Идентификация на обекти по преходната им характеристика.

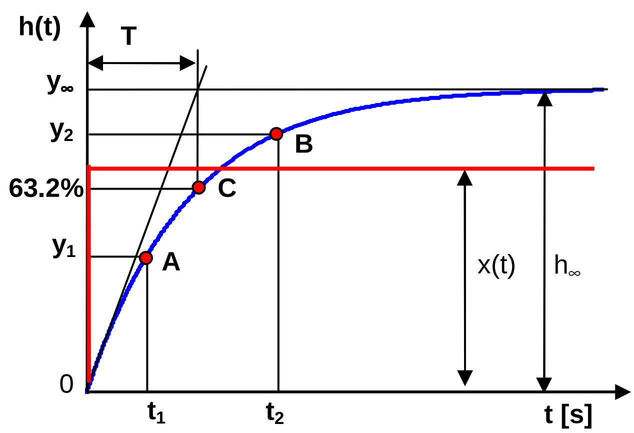
Много често на практика не сме в състояние с методите на физико-математическата идентификация да опишем обектите, които предстои да регулираме. Затова пък заснемането на техните преходни и други динамични характеристики не ни затруднява. От теорията на линейните системи знаем, че преходната характеристика е решението на диференциалното уравнение при скокова функция в дясната му част. Без съмнение съществува еднозначна теоретична връзка между преходната характеристика и диференциалното уравнение или предавателна функция. Тук по експериментален път ще се заснеме преходна характеристика и ще бъде написано диференциалното уравнение или предавателната функция на обекта.

Още при първите опити да решим поставената задача се натъкваме на два проблема: от кой ред е диференциалното уравнение или от какъв вид е предавателната функция на заснетата характеристика и по какъв начин да определим параметрите (коефициентите) им. На първия въпрос не може да се даде точен отговор в повечето от случаите. Обикновено се опираме на опита си, на априорна информация или на някои приблизителни изчислителни методи. Следователно задачата може да се формулира като търсене на математически модел, преходната характеристика на който по възможност най-точно да се схожда с експериментално заснетата характеристика.

Идентификация по преходна характеристика на астатичен обект от първи ред

Преходната характеристика на обект от първи ред е показана на фиг.1, а предавателната функция и решението на диференциалното уравнение е:

$$W(p)=\frac{k}{Tp+1},\ h(t)=y(t)=k(1-e^{-pt}),\ p=\frac{1}{T} \qquad (1)$$



фиг. 1

От съпоставката на математичното и графичното решение става ясно как могат да се отчетат трите параметъра на W(p).

Отчитането на $\boldsymbol{k}$ става направо от установения режим, ако скоковото въздействие е единично. Ако не е така, определя се по формулата 6. Времеконстантата може да се отчете чрез прекарване на допирателна в началото на характеристиката, което е доста неточно, по една точка (С) като 63,2% от установения режим (виж. фиг.1) или по две произволни точки (А и Б) и техните координати съгласно формула 2.

$$\boldsymbol{T} = \frac{\boldsymbol{t_2 - t_1}}{\ln(\boldsymbol{y_{\max} - y_1}) - \ln(\boldsymbol{y_{\max} - y_2})} \tag{2}$$

Идентификация на обект по преходна характеристика с добре изразена инфлексна точка

В случаите, когато се касае за идентификация на обект по преходна характеристика с добре изразена инфлексна точка, задоволителни резултати дава метода на професор Стрейц. Апроксимирането на преходната характеристика се извършва или със система, която има предавателна функция с две различно големи времеконстанти или с последователно свързани „n" на брой звена от първи ред с еднакви времеконстанти, в зависимост от големината на отсечката τ_n (фиг.2). Спазва се следната методика:

1. Мащабът на ординатата се избира така, че h(∞) да бъде единица.

2. Прекарваме допирателна в инфлексната точка и определяме големината на отсечката τ_n. Ако $\tau_n \geq 0{,}104$ избираме апроксимация с „n" на брой звена с еднакви времеконстанти. Важи приблизително равенството:

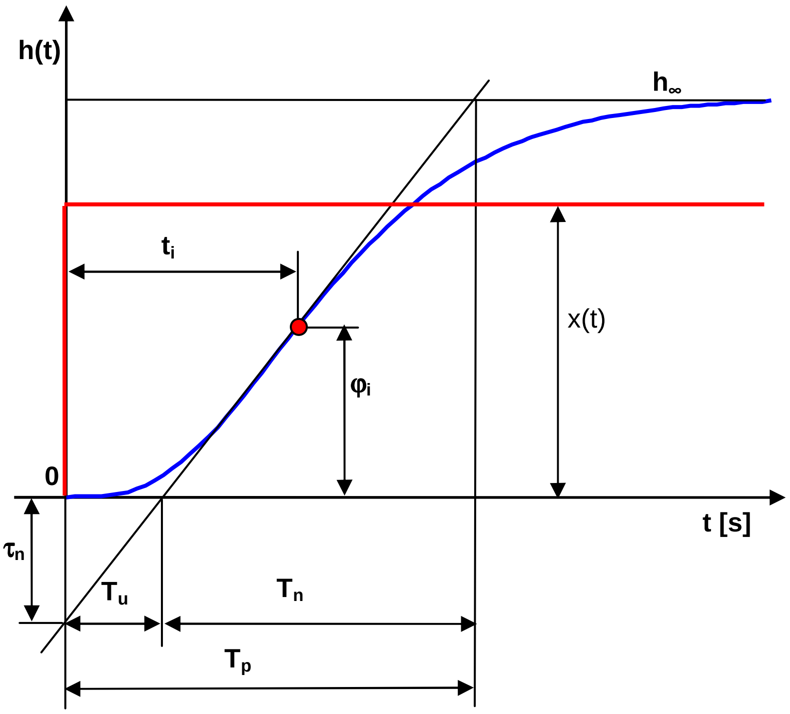
$$\boldsymbol{\tau_n = \frac{n-1}{10}} \tag{3}$$

3. Определяме $\boldsymbol{\tau_n = \frac{T_u}{T_n}}$ и от Таблица 1 определяме **n** и $\boldsymbol{\varphi}_{\mathbf{i}}$

За улеснение и по-точно определяне на n и φ_i може да се ползва следната таблица:

Таблица 1.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
τ_n	0	0,104	0,218	0,319	0,410	0,493	0,570	0,642	0,709	0,773
φ_I	0	0,264	0,323	0,353	0,371	0,384	0,394	0,401	0,407	0,413



фиг.2

Стойностите на φ_i са необходими за точно определяне на мястото на инфлексната точка и големината на t_i. Времеконстантата на предавателната функция се определя от израза:

$$T = \frac{t_i}{n-1}, \tag{4}$$

а самата тя има вида:

$$W(p) = \frac{h(\infty)}{A(pT+1)^n}, \tag{5}$$

където:

$h(\infty)$ - стойността на установения режим

$A1(t)$ - големината на скоковото въздействие, при което е заснета преходната характеристика.

Ясно е, че коефициента на усилване на обекта е равен на:

$$k = \frac{h(\infty)}{x(t)} = \frac{h(\infty)}{A1(t)} \tag{6}$$

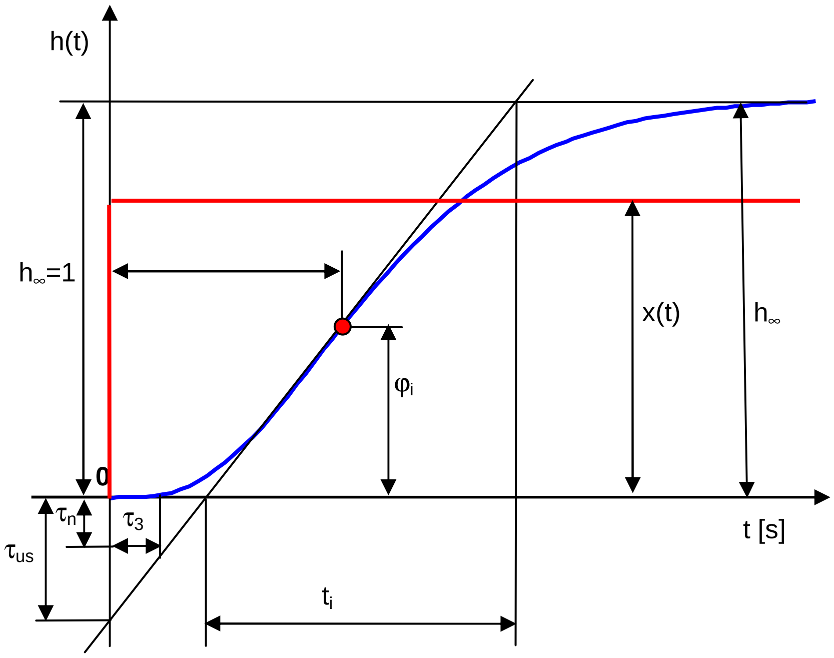
4. Ако преходната характеристика е с добре изразено закъснение, удачно е апроксимацията да стане по следния начин:

4.1. Ако е възможно от данните при експеримента или по друг начин да се определи времезакъснението, останалите константи се изчисляват по вече посочения начин и предавателната функция е от вида (7), като степента на знаменателя е n.

4.2 При втория начин се отчита отсечката τ_{us}. От Таблица 1 се избира според големината на τ_{us}, -„n" и в (7) се замества с един ред по- ниско, т. е.

n*= n-1 и предавателната функция допълваме със звено с чисто закъснение и константа τ_3 отчетена от преходната характеристика.

$$W(p) = \frac{h(\infty)e^{-p\tau_3}}{(pT+1)^n} = \frac{ke^{-p\tau_3}}{(pT+1)^n} \tag{7}$$



фиг.3

5. Накрая, ако τ<0,104 избираме предавателна функция с две различни времеконстанти T_1 и T_2. За определянето им е необходимо да отчетем отсечката t_1, отговаряща на $h(t_1)$= 0,720.

В сила е съотношението:

$$T_1 + T_2 = \frac{t_1}{1{,}2564} \tag{8}$$

За определяне на двете неизвестни е необходимо още едно уравнение

$$t_2 = 0{,}3574(T_1 + T_2) \tag{9}$$

От уравнение (8) изчисляваме големината на сумата T_1+T_2 и определяме t_2 в (9). От преходната характеристика отчитаме принадлежащата й стойност $h(t_2)$. От приложената по долу Таблица 3.2 намираме отношението на двете времеконстанти.

$$\tau_2 = \frac{T_2}{T_1} \quad , \quad T_1 \geq T_2 \tag{10}$$

Таблица 2

τ_2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
τ_φ	0,050	0,072	0,084	0,092	0,097	0,100	0,102	0,103	0,103	0,104
φ_i	0,148	0,197	0,224	0,240	0,250	0,256	0,260	0,263	0,264	0,264

Това отношение може да се отчете и от Таблица 3. От двете таблици се вижда, че за стойности на τ_2>0,5 отчитането е неточно и това подсказва, че е по-удачно да се избере преходна характеристика с еднакви времеконстанти

Таблица 3

τ_2	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
y(t_2)	0,3	0,26	**0,2175**	0,189	0,18	0,172	0,165	0,162	0,16

От последното отношение и от уравнение (9) лесно изчисляваме двете времеконстанти. Предавателната функция има вида:

$$W(p) = \frac{h(\infty)}{A(T_1 p+1)(T_2 p+1)} = \frac{k}{(T_1 p+1)(T_2 p+1)} \qquad (11)$$

Идентификация по преходната характеристика на колебателно звено.

Диференциалното му уравнение е:

$$T^2 \frac{d^2 x_2(t)}{dt^2} + 2\xi T \frac{dx_2(t)}{dt} + x_2(t) = kx_1(t) \qquad (12)$$

и решението му при $x_1(t) = 1(t)$ има вида:

$$h(t) = K[1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\frac{\xi}{T}t} \sin(\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{T}t + arctg\frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi})] \qquad (13)$$

където:

$$\alpha = -\frac{\xi}{T} \qquad (14)$$

-е реалната част на двойката комплексни корени на характеристичното уравнение.

$$\beta = \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{T} = \omega_k \qquad (15)$$

-е имагинерната част на корените (ъгловата честота на колебанията)

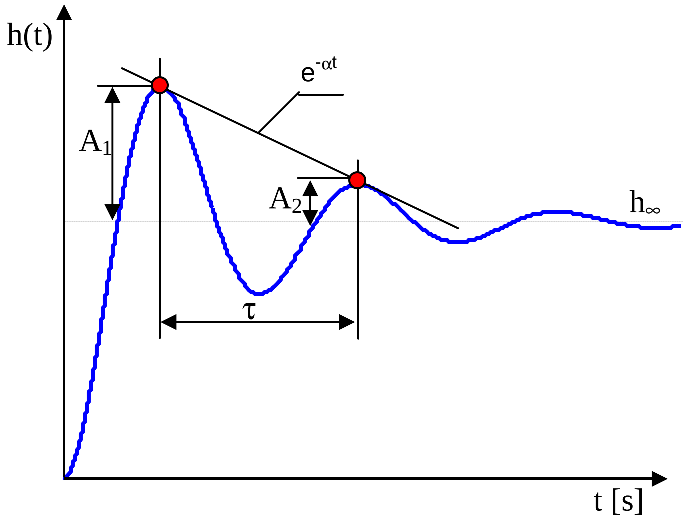
$$\omega_k = 2\pi f = \frac{2\pi}{\tau_k}. \qquad (16)$$

От уравненията (6), (7) и (8) се определят големината на неизвестните $\boldsymbol{\xi}$, $\boldsymbol{k}$ и $\boldsymbol{T}$.

1.Периода на колебанията $\boldsymbol{\tau_k}$ се отчита от характеристиката. Тъй като затихването става по експоненциален закон, може да се определи от големината на първите два максимума на характеристиката, от където:

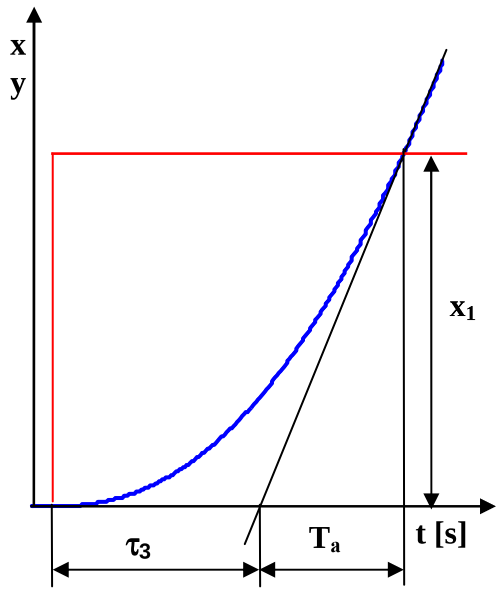
$$\ln\frac{A_2}{A_1} = \ln\frac{e^{-\alpha(t+\tau_k)}}{e^{-\alpha t}} = -\alpha\tau_k \qquad (17)$$

Графично преходната му характеристика е представена на фиг.4.



фиг.4

Идентификация на астатичен обект



фиг.5

Прекарва се асимптота към линейно-нарастващата част. От началото на стъпаловидното въздействие до пресечната точка на асимтотата и абцисата е времезакъснението $\boldsymbol{\tau_3}$**,** а разстоянието между пресечната точка на входното въздействие *x* и изхода *y*, и пресечната точка на асимтотата и абцисата е времеконстантата T_a**.** Предавателната функция се представя посредством формула 18.

$$W(p) = \frac{x(s)}{y(s)} = \frac{e^{-\tau_3 s}}{T_a s} \qquad (18)$$