

Servo-Amplificatore: PULS1

Generale:

Lo schema che viene di seguito descritto, è lo schema del servo-amplificatore inserito nel servocomando FPS2 della giapponese Futaba. Si tratta di un servocomando degli anni '70 nella versione con slitta a cremagliera.

Una particolarità di questo servo era la connessione a cinque fili.

Descrizione dello schema:

Analizziamo lo schema elettrico del servo-amplificatore si nota che il transistor TR1 2SC183 riceve in ingresso l'impulso di riferimento di tipo positivo, che da valore zero volt, sale a +4,8 volt.

L'impulso ha una durata di 1,5 mSec. $\pm 0,5$ mSec con frequenza di 50Hz.

Il fronte di salita dell'impulso, genera sul collettore di TR1 un fronte di discesa che attraverso C1, da 1nF, fa partire il timer composto da TR2 e TR3, rispettivamente 2SC945 e 2SC183. L'impulso negativo passando attraverso D1 un 1N4148, fa spegnere TR2, la tensione sul collettore di TR2 sale e fa accendere TR3 il quale scarica il condensatore C2 da 100nF che tiene spento TR2. Terminata la scarica, TR2 si riaccende facendo spegnere di conseguenza TR3, così il condensatore C2 si ricarica con la tensione presente su R10, tensione che proviene dal potenziometro R13.

La durata dell'impulso generata dal timer, dipende dalla tensione immagazzinata nel condensatore C2 di 100nF. Tale tensione dipende appunto dalla posizione del potenziometro R13 da 5K Ω collegato con il cursore alla resistenza R10 di 2,2K Ω , dalla resistenza di retroazione R15 da 36K Ω ed infine dalla regolazione del trimmer R6 da 33K Ω .

Il trimmer R6 è regolato in modo tale che quando il potenziometro R13 da 5K Ω è posto a metà corsa, la durata dell'impulso del timer è di 1,5 mSec.

Vediamo ora come funziona la comparazione della durata degli impulsi. Quando sulla base del transistor TR1 giunge un impulso positivo di +4,8 volt e che dura 1,5 mSec sul collettore si genera un identico impulso di 1,5 mSec ma che da +4,8 volt scende a zero.

Questi due impulsi saranno chiamati rispettivamente: impulso positivo quello che va verso +4,8V e impulso negativo quello che scende verso zero volt.

Le due resistenze R3 e R4 da 2,2 K Ω formano il nodo di somma. Su R3 entra l'impulso negativo generato da TR1, mentre su R4 entra l'impulso positivo generato da TR2.

Se i due impulsi saranno uguali sul punto di collegamento tra R3 e R4 sarà presente sempre una tensione di +2,4V rispetto al negativo. Se però tra i due impulsi ci sarà una differenza di durata, ad esempio l'impulso in ingresso fosse di 1,40 mSec e quello generato dal timer di 1,58 mSec, sul nodo formato da R3 e R4 si produrrà un piccolo impulso positivo di 0,18 mSec. Questo impulso, che chiameremo impulsi di errore, viene inviato ai due condensatori C4 e C5 da 50 nF che disaccoppiano le basi di TR5 e TR6, rispettivamente un 2SA542 e un 2SC923. Questi due transistor formano un amplificatore con uscita ad alta impedenza, infatti normalmente i due sono in condizione di interdizione e perciò su di essi non circola alcuna corrente.

Quando l'impulso di errore dovuto alla differenza di durata che si genera sul nodo R3 e R4, giunge sulla base dei due transistor TR4 e TR5, attraverso i condensatori C4 e C5, a seconda se è positivo o negativo, questo porterà in conduzione un transistor oppure l'altro. In questo modo il condensatore C6 al tantalio da 2,2 μ F riceverà un impulso di corrente che lo caricherà di più o di meno a seconda della durata del impulso di errore e del suo verso, se positivo o negativo. Se la durata sarà breve, il condensatore si caricherà poco, se l'impulso sarà lungo si caricherà molto.

Il risultato di tutto ciò è che sul condensatore C6 sarà presente una tensione più o meno alta che tramite R18 giungerà alle basi di TR6 e TR7 che assieme a TR8 e TR9 costituiscono un amplificatore lineare in tensione e corrente in grado di alimentare il piccolo motorino che attua il servocomando e che tramite il riduttore trascina il cursore del potenziometro R13.

La configurazione in cui sono montati questi quattro transistor è tipica nei servoamplificatori. Essa permette di ottenere un guadagno in tensione che può essere impostato tramite le due resistenze R19

e R20, in oltre questa è una configurazione di tipo “Rail to Rail” che permette di ridurre al minimo la caduta di tensione sul transistor di potenza, infatti essa si aggira intorno a 0,4V quando la stadio è in saturazione.

Lo spostamento del potenziometro farà sì che l’impulso generato dal timer diventi uguale a quello presente in ingresso, quando questa situazione si verificherà, non vi sarà più alcun impulso presente sul punto tra R3 e R4, l’amplificatore costituito da TR4 e TR5 smetterà di caricare o scaricare il condensatore C6 e perciò lo stadio amplificatore finale si spegnerà e il motorino si andrà a fermare. A questo punto possiamo dire che il servocomando agisce per inseguimento del segnale di riferimento, più questo si allunga, più il potenziometro R13 verrà spostato per far sì che anche il timer interno produca un impulso lungo in grado di annullare l’impulso dato in ingresso.

Questo servo amplificatore può essere suddiviso essenzialmente in cinque stadi così identificati:

- Pre-amplificatore di ingresso: è costituito da TR1 che ha il compito di invertire il segnale in ingresso e di pilotare il timer.
- Timer di riferimento interno: è costituito, come già detto da TR2 e TR3, produce l’impulso di posizione reale, determinato dalla posizione del potenziometro R13.
- Nodo sommatore: è costituito dalle resistenze R3 e R4, su di esse si genera l’impulso di errore che definisce lo scostamento tra valore di riferimento in entrata e valore reale della posizione.
- Pulse stretcher: è costituito dall’amplificatore composto da TR4 e TR5 e dal condensatore C6. Questa parte del circuito ha il compito di dilatare in ampiezza e larghezza gli impulsi di errore che si producono su R3 e R4.
- Amplificatore finale di potenza: è costituito dai quattro transistor TR6 e TR7, transistor di segnale e dai transistor TR8 e TR9 di potenza.

A seguire troviamo lo schema sul quale seguire la descrizione del funzionamento.

Si consiglia a chi volesse sperimentare questo circuito di utilizzare transistor al silicio di tipo moderno, per i transistor NPN si possono usare dei transistor tipo BC548 oppure BC238, per i PNP si possono usare dei BC558 o dei BC308. Per quanto riguarda i due finali di potenza TR8 e TR9 si possono usare: per TR8 un BC327-25 oppure 2N2904; per TR9 un BC337-25 oppure 2N1711.

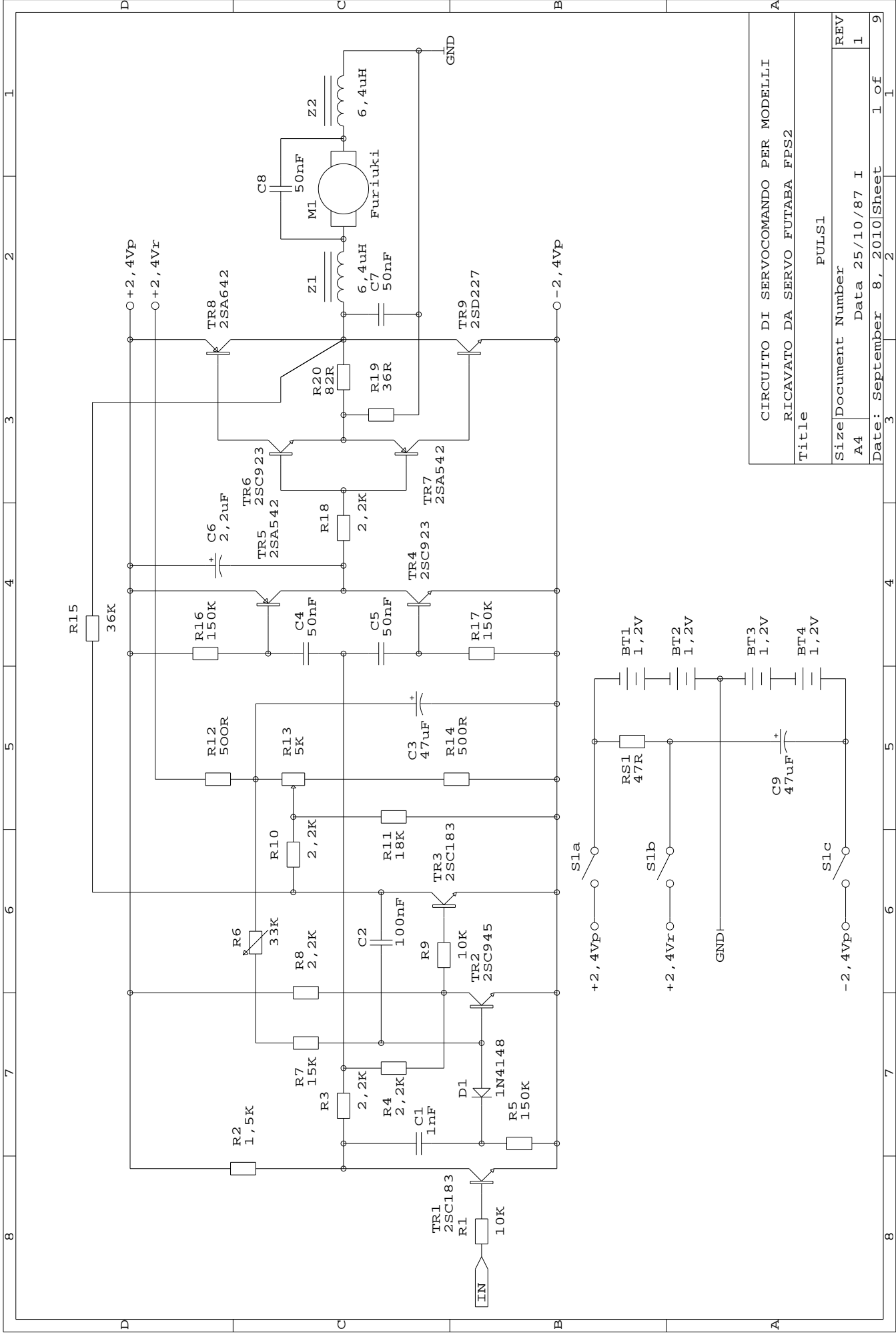
Si consiglia per un montaggio di prova e affinamento dei componenti di usare le solite piastre sperimentali a mille fori.

È auspicabile disporre di un oscilloscopio per controllare la forma degli impulsi e dei vari segnali presenti nel circuito.

Il motorino, si raccomanda di mettere dei condensatori ai capi delle spazzole così come indicato nello schema e di porre al negativo la carcassa.

L’alimentazione di questo circuito è fatta con quattro pile al Ni-MH da 1,2Volt poste in serie in modo tale da ottenere una tensione di 4,8V.

Il negativo del motorino GND, il terminale a massa di C7 e quello di R19 andranno posti nel punto centrale tra le prime due pile e le seconde in modo tale da avere una tensione di $\pm 2,4$ Volt. (Vedi schema).



CIRCUITO DI SERVOCOMANDO PER MODELLI
 RICAVATO DA SERVO FUTABA FPS2

Title		PULS1	
Size	Document Number	REV	
A4	Data 25/10/87 I	1	
Date: September 8, 2010	Sheet	1 of	9

PULS1

Data 25/10/87 I

Revision: 1

Bill Of Materials 8 Settembre 2010 Page 1

Item	Quantity	Reference	Part
<u>Condensatori</u>			
1	1	C1	1nF 25V Ceramico a disco
2	1	C2	100nF 63V Poliestere
3	1	C3	47µF 16V Elettrolitico
4	4	C4,C5,C7,C8	50nF = 47nF 25V Ceramico a disco
5	1	C6	2,2µF Tantalio elettrolitico
<u>Diodi</u>			
6	1	D1	1N4148
<u>Motorino</u>			
7	1	M1	FURIUKI
<u>Resistenze</u>			
8	2	R1,R9	10KΩ 5% 025W
9	1	R2	1,5KΩ 5% 0,25W
10	5	R3,R4,R8,R10,R18	2,2KΩ 5% 025W
11	3	R5,R16,R17	150KΩ 5% 025W
12	1	R6	33KΩ Trimmr di zero
13	1	R7	15KΩ 5% 025W
14	1	R11	18KΩ 5% 025W
15	1	R12,R14	500Ω 5% 025W
16	1	R13	5KΩ Potenziometro di posizione
18	1	R15	36KΩ 5% 025W
19	1	R19	36Ω 5% 025W
20	1	R20	82Ω 5% 025W
<u>Transistor</u>			
21	2	TR1,TR3	2SC183 = BC548C
22	1	TR2	2SC945 = BC558C
23	2	TR4,TR6	2SC923 = BC548C
24	2	TR5,TR7	2SA542 = BC558C
25	1	TR8	2SA642 = BC327-25
26	1	TR9	2SD227 = BC337-25
<u>Induttanze</u>			
27	2	Z1,Z2	6,4UH