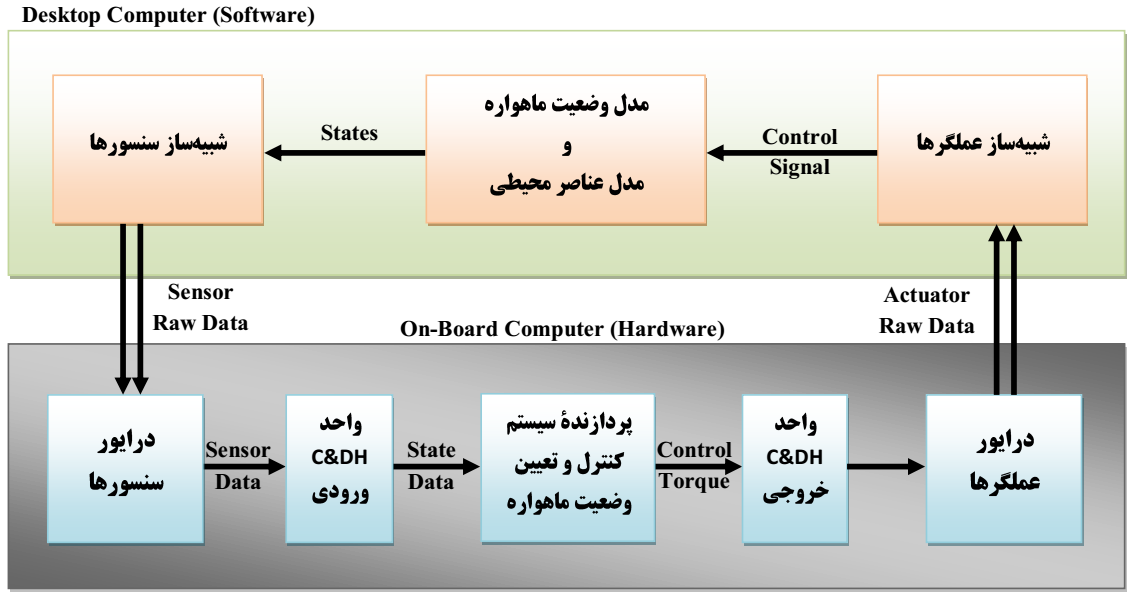
پس از قرار گرفتن ماهواره در مدار اولين قدم پيش از آغاز مأموريت، كنترل نوسانات حاصل از جدايش ماهواره و سپس جهت­گيري صحيح به­سوي زمين و حفظ اين وضعيت به­منظور اجراي مأموريت­هاي تعريف شده مي‌باشد. به­عبارت ديگر درصورتي­که دو مرحلة ذکر شده (مرحلة کاهش نوسانات و مرحلة جهت­گيري سه محوره) به­درستي انجام گيرند، انجام مأموريت­هاي درنظر گرفته شده براي ماهواره ممکن مي‌شوند.

اهميت استراتژيک پروژه‌هاي فضايي و پيچيدگي­هاي بالاي اين پروژه‌ها از يک سو و هزينه‌هاي هنگفتي که اجراي اين پروژه‌ها دربر دارند از سوي ديگر موجب شده است که تست­ها و شبيه‌سازي­هاي پيش از مرحلة نهايي (ساخت) از جايگاه ويژه‌اي برخوردار باشند. با توجه به شرايط خاص فضا و پديده‌هاي تأثيرگذار مانند تشعشعات کيهاني و عوامل ناخواسته و نامشخص، تکيه بر شبيه‌سازي و تست­هاي کامپيوتري نمي‌تواند قابل اطمينان باشد. تجربيات عملي موجود در اين زمينه مؤيد اين مسأله مي‌باشند. به­عنوان مثال پروژة SUNSAT و پرتابگر Arian5 به­دلايلي نظير خطاهاي موجود در مدل مهندسي و نرم‌افزاري که در شبيه‌سازي‌هاي عددي و کامپيوتري از نظر دور مانده بودند با شکست مواجه شدند. به­منظور کشف و برطرف نمودن اين­گونه خطاها نيازمند تست و بررسي سيستم در شرايطي تا حد امکان نزديک به واقعيت مي‌باشيم. يکي از بخشهاي مهم و تأثيرگذار بر عملکرد ماهواره و کيفيت انجام مأموريت آن، زيرسيستم تعيين و کنترل وضعيت (ADCS) مي‌باشد. بنابراين لازم است علاوه بر شبيه‌سازي­هاي کامپيوتري، زيرسيستم کنترل وضعيت و قوانين کنترل پياده‌سازي شده بر روي آن در شرايط واقعي و يا نزديک به واقعيت مورد‌ ارزيابي قرار گيرند. با ارائه طرح پیشنهادی در این اختراع بستری فرآهم شده است که امکان دستیابی به این هدف را تا حد قابل قبولی فرآهم می­کند.

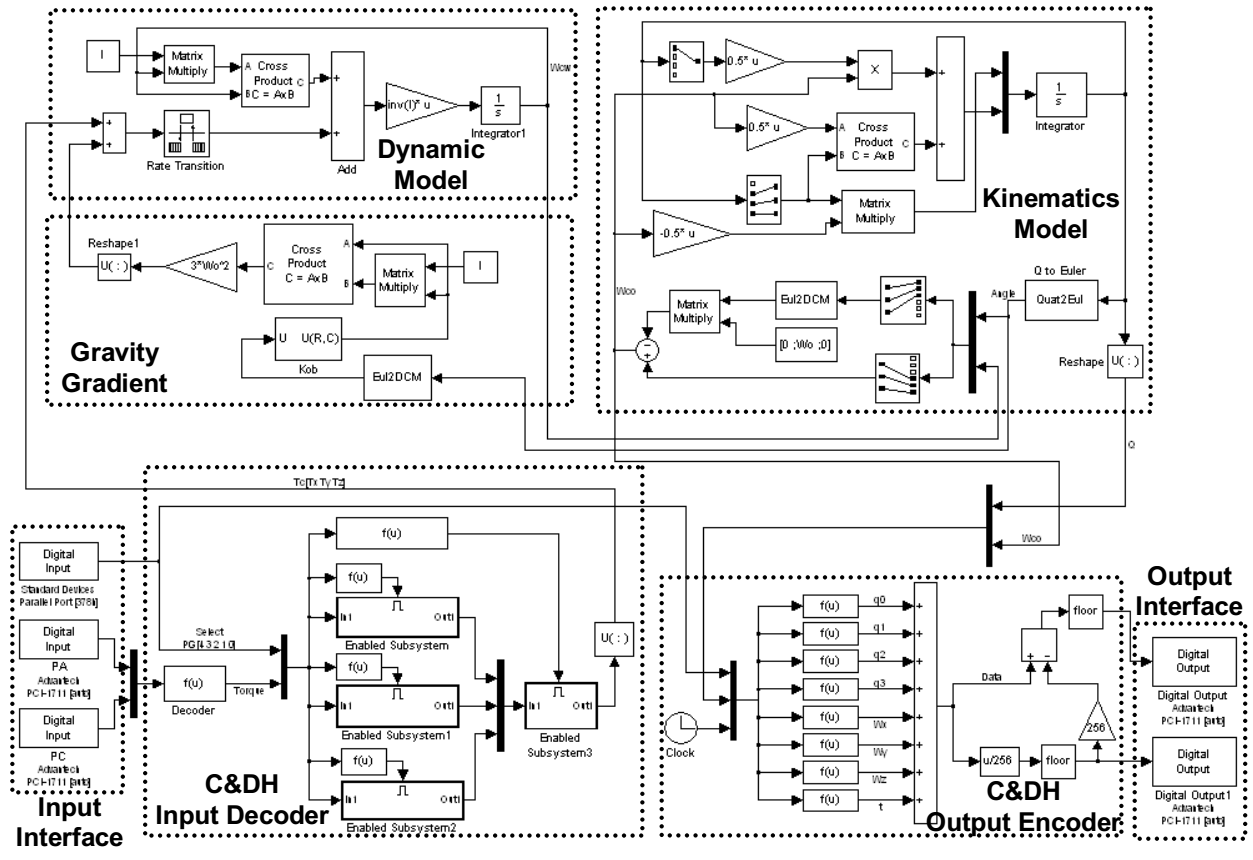
حل چالش موجود عموماً به دو روش انجام مي‌پذيرد. در روش اول مي‌توان با طراحي و ساخت يک بستر مکانيکي به­عنوان مدل ماهواره و نيز طراحي و ساخت زيرسيستم کنترل وضعيت به­صورت واقعي و نهايتاً ترکيب آنها شبيه‌سازي­هاي زمان حقيقي را بر روي مدل مکانيکي اعمال کرد. اين روش بسيار نزديک به شرايط واقعي بوده و در عين حال با پيچيدگي­ها و هزينه‌هاي بسيار هنگفتي همراه مي‌باشد. در روش دوم که شبيه‌سازي مبتني بر شبکه مي‌باشد، مدلسازي ماهواره و محيط پيرامون بر روي يک کامپيوتر به­عنوان رهبر (Master) و مدلسازي زيرسيستم کنترل وضعيت و ساير تجهيزات بر روي کامپيوتر ديگري به­عنوان پيرو (Slave) انجام مي‌گيرد. سرانجام از طريق ايجاد يک شبکة بلادرنگ ميان دو کامپيوتر تست­هاي زمان حقيقي قابل اعمال خواهند بود. اين روش از نظر مطابقت با شرايط و محدوديتهاي واقعي نسبت به روش اول در مرتبة پايين‌تري قرار دارد ولي در مقابل ساده‌تر و انعطاف پذيرتر مي‌باشد.

در طرح پیشنهادی، به­منظور طراحي و ساخت يک سيمولاتور قابل اطمینان جهت تست و شبيه‌سازي قوانين کنترل وضعيت ماهواره به­طوري­که از يک طرف تا حد زيادي مزاياي هردو روش قبل را داشته باشد (يعني دقت روش اول و سادگي روش دوم) و از طرف ديگر از نظر تکنولوژي و پيچيدگي­هاي ساخت با محدوديتهاي روش اول مواجه نباشد، يک سیمولاتور ترکیبی طراحی و پیاده­سازی شده است. در سيمولاتور ساخته شده که در واقع يک سيمولاتور مرکب (نرم‌افزاري-سخت‌افزاري) مي‌باشد، مدلسازي ماهواره و محيط پيرامون به­صورت کامل و مبتنی روابط دقیق شامل: دینامیک­های شش درجه آزادی ماهواره، مدل عملگرهای ماهواره، مدلهای مداری زمین، مدل گرانش برای ماهواره­های مدار پایین زمین، مدل مغناطیسی زمین برای ماهواره­های با عملگرهای مغناطیسی و منابع اغتشاش ممکن در کامپيوتر انجام شده است و سپس با طراحي و ساخت عملی زيرسيستم کنترل وضعيت (ADCS) به­صورت سخت‌افزاري و نهايتاً ايجاد يک بستر و حلقة بلادرنگ ميان سخت‌افزار و نرم‌افزار، امکان پياده‌سازي واقعي قوانين کنترل وضعيت فراهم‌ شده و تستهاي زمان حقيقي انجام مي‌گيرند.

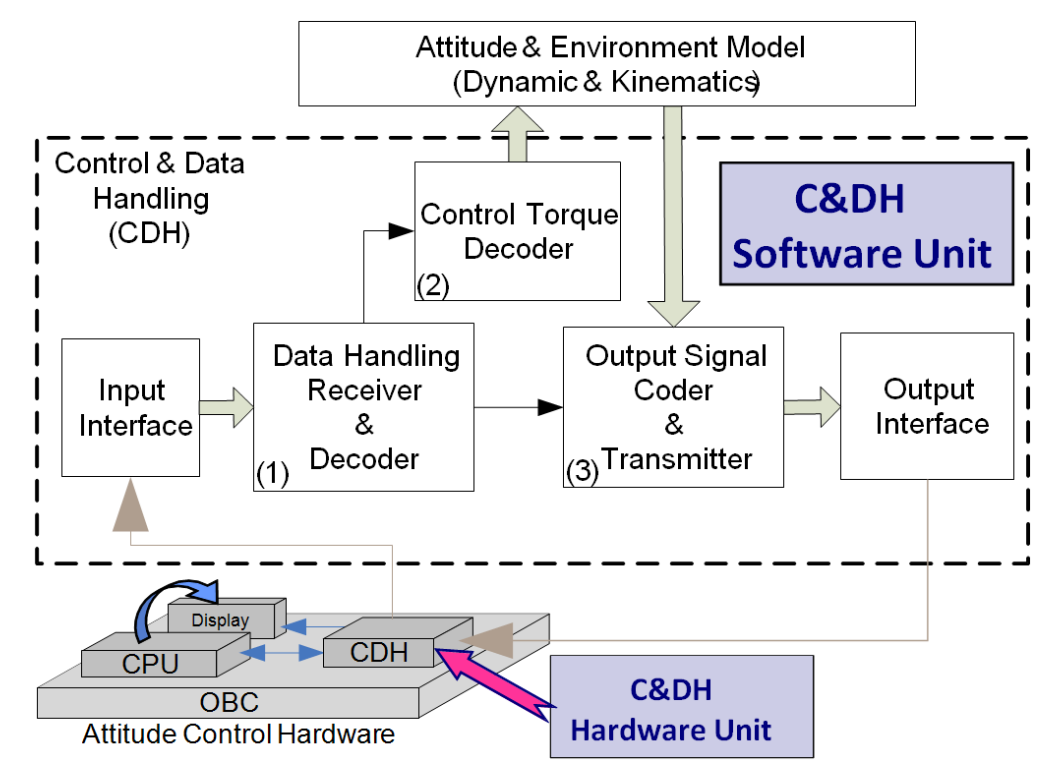
مهمترین مزیت طرح حاضر در مقایسه با روش­های معمول برای تست زیرسیستم­های ماهواره از جمله زیرسیستم کنترل وضعیت، مصالحه بسیار خوبی است که میان هزینه و پیچیدگی طرح و قابلیت اطمینان نتایج آن ایجاد شده است. به عبارت دیگر طرح پیشنهادی از یک سو نسبت به سیمولاتورهای سخت­افزاری (مکانیکی و تونل باد) بسیار کم هزینه و قابل دسترس­تر بوده و از سوی دیگر نسبت به سیمولاتورهای نرم­افزاری (شبیه­سازها) بسیار به نتایج واقعی نزدیک­تر و قابل اطمینان­تر می­باشند. به عبارت دیگر نتایج بدست آمده از آن با توجه به اینکه قوانین کنترلی که توسط طراح پیشنهاد می­شود به­صورت واقعی در بستر سخت­افزاری پیاده­سازی می­شود به واقعیت نزدیک­تر بوده و امکان تشخیص خطاهای احتمالی را به­راحتی فرآهم می­کند.



**دياگرام توسعه يافتة اجزاي سيمولاتور ترکيبي**



**مدل سلسله مراتبي معادلات وضعيت ماهواره و مدل پيراموني در محيط زمان‌حقيقي**



**چگونگي ارتباط بين واحد C&DH سخت‌افزاري و نرم‌افزاري و بزرگنمايي بخش نرم‌افزاري**