изчезне.

2. Турбинният алтернатор осигурява захранване на системата едва след като скоростта на носителя премине някаква прагова стойност и това дава по-голяма сигурност на функционирането ѝ.

3. Турбинният алтернатор е добър информационен източник за промените на скоростта на носителя и може успешно да се използва за откриване на близост до края на траекторията.